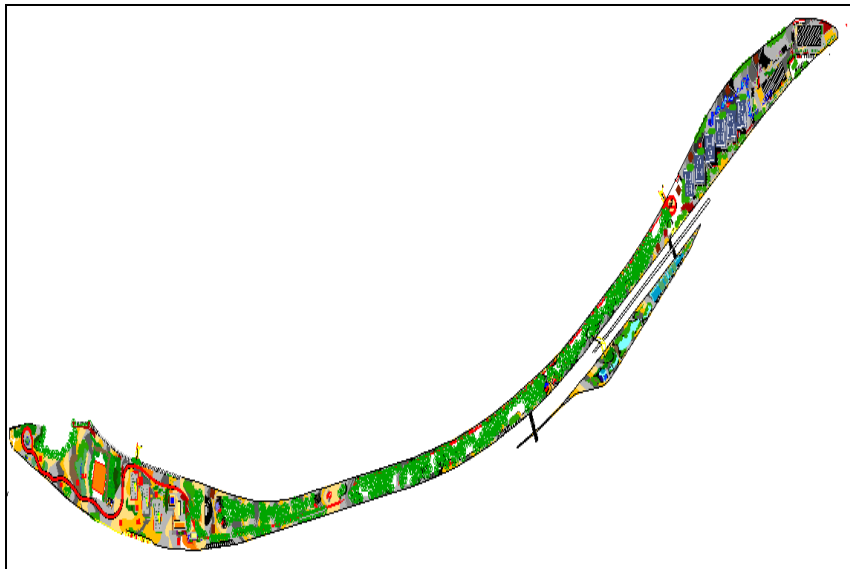




ITEGAM - JOURNAL OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY FOR INDUSTRIAL APPLICATIONS (JETIA)

Editor-in-Chief: J.C. Leite



Available online at www.itegam-jetia.org





O **ITEGAM-JETIA – Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications (JETIA)** é uma publicação do Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM), localizado na cidade de Manaus desde 2008. **ITEGAM-JETIA** publica artigos científicos originais que cobrem todos os aspectos de engenharia. Nosso objetivo é a divulgação da investigação original, útil e relevante apresentando novos conhecimentos sobre aspectos teóricos ou práticos de metodologias e métodos utilizados em engenharia ou que levam a melhorias nas práticas profissionais. Todas as conclusões apresentadas nos artigos deve basear-se no estado-da-arte e apoiada por uma análise rigorosa atual e uma equilibrada avaliação. A revista publica artigos de pesquisa científica e tecnológica, artigos de revisão e estudos de caso.

O **ITEGAM-JETIA** abordará temas das seguintes áreas do conhecimento: Engenharia Mecânica, Engenharia Civil, Materiais e de Mineralogia, Geociências, Meio Ambiente, Sistemas de Informação e Decisão, Processos e Energia, Elétrica e Automação, Mecatrônica, Biotecnologia e outras áreas relacionadas à Engenharia.

Informações da Publicação:

ITEGAM-JETIA (ISSN 2447-0228), online) é publicado pelo Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM), com uma periodicidade bimestral (março, junho, setembro, dezembro).

Informações para Contato:

Página da WEB: www.itegam-jetia.org

E-mail: itegam-jetia@itegam-jetia.org

ITEGAM – Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia.

Avenida Joaquim Nabuco, Nº. 1950. Centro. Manaus – Amazonas - Brasil.

CEP: 69020-031. Fone: (92) 3584-6145

Copyright 2014. Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM)

A reprodução total ou parcial de textos relacionadas aos artigos é permitida, somente no caso da fonte seja devidamente citada. Os conceitos e opiniões expressas nos artigos são de responsabilidade exclusiva dos autores.

Aviso prévio

Todas as declarações, métodos, instruções e ideias são apenas responsabilidade dos autores e não representam, necessariamente, a vista do ITEGAM-JETIA. A editora não se responsabiliza por qualquer prejuízo e/ou danos para a utilização dos conteúdos deste periódico. Os conceitos e opiniões expressas nos artigos são de responsabilidade exclusiva dos autores.

Diretório

Membros do Centro Editorial do ITEGAM – Journal of Engineering and Technology for Industry Applications (ITEGAM-JETIA) do Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM) – Manaus/Amazonas/Brasil.

Tereza Rodrigues Felipe, Diretor – Presidente

Jandecy Cabral Leite, Coordenador Editorial

Paulo Francisco da Silva Ribeiro, Assistente Editorial

Vitor Anderson Felipe de Oliveira, Diagramador Gráfico Editorial

Jandecy Cabral Leite Junior, Assistente de Tecnologia da Informação



SUMÁRIO

<i>The evolution of the level of innovation in small businesses: a study from the evolution of the radar of innovation</i>	04
<i>Gustavo Passos Fortes, Diná Vieira de Matos, Fabiana Pacheco Reis Batista, Maria Aparecida Coelho Silva Ornela</i>	
<i>Proposal for landscape and urbanistic implantation as revitalization and environmental improvement of Suframa chair in industrial pole of Manaus</i>	12
<i>Francinete de Menezes da Silva, Jandecy Cabral Leite, Cláudio Nahum Alves, Ricardo Jorge Amorim de Deus, João Carlos Paiva da Silva</i>	
<i>Relation of environmental problems with human health in agro-extractive settlement projects in the Eastern Amazon</i>	28
<i>Danilo José Franco Coutinho, Elias José Tuma Filho</i>	
<i>Analysis of the maturity of the planning and production control process based on the principles of construction lean in thirty person constructors</i>	37
<i>Maria Luíza Abath Escorel Borges, Henrique Sérgio Rêgo de Holanda Sá Sobrinho</i>	
<i>Domestic photovoltaic energy generation: Billing by the electric energy compensation system</i>	44
<i>Maria Luíza Abath Escorel Borges, Henrique Sérgio Rêgo de Holanda Sá Sobrinho</i>	
<i>Analysis and proposition of layout in the lean perspective: case study in a small production company of aluminum furniture</i>	50
<i>Tiago Fonseca Albuquerque Cavalcanti Sigahi, Caio Yamamoto Lemos, Camila Isabel Maia Ramos</i>	
<i>Technical-economic feasibility of the use of rainwater for non-potable purposes in the classroom passage of the Federal University of Viçosa - Campus Rio Paranaíba</i>	60
<i>Ana Luíza Ferreira Costa, Lineker Max Goulart Coelho, Leandro Neto Junqueira</i>	
<i>Comparison of Self-Cleaning devices in an Experimental Unit of Rainwater Harvesting in Federal University of Pará</i>	65
<i>Karissa Auad Carvalho Duarte, Andrelle Soares Dantas Farias, Marina Scarano Corrêa, Danilo Cunha de Oliveira, Luíza Carla Girrard Mendes Teixeira</i>	
<i>Rainwater utilization of potential in Abaetetuba-PA Municipality</i>	70
<i>Jairo Lima Martins, Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes, Ricardo Angelimda Silva, Larissa Lima Rodrigues, Beatriz Oliveira Leite de Sá.</i>	
<i>The effect of the presence of censorship an application in lifetime data of electrical lamps</i>	74
<i>Tainara Nadiny da Silva Pereira, Paulo José Pereira</i>	
<i>Water treatment with SODIS for ribeirinhas Communities</i>	84
<i>Nayandra Carvalho da Silva, Maria Cecília Rosinski Lima Gomes</i>	
<i>Feasibility Study of rainwater use in housing development</i>	87
<i>Joabe Mota Ramos, Silvio Roberto Magalhães Orrico, Eduardo Henrique Borges Cohim, Luan Moreira Fernandes de Almeida</i>	
<i>Departmentalization in the Federal Universities of the Northeast: Isomorphism or new settings?</i>	92
<i>Patrícia de Carvalho Marques, José Luiz de Moreira Carvalho</i>	
<i>Analyze the quality of rain water stored in tanks made of polyethylene of rural communities belonging to the municipality of São Domingos (located in the Semiárid da Bahia)</i>	99
<i>Thamires de Oliveira Moura, Iara Brandão de Oliveira, Yvonilde Dantas Pinto Medeiros, Vânia Palmeira Campos</i>	
<i>Automation of a water supply system for residences</i>	104
<i>Leandro da Mota Farias, Rafael Souza da Silva</i>	
<i>Installations of cisternas: An Analysis in the Semi-arid Region of Paraíba State</i>	116
<i>Sara Almeida de Figueiredo, Tarciso Cabral da Silva, Taysa Tamara Viana Machado, Jobson Targino Dias & Thiago Pires Bezerra</i>	
<i>Environmental Education: Pedagogical Practices of Awareness in Combating and Reducing Burned Indices</i>	121
<i>Greyce dos Santos Rodrigues, Claudio Alves Nahum, David do Socorro Barros Brasil, Tereza Rodrigues Felipe, Vanise dos Santos Rodrigues, Philip Floriano Rodrigues Ramkeerat</i>	
<i>Simulation of the behavior of reservoir for the use of rain water for agricultural use</i>	129
<i>Patrícia dos Santos Nascimento, Eduardo Henrique Borges Cohim Silva</i>	

<i>Simulation Study to Evaluate the Performance of a Photovoltaic System Connected to the Electrical Network in the Municipality of Terra Santa – PA</i>	133
<i>Felipe Ferreira Cavalcante, Vanise dos Santos Rodrigues, Greyce dos Santos Rodrigues, Marcus Vinicius Alves Nunes, Elda Nunes de Carvalho, Wilson Gonçalves de Araújo, Philip Floriano Rodrigues Ramkeerat, Vilmara Souza e Silva</i>	
<i>Guidelines for rainwater use in urban areas during water crisis period</i>	142
<i>Luciano Zanella, Wolney Castilho Alves</i>	
<i>Rain water enjoyment system Environment Center of UFPA</i>	146
<i>Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes, Nircele Da Silva Leal Veloso, Ricardo Angelim Da Silva, André Carvalló Oliveira, Jairo Lima Martins</i>	
<i>Use of the poc® decision support system for the analysis of economic decision-making in a natural products company</i>	140
<i>Dalilla de Medeiros Praxedes, Maycon Wendell Lima dos Santos, Raimundo Alves de Carvalho Junior, Rubens Mendonça de Souza Neto, Saulo de Moraes Dantas</i>	
<i>Application of the Holt Winters model for demand forecasting in additive seasonal series: a case study</i>	164
<i>Pedro Vieira Souza Santos, Maycklla Rândrea Ribeiro Guedes da Purificação, Ciro Henrique de Araújo Fernandes, Ailton Abel Rodrigues dos Santos, Leonardo Santana Dias Neto</i>	
<i>Sunflower consortium with cowpea productive performance in underground dam with irrigation supplementary</i>	169
<i>Anderson Ramos de Oliveira, Roseli Freire de Melo, João Marcos Rodrigues dos Santos</i>	
<i>Rain water utilization potential in Santarém-Pará</i>	174
<i>Larissa Lima Rodrigues, Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes, Beatriz Oliveira Leite de Sá, Jairo Lima Martins, Thomaz Bentes Celso</i>	
<i>Application of the MATLAB Computational Tool for the Problem of the Economic Dispatch of Electric Energy using Genetic Algorithm: Case Study</i>	179
<i>Adriano Lima Pedrosa, Nadime Mustafá Moraes, Jorge Laureano Moya Rodriguez, Manoel Henrique Reis do Nascimento, Silas Farias Fernandes Filho</i>	
<i>Dry Consecutive Days for Estimation of Volumes of Pluvial Water Treatment Periods in the City of Rio de Janeiro</i>	185
<i>Rayssa Vogeler Berquó Jacob, Alfredo Akira Ohnuma Jr, Willian Campos Siciliano, Ana Waldila de Queiroz Ramiro Reis, Israel Tiago de Oliveira</i>	
<i>The interference of rainfall distribution in size of rain water tanks in Bahia</i>	190
<i>Juliana Araújo, Eduardo Cohim</i>	
<i>Rainwater tank sizing methodology development for Curitiba City</i>	194
<i>Aldely Ângelo A. Teixeira, Júlio Gomes, Paulo Rodrigo da Costa Pacheco, Yapur Dumit Gomez, Luiza Carla Girard T. Machado</i>	
<i>An Experimental Didactic Space Of Rainwater Harvesting Contributes For Agrarian Science Teaching In The Brazilian Semiarid</i>	198
<i>Alisson Jadavi Pereira da Silva, Jilcélio Nunes de Almeida</i>	
<i>Environmental diagnostic of the spa park 10 de Novembro at Igarapé Mindú in Manaus</i>	204
<i>Fernando Rodrigues de Almeida, Jandecy Cabral Leite, Cláudio Nahum Alves, Ricardo Jorge Amorim de Deus</i>	
<i>Environmental Education In Higher Education: Reflective Dialogues About The Environment</i>	220
<i>Larissa Benevides da Costa, Lourivaldo Silva Santos</i>	
<i>Improvement of Santa Terezinha Farm Productivity in the Egg Classification Sector, with Application to Automation: A Case Study</i>	226
<i>Rodrigo Chaves da Silva, Raimundo Nonato Alves da Silva, Yalle Aguiar da Silva, Jéssica Mylla Pereira Sousa, Bruno da Silva Pinto, Vanise dos Santos Rodrigues</i>	



The evolution of the level of innovation in small businesses: a study from the evolution of the radar of innovation

Gustavo Passos Fortes¹, Diná Vieira de Matos², Fabiana Pacheco Reis Batista³, Maria Aparecida Coelho Silva Ornelas⁴

^{1,2}Universidade Federal de Sergipe (UFS)

³Universidade Federal da Bahia (UFBA)

⁴Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)

Email: gustavo_fortes@yahoo.com.br, dinavmattos@yahoo.com.br, fabianaprb@gmail.com, aparecidacoelho.adm@gmail.com

Received: March 13th, 2017

Accepted: May 14th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

The present article aims to analyze the evolution in the general degree of innovation of the companies of the companies participating in the ALI - local innovation agents in the region of the São Francisco Valley. A descriptive methodology and survey method with longitudinal cut were adopted, whose analysis comprises a sample of 114 MPEs, selected in a non - probabilistic way by adhesion. The research instrument used was the radar of innovation, which scores 13 dimensions and 42 variables to measure the degree of innovation of the companies in two moments, R0 - at the beginning of the ALI project - and R1 - after the participation of the agent. From the treatment of the data collected in the field, the degree of global innovation of the researched MPEs was obtained, identified to the dimensions that had the largest and smallest variations in the moments analyzed and verified the actions that enabled this evolution.

Keywords: Entrepreneurship, Micro and Small Business, Innovation, Local Innovation Agents.

A evolução do grau de inovação em pequenas empresas: um estudo a partir da evolução do radar da inovação

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo analisar a evolução no Grau Geral de Inovação das empresas das empresas participantes do Programa ALI – Agentes locais de inovação na regional do Vale do São Francisco. Foi adotada uma metodologia descritiva e método survey com corte longitudinal, cuja análise compreende uma amostra de 114 MPEs, selecionadas de modo não probabilístico por adesão. O instrumento de pesquisa utilizado foi o Radar de Inovação, que pontua 13 dimensões e 42 variáveis para medir o grau de inovação das empresas em dois momentos, R0 – no início do projeto ALI – e R1 – após a participação do Agente. A partir do tratamento dos dados levantados em campo, foi obtido o grau de inovação global das MPEs pesquisadas, identificadas às dimensões que tiveram as maiores e menores variações nos momentos analisados e verificadas as ações que possibilitaram essa evolução.

Palavras Chaves: Empreendedorismo, Micro e Pequenas empresas, Inovação, Agentes Locais de Inovação.

I. INTRODUÇÃO

As pequenas empresas exercem posição relevante como motor de desenvolvimento econômico no cenário produtivo nacional, uma vez que representam 99% das empresas existentes no país, possuem 51,6% dos empregos formais e são responsáveis por 39,7% da massa de remuneração no Brasil [1]. Os

empreendedores e consequentemente as pequenas empresas, são a força motriz do crescimento econômico, ao introduzir inovações que tornam obsoletos os produtos e as tecnologias existentes [2]. Entretanto ainda lidamos com uma espantosa taxa de mortalidade entre as MPEs (Micro e Pequenas Empresas), cujo tempo de sobrevivência corresponde a um período de menos de 2 anos de existência. Um estudo a respeito dos fatores condicionantes e taxa

de mortalidade referente ao desempenho de empresas no Brasil, realizado pelo [3], mostra que, em média, 22% das pequenas empresas encerraram suas atividades antes de completar dois anos, e o quadro se agrava nos cinco primeiros anos de suas operações.

As MPes enfrentam dificuldades para sobreviver ao competitivo mercado, a considerar que são tantos os fatores contra o desenvolvimento dessas empresas, sendo necessária a adoção de estratégias cada vez mais diferenciadas e criativas. Uma das evidências que ilustram a limitação ao desenvolvimento das empresas, destacadas por [4], são fatores econômicos que o empresário não se apropria, muitas vezes não considerando a realidade do mercado em que está inserido. Outro fator relevante é à acomodação das empresas frente às novas necessidades do mercado que faz com que as empresas sejam resistentes em inovar. Portanto, para diminuir a alta taxa de mortalidade das MPes, é imperativa a utilização de estratégias que estimulem a inovação nas micro e pequenas empresas.

Nesse sentido, vigilante com essa tendência e atento à importância das MPes para a economia nacional, o [4], buscando promover a inovação nas micro e pequenas empresas, concebeu o Projeto Agente Locais de Inovação (ALI), desenvolvido em parceria com o CNPq e aplicado em todos os estados do Brasil.

O Projeto ALI tem por finalidade auxiliar gratuitamente os gestores das MPes à prática da gestão da inovação, apresentando soluções personalizadas, de acordo com as necessidades de cada negócio, ampliando, assim, sua capacidade competitiva [2]. O ALI adota uma metodologia denominada Radar da Inovação, desenvolvida por [4] que mensura o Grau de Inovação das MPes avaliadas em momentos distintos, com posterior averiguação do posicionamento da empresa com respeito à prática da inovação. No estado de Pernambuco, o Projeto ALI atua na Região Metropolitana do Recife e em mais 6 escritórios do interior do estado: Mata Sul, Caruaru, Garanhuns, Serra Talhada, Araripina e Petrolina.

O objetivo deste artigo consiste em descrever a evolução no grau geral de inovação das empresas atendidas pelo Programa ALI da região do Vale do São Francisco, com base na metodologia utilizada do Radar da Inovação e tem o propósito de avaliar a seguinte questão: Qual a evolução do grau de inovação nas pequenas empresas da região do Vale do São Francisco participantes do Programa ALI?

II. MICRO E PEQUENAS EMPRESAS

As MPes são fundamentais para a sustentação econômica dos países, seja em âmbito nacional ou internacional [5]. Exercem papéis estratégicos em qualquer economia local, tais como: fornecimento de novos empregos, estímulo à competição, auxílio a grandes empresas e, principalmente, na introdução de inovações [5][6]. Colaboram ainda para reter a migração para as grandes cidades, favorecendo o desenvolvimento local de todas as áreas do país [7][8].

As MPes constituem uma grande fonte de empregos e dessa forma auxiliam diretamente no desenvolvimento econômico e territorial. Para [9], o papel das micro e pequenas empresas na economia dos países com a geração de mão de obra é reconhecida pelos governos, o que justifica e incentiva o apoio de instituições e programas governamentais. Portanto, de acordo com o estudo de Solomon [7], o motor da economia de diversos países tem origem no sucesso e no fortalecimento das empresas de pequeno porte, principalmente no tocante a políticas de incentivo à inovação [2][4].

Para [8], afirma que as MPes representam a maioria de empresas constituídas, gerando a maioria dos postos de trabalho e com um peso significativo no produto interno bruto (PIB) na maioria dos países. Já o levantamento de [7], exemplifica que, na Austrália, estas representam 71% da mão de obra e 99% das empresas constituídas; na Espanha representam 80% da mão de obra e 51% do produto interno bruto; na Itália, 38% das exportações e 98% das empresas constituídas. Essa realidade se assemelha ao que ocorre na economia brasileira, já que segundo o [2], as MPes representam 99,03% das empresas do Brasil, concentrando 56% da distribuição dos empregos formais.

Apesar de tal importância, [10] lembram que as pequenas empresas encontram dificuldades para sobreviver devido a um contexto altamente concorrido e focado na aquisição de recursos, cada vez mais escassos. Segundo pesquisa do [1], 24% dos empreendimentos abertos no Brasil no período de 2007 a 2010 não permaneceram no mercado em seu segundo ano de existência, quadro agravado se considerado os primeiros cinco anos da abertura do negócio [1]. Em Pernambuco, essa taxa chega a um índice de 42% de mortalidade, considerando o pior índice do Brasil.

Para [11] afirmam que apesar do aumento das políticas de apoio ao empreendedorismo e uma melhoria significativa nas taxas de sobrevivência, ainda é muito alto o índice de mortalidade dessas MPes. Os autores destacam alguns fatores que provocam essa mortalidade: a opressão das grandes empresas; as limitações do mercado; as dificuldades na obtenção de recursos financeiros; o gerenciamento do capital de giro e a carga tributária elevada [11][12]. Assim, [13] lembram que a baixa capacidade dos empreendedores para gerir seus negócios, dificulta a implantação de inovações que irão assegurar a competitividade e continuidade do negócio [13][14].

II.1 INOVAÇÃO NA PEQUENA EMPRESA

A preocupante taxa de mortalidade empresarial motivou a criação da Lei Complementar 123, sancionada em dezembro de 2006, denominada Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte, também conhecida como Lei Geral. Tal lei estabelece um tratamento simplificado, diferenciado e favorecido para as MPes, apresentando um conjunto de normas que regulamenta e favorece os pequenos negócios.

A lei não se restringiu apenas à flexibilização e facilitação dos impostos, a desburocratização foi um dos maiores benefícios. O processo de abertura de novas empresas está facilitado, sendo exigidos menos comprovantes e documentos; Outro benefício diz respeito à maior facilidade das MPes em participarem das licitações e vendas para o governo [9].

Para aproveitar essa nova realidade, bem como melhorar sua competitividade, tornam-se necessárias ações de inovação para implantar modificações nas empresas [9]. Para [15] a inovação, de uma maneira geral, é percebida como essencial para a sobrevivência num cenário cada vez mais competitivo e globalizado, agregando valor a seus produtos e serviços, gerando empregos, fortalecendo a marca e, conseqüentemente, aumentando seus lucros que vão criar condições para que as empresas possam competir com grandes empresas, inclusive internacionalmente [4][16].

Para [6] define inovação como o ato de atribuir novas capacidades aos recursos (processos e pessoas) existentes na empresa para gerar riqueza. Segundo [17] afirma que a inovação é um conjunto de processos que interligam ciência, tecnologia e

mercado. Para [18], a inovação envolve a criação de uma ponte entre o conhecimento externo e interno, que, no processo de inovação, permite transformar ideias em oportunidades de negócio. E, para o clássico Schumpeter em 1934, a inovação pode ser a introdução de um novo produto ou mudança qualitativa em produto existente, a inovação de processo que seja novidade para uma indústria.

Já no contexto do Programa ALI (Agentes Locais de Inovação), o [2] utiliza o Manual de Oslo (2005) que define a inovação como a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas.

III. ALI – AGENTES LOCAIS DE INOVAÇÃO

Além de auxiliar na mitigação da mortalidade dos micro e pequenos negócios, o SEBRAE entende que é necessária a criação de um diferencial competitivo para a referida categoria. Diante disso, em outubro de 2007, o [2] desenvolveu uma metodologia para o Projeto Agentes Locais de Inovação [17], sendo implantado inicialmente no Paraná. Diante do sucesso do projeto inicial, o modelo foi difundido por outras unidades do [2], chegando ao estado de Pernambuco em 2010, com o atendimento em mais de 1250 empresas. O Radar da Inovação foi o instrumento de pesquisa adotado para avaliar o grau de inovação das MPÉs participantes do Projeto ALI. Essa ferramenta foi desenvolvida por [19] e utiliza doze dimensões relacionadas aos meios pelos quais as empresas podem inovar, e complementada por [20] com uma décima terceira dimensão, considerada pelos autores relevante para a implantação de inovação nas empresas. O quadro 1 descreve as dimensões utilizadas pela ferramenta.

Quadro 1: Dimensões do Radar da Inovação.

Dimensão	Descrição
Oferta	Refere-se aos produtos (bens/serviços) oferecidos pela empresa.
Plataforma	Conjunto de componentes comuns, métodos de montagem ou a tecnologias que são usadas, de forma “modular”, na construção de um portfólio de produtos.
Marca	Conjunto de símbolos, palavras (slogan) ou formatos pelos quais uma empresa transmite sua imagem.
Clientes	Os clientes são pessoas ou organizações que usam ou consomem produtos para atender a determinadas necessidades.
Soluções	A combinação customizada e integrada de bens, serviços e informações capazes de resolver um problema do cliente. Normalmente, a oferta de soluções agrega valor aos produtos, gerando fidelidade e maior rentabilidade.
Relacionamento	Também denominada de “Experiência do Cliente”, leva em conta tudo que o consumidor vê, ouve, sente ou experimenta ao interagir com a empresa
Agregação de Valor	Consiste em tomar providências para aumentar a parte do valor criado que é captado pela empresa
Processos	Sequências de tarefas (ou atividades) que, ao serem executadas, transformam insumos em um resultado com valor agregado.
Organização	Refere-se ao modo como a empresa está estruturada e como são definidos os papéis e responsabilidades.
Cadeia de fornecimento	Corresponde à sequência de atividades e de agentes que movem os produtos, serviços e informações da origem à entrega.
Presença	Relacionada aos canais de distribuição que a empresa utiliza para colocar seus produtos no mercado e também aos locais a ser adquiridos.
Rede	Trata dos recursos para a comunicação ágil e eficaz entre a empresa e clientes.
Ambiência Inovadora	A existência de um “Ambiente Propício” que apresenta algumas características típicas que proporcionem o surgimento de novas ideias

Fonte: [20].

IV. METODOLOGIA

O presente estudo classifica-se como descritivo e de abordagem quantitativa. A abordagem quantitativa dos métodos de investigação é bem utilizada no desenvolvimento de investigações descritivas, pois procuram descobrir e classificar a relação entre variáveis, bem como na investigação da relação de causalidade entre fenômenos causa e efeito. Entende-se a presente pesquisa como quantitativa, de caráter descritivo pois busca descrever as

características da amostra de micro e pequenas empresas com o intuito de mensurar seu grau de inovação.

Na concepção de [21], a pesquisa descritiva tem como principal objetivo descrever características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Uma de suas características mais significativas compreende a utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados. Assim, a pesquisa descritiva preocupa-se em observar os fatos, registrá-los, analisá-los e interpretá-los sem a interferência do pesquisador.

IV.1 DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

As empresas analisadas são de micro e pequeno porte com base na Lei Complementar nº 139 de 10 de novembro de 2011 do Governo Federal e estão situadas na região do Vale do São Francisco no estado de Pernambuco. A amostra totalizou um quantitativo de 114 empresas atuantes no Programa ALI, aderidas no período de Agosto de 2012 a Dezembro de 2013.

O critério amostral adotado foi o não probabilístico por adesão, considerando que a participação das empresas ao Projeto Agentes Locais de Inovação se deu de forma voluntária, com a aceitação do empresário em aderir ao projeto a partir da sensibilização realizada pelo Agente Local de Inovação. Os dados foram colhidos entre os meses agosto de 2012 a abril de 2014, através de questionários de entrevistas – Radar de Inovação, aplicados pessoalmente com os empresários de cada organização por um Agente Local de Inovação. A pesquisa adotou um corte longitudinal, admitindo dois momentos de coleta de dados por empresa: o primeiro na etapa de adesão (R0), e o segundo, após a intervenção do ALI e dos provedores de soluções (R1).

IV.2 FERRAMENTAS UTILIZADAS

A ferramenta principal utilizada para esse estudo foi o Diagnóstico Radar da Inovação, ferramenta utilizada pelo ALI para verificar, através de 13 dimensões, o grau de inovação em que a empresa se encontra. Trata-se de um questionário semiestruturado aplicado com o empresário participante do Programa ALI.

Para consolidar todas essas informações, foi preciso utilizar ferramentas e softwares como SPSS, para análises estatísticas e ferramentas do pacote MS-Office para a confecção de tabelas e gráficos apresentados no tópico das análises.

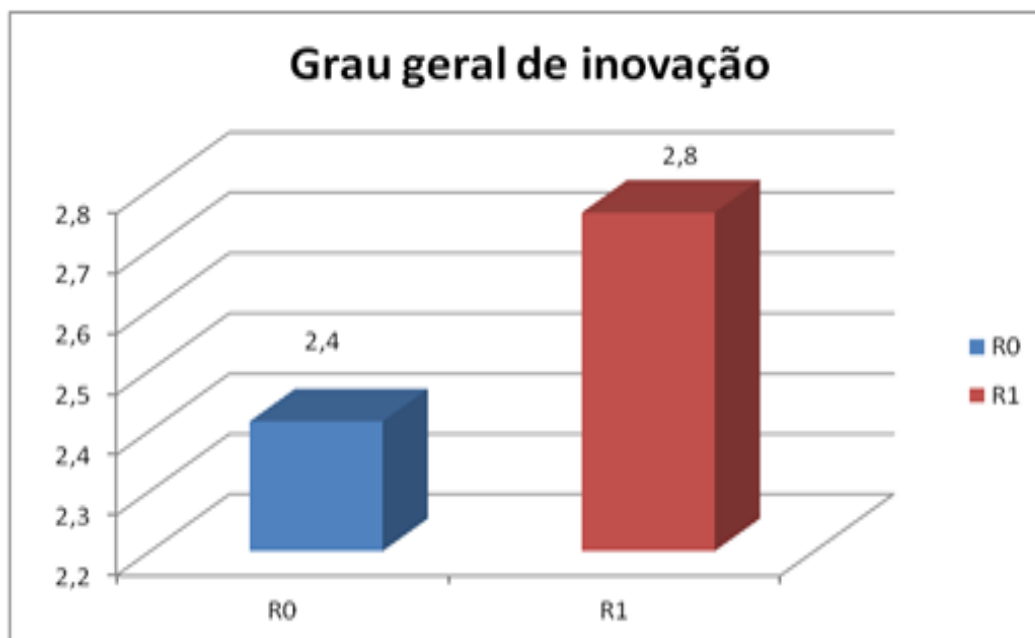
O grau de inovação das MPES foi avaliado a partir da pontuação mensurada por meio do Radar de Inovação. O escore em cada uma das treze dimensões varia de 1 a 5 pontos, atribuída a pontuação de 1, 3 ou 5 ponto em cada uma das variáveis analisadas, sendo a pontuação da dimensão a média das variáveis que a compõem. O valor global de inovação das empresas foi determinado pela média das dimensões, considerando a Dimensão “Ambiência Inovadora” com peso 2. Para o estudo, considera-se a evolução da empresa, avaliada em dois momentos distintos: 1. Ao aderir ao Programa ALI; 2. Após a intervenção do ALI.

Para a avaliação, será comparado o grau de inovação das empresas no primeiro (R0) e no segundo momento (R1), avaliando a contribuição dada às empresas para elevação do Grau Geral de Inovação, considerando o provável incremento nos escores das empresas.

V. ANÁLISE DE DADOS

A análise dos dados buscou verificar a evolução do grau geral de inovação após a intervenção do Programa ALI. Para isso foi medido o grau de inovação em momentos distintos. As figuras 1 e 2 mostram a variação do grau geral de inovação das empresas da amostra.

Figura 1: Grau Geral de Inovação das Empresas.



Fonte: Autores, (2017).

O grau de inovação apurado nas 114 empresas demonstradas foram obtidos pela média das pontuações das empresas nas dimensões, considerando que a dimensão Ambiência Inovadora tem peso 2. Dessa forma, o grau de inovação global das

empresas analisadas foi de 2,4 no momento inicial ao programa (R0), sugerindo que as empresas do setor ainda eram pouco inovadoras, já no momento posterior à atuação do programa ALI (R1) o grau de inovação global atingido foi de 2,8.

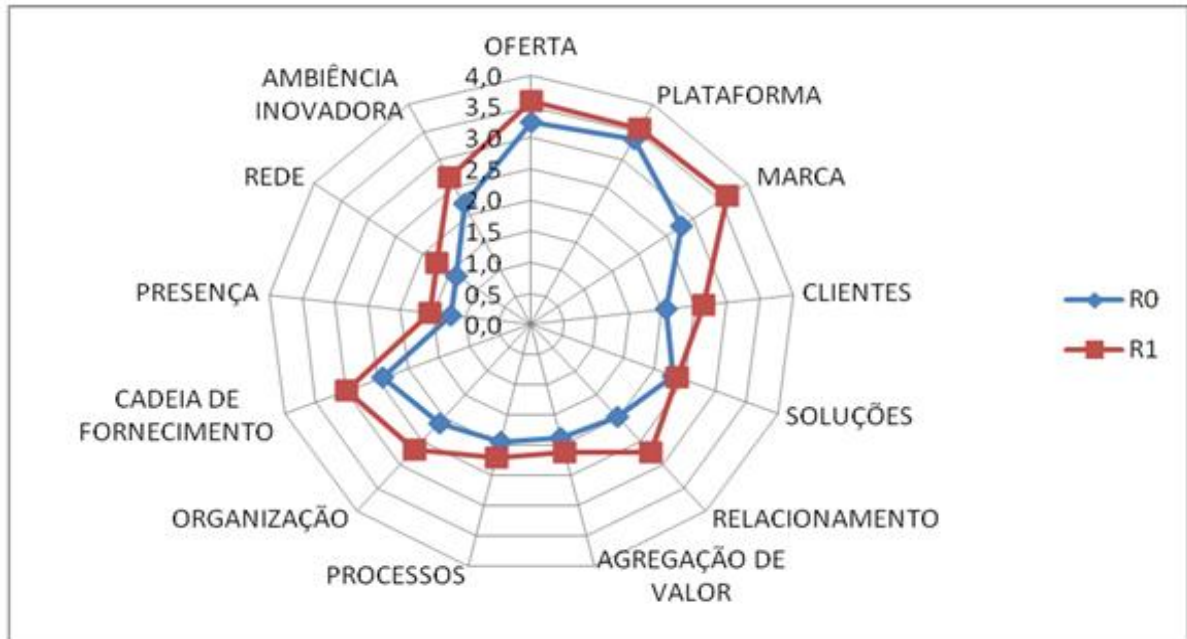


Figura 2: Variação do grau de inovação por Dimensão.
Fonte: Autores, (2017).

Conforme a figura 2, com o resultado da variação dos escores distribuído nas 13 dimensões avaliadas na metodologia do Programa ALI, a variação foi evidente nas dimensões de: Marca, Relacionamento e Organização. Sendo essas as dimensões mais

trabalhadas pelas ações no Programa ALI. Destaca-se também que a dimensão de Soluções foi a que sofreu menor impacto no processo.

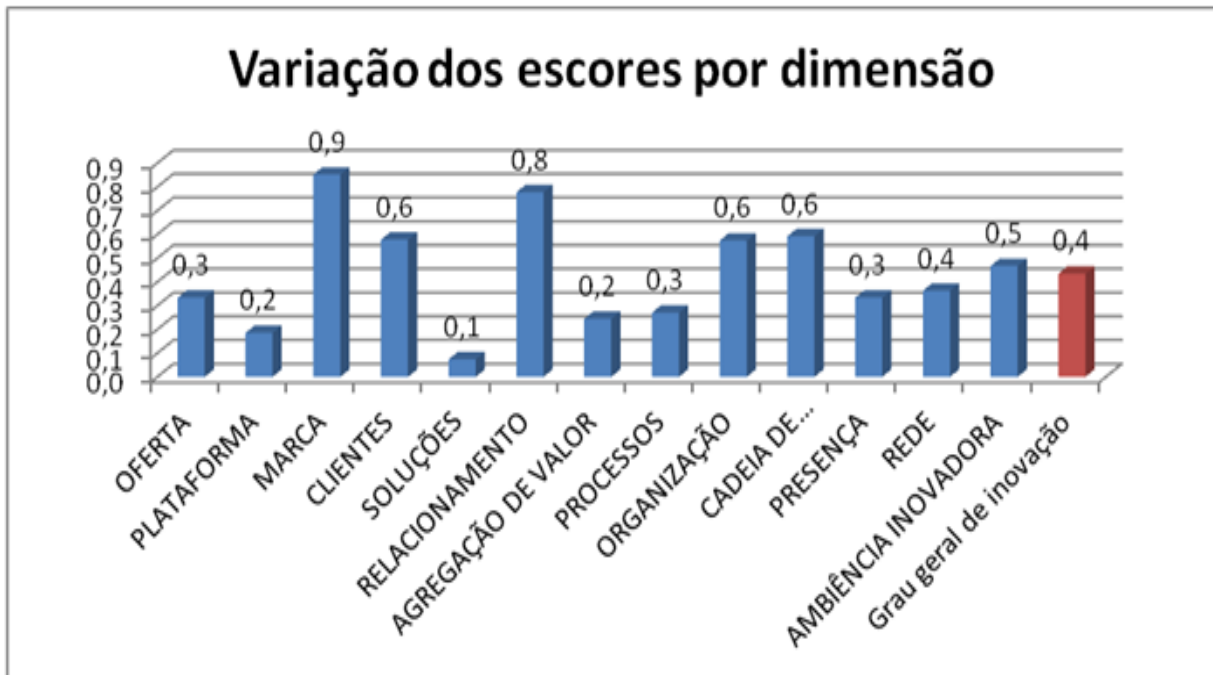


Figura 3: Evolução dos escores por dimensão.
Fonte: Autores, (2017).

Complementando a análise anterior, a figura 3 demonstra a variação dos escores por dimensão. Evidenciando o destaque da

Marca (0,9) e do relacionamento (0,8) como dimensões estratégicas para a evolução da inovação no comércio varejista.

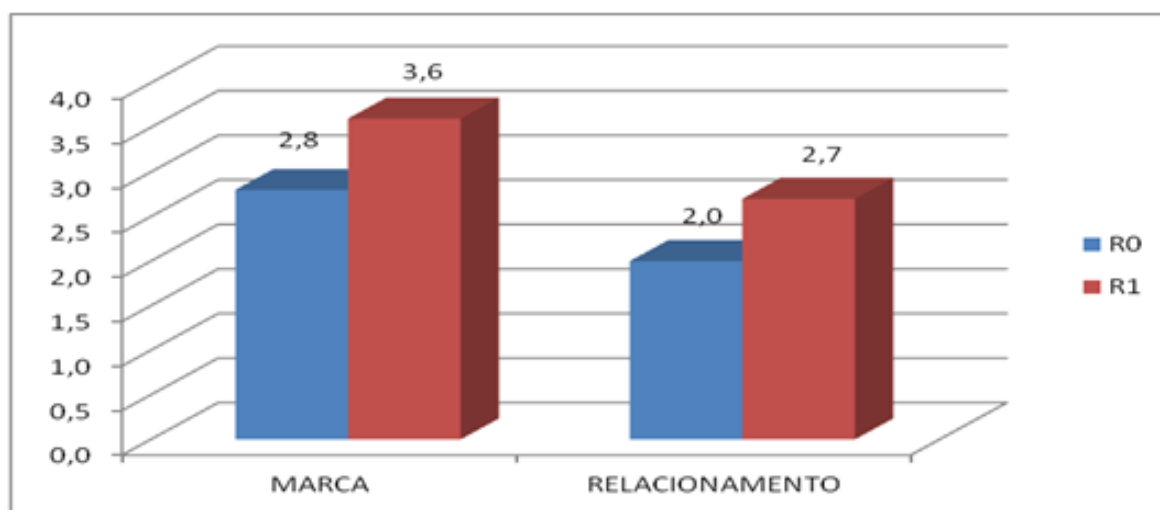


Figura 4: Variação do escore nas dimensões.

Fonte: Autores, (2017).

A figura 4 destaca as duas dimensões de maior variação entre os dois momentos analisados. É evidente a importância dessas dimensões para o processo de inovação nas empresas do comércio varejista. Constatando que as ações executadas durante o programa tiveram maior impacto nas dimensões: Oferta e relacionamento.

Como destaca [22], a marca é um fator de bastante importância no varejo, visto que é ela quem repassa a seus consumidores a identidade da empresa frente ao mercado, fato de bastante relevância para o processo de inovação no comércio

varejista. Isso complementa a afirmação de [22] que destaca que o consumidor vai do produto à imagem para formar o significado da experiência.

Outra afirmação de [23] ressalta a importância do relacionamento para as MPEs, não sendo mais o bastante apenas desenvolver produtos para os consumidores, mas é necessário compreendê-los a fim de criar valores de acordo com suas necessidades e desejos. Assim destacando a importância do marketing de relacionamento para as pequenas empresas.

Quadro 2: Principais ações executadas por dimensão.

Principais ações executadas por dimensão		
Dimensões	Marca	Elaboração/atualização do prospecto de divulgação da empresa e produtos
		Fortalecimento/redefinição da identidade visual
		Reforma/redefinição da fachada da empresa
		Registro da marca
		Criação da mascote da empresa
		Parceria com agência de marketing
		Participação ativa nas redes sociais
	Relacionamento	Cartão fidelidade
		Atualização/Criação do <i>website</i> empresarial
		Avaliação da satisfação do cliente
		Sistema de feedback aos clientes
		Caixinha de sugestões
		Criação/atualização de blog empresarial
		Campanha específica de café da manhã
		Criação de canal de comunicação com o cliente
		Implantação do serviço <i>delivery</i>
		Pesquisa de mercado
		Pesquisa interna de satisfação do atendimento
		Soluções <i>e-commerce</i>
		Parceria com agência de marketing
Participação ativa nas redes sociais		

Fonte: Autores, (2017).

O quadro 2 apresenta as principais ações de inovação executadas nas empresas analisadas, separadas por dimensão, destacando apenas as duas que mais obtiveram variação durante o

Programa. Atribui-se às ações destacadas as de maior impacto na variação do escore, considerando a metodologia proposta pelo Programa ALI.

V. CONCLUSÕES

Conforme os dados apresentados, de acordo com o objetivo da pesquisa, foram verificados o incremento no Grau Geral de Inovação das empresas participantes do Programa ALI da regional do Vale do São Francisco. Foi possível perceber que o grau de inovação alcançado por essas empresas, alcançou um escore médio de 2,8 evoluindo-o de um valor anterior de 2,4. Esse dado demonstra a contribuição do Programa ALI para a evolução do grau de inovação das empresas atendidas. Foi possível perceber que as maiores variações atingidas entre os momentos R0 e R1 foram nas dimensões Marca e Relacionamento. A dimensão Marca colabora para o aumento da pontuação no apoio da construção da marca, com o incentivo à proteção da marca e ações de alavancagem da marca. A dimensão Relacionamento, especialmente no quesito informatização e relacionamento empresarial. Com relação às ações de impacto, exclusivamente nas dimensões destacadas, percebe-se que as empresas pesquisadas demonstraram uma predisposição em implantar ações com auxílio do Programa SEBRAETec, com ações direcionadas principalmente ao desenvolvimento e registro da Marca e Identidade Visual, desenvolvimento de site e a implantação de plataforma *e-commerce*. Foram apresentadas também outras ações independentes do Programa SEBRAETec: reforma ou redefinição da fachada da empresa, parceria com agência de marketing, participação ativa nas redes sociais, implantação do Cartão fidelidade, disponibilização da Caixinha de sugestões, criação ou atualização de blog empresarial, dentre outras ações pontuais que refletiram em um aumento significativo do escore e, conseqüentemente, do grau geral de inovação. Portanto, os dados apresentados tendem a concluir que a participação no Projeto ALI contribuiu para o aumento do grau e inovação das empresas, em média 0,4 pontos no escore. Os principais fatores que cooperaram para atingir esse resultado são relacionados às dimensões Marca, Relacionamento. Para a realização de trabalhos futuros, é recomendável pesquisar a continuidade do grau de inovação por meio da utilização de outros métodos de estudo após a conclusão do Projeto ALI. Também sugere-se a comparação da inovação entre setores diferentes ou regiões diferentes, com o objetivo de identificar os fatores que influenciam nas diferenças entre o grau de inovação de regiões distintas.

VI. REFERÊNCIAS

[1] SEBRAE. **Anuário do trabalho na micro e pequena empresa** (4a ed.). Brasília, DF, 2013.

[2] Schumpeter, J. **Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico**. Nova Cultural, 1985.

[3] SEBRAE. **Fatores condicionantes e taxas de sobrevivência e mortalidade das micro e pequenas empresas no Brasil 2003-2005**. Brasília-DF, 2013.

[4] Pereira, M. F.; Grapeggia, M.; Emmendoerfer, M. L.; Três, D. L. **Fatores de inovação para a sobrevivência das micro e pequenas empresas no Brasil**. Revista de Administração e Inovação, vol. 6, n. 1, pp. 50-65, 2009.

[5] Longenecker, J. G.; Moore, C. W.; Petty J. W. **Administração de pequenas empresas: ênfase na gerência empresarial**. São Paulo: Makron Books, 1998.

[6] Drucker, P. F. **Inovação e espírito empreendedor**. São Paulo: Pioneira, 1987.

[7] Giraldi, L. T. A.. **Inovação e criatividade nas pequenas e médias empresas**. Dissertação de Mestrado, Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresa, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2001.

[8] Julien, P.A **Lês PME bilan et perspectives**. 2. Ed. Quebec: Economia, 2010.

[9] Silva Neto, A. T.; Teixeira, R. M. **Mensuração do Grau de Inovação de Micro e Pequenas Empresas: Estudo em Empresas da Cadeia Têxtil-confecção em Sergipe**. *Revista de Administração e Inovação*, São Paulo, v. 8, n. 3, p.205-229. 2011.

[10] Maçaneiro, M. B.; Cherobim, A. P. M. S. **Fontes de financiamento à inovação: incentivos e óbices às micro e pequenas empresas – estudo de casos múltiplos no estado do Paraná**. *Organizações & Sociedade*, v.18, n.56, p. 57-75. 2011.

[11] Santini, S.; Favarin, E. de V.; Nogueira, M. A.; Oliveira, M. L. de; Ruppenthal, J. **E Fatores de mortalidade em micro e pequenas empresas: Um estudo na região central do Rio Grande do Sul**. *Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios*, v.8, n.1, 2015.

[12] Mahamid, I. **Factors affecting contractor's business failure: contractors' perspective**. *Engineering, Construction and Architectural Management*, v. 19, n. 3, p. 269-285, 2012.

[13] Baron, R. A.; Shane, S. A. **Empreendedorismo: uma visão do processo**. São Paulo: Thomson Pioneira, 2007.

[14] Zwan, P.; Verheul, I.; Thurik, A. R. **The entrepreneurial ladder, gender, and regional development**. *Small Business Economics*, 2011.

[15] Vidrik, V. (Coord.). **Gestão da inovação: caminhos e reflexões**. Bauru, SP: Canal 6, 2010.

[16] Tachizaw, T. **Criação de Novos Negócios: Gestão de Micros E Pequenas Empresas**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007.

[17] Freeman, C. **The determinants of innovation: market demand, technology and the response to social problems**. *Futures*, vol. 11, n. 3, 1979.

[18] Lindegaard, S. **A revolução da inovação aberta: princípios básicos, obstáculos e habilidades de liderança**. São Paulo, Évora, 2011.

[19] Sawhney, Mohanbir; Wolcott, Robert C.; Arroniz Inigo. **The 12 different ways for companies to innovate**. MIT Sloan Management Review abr.2006.

[20] Bachmann, D. L.; Destefani, J. H. **Metodologia para Estimar o Grau de Inovação nas MPE – Cultura do empreendedorismo e Inovação**, Curitiba: SEBRAE, 2008.

[21] Gil, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. Atlas, 1999.

[22] Andrade; C. F.; Kato, H. T. **Introdução dos Produtos com Marcas Próprias: Estudo de Caso em Redes de Supermercados na Cidade de Curitiba e Região Metropolitana**. ANAIS... III Encontro de Marketing da ANPAD, Curitiba, 2008.

[23] Kapferer, J. N. **O que vai mudar as marcas**. Porto Alegre: Bookman, 2004.



Proposal for landscape and urbanistic implantation as revitalization and environmental improvement of Suframa chair in industrial pole of Manaus

Francinete de Menezes da Silva^{1,2}, Jandecy Cabral Leite^{1,3}, Cláudio Nahum Alves^{1,2}, Ricardo Jorge Amorim de Deus^{1,2}, João Carlos Paiva da Silva⁴

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência e Meio Ambiente do Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal do Pará (PPGCMA/ICEN/UFGA). Bairro Guamá. CEP: 66075-110. Caixa Postal 479. PABX +55 91 3201 7000. Belém – Pará – Brasil.

²Laboratório de Pesquisa em Meio Ambiente e Conservação/LaPMAC. Bairro Guamá. CEP: 66075-110. Caixa Postal 479. PABX +55 91 3201 7000. Belém – Pará – Brasil.

³Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará (PPGEP/ITEC-UFGA). Bairro Guamá. CEP: 66075-110. Caixa Postal 479. PABX +55 91 3201 7000. Belém – Pará – Brasil.

⁴Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas (EST-UEA). Avenida Darcy Vargas. Nº 1200. Bairro: Parque Dez. Manaus – Amazonas. CEP 69.050-020.

Email: francinetemenezes@gmail.com, jandecy.cabral@itegam.org.br

ABSTRACT

The improvement of public spaces combined with environmental revitalization contributes to the participation of society, both in private and public spaces and improve the environment can also be a form of social mobility and a passport to the disclosure of landscaping as a means for environmental recovery. The study element of this work was to expose the importance of landscaping ally of the conditions that the environment provides and this scope sought to expand the looks in the design of sustainable landscaping, environmental and human environment, proposing an environmental urban landscape design that offers more a deployment alternative that enhances a public area of the city popularly known as promenade Suframa and evidence it like a business card for the city of Manaus due to be located in the Industrial Pole of Manaus which is a national and international reference.

Keywords: Landscaping; Public spaces; Sustainability; Environment

Received: January 13th, 2017

Accepted: March 14th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Proposta de implantação paisagística e urbanística como revitalização e melhoria ambiental do calçadão da Suframa no polo industrial de Manaus

RESUMO

A melhoria de espaços públicos conjugada com a revitalização ambiental contribui para a participação da sociedade, tanto nos espaços públicos ou privados além de melhorar o ambiente também pode ser uma forma de ascensão social e um passaporte para a divulgação do paisagismo como meio para a recuperação ambiental. O elemento de estudo deste trabalho foi expor a importância do paisagismo aliado das condições que o meio ambiente proporciona e com este escopo buscou-se ampliar os olhares na concepção do paisagismo sustentável, socioambiental e no ambiente humano, propondo um projeto paisagístico urbanístico ambiental que ofereça mais uma alternativa de implantação que valorize uma área pública da cidade conhecida popularmente como Calçadão da SUFRAMA e evidenciá-la como um cartão de visita para a cidade de Manaus devido estar situado no Polo Industrial de Manaus (PIM) que é uma referência nacional e internacional.

Palavras-chave: Paisagismo; Espaços Públicos; Revitalização; Sustentabilidade; Meio ambiente.

I. INTRODUÇÃO

A paisagem e o crescimento das cidades são marcados pelas assimetrias das contínuas mudanças, em que alguns espaços vazios

são ocupados e outros deixam de o ser. É uma afirmação do contínuo processo dialético da construção e desconstrução do tecido urbano, que cresce e, nesta dinâmica, fragmentam-se e geram vazios urbanos [1].

No atual momento a relação cidade-natureza se encontra cada vez mais problemática, devido à expansão dos espaços urbanos sem planejamentos em que se criam contradições entre as questões socioambientais e os interesses políticos e econômicos [2]. Sendo assim, o crescimento econômico e a expansão urbana trouxeram graves consequências ambientais para as cidades, tais como a diminuição da biodiversidade, impermeabilização do solo, contaminação de rios e lençol freático, poluição atmosférica, dentre outras.

A grande maioria dos centros urbanos, em seu planejamento e ocupação do solo, não integra a implantação das áreas verdes em seus projetos, o que seria uma forma de desenvolvimento urbano ordenado e sustentável. Em contrapartida, a Constituição Federal, em seu art. 225, prega que "todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade, o dever de defendê-lo e preservá-lo para os presentes e futuras gerações" e neste sentido, o paisagismo com sua infraestrutura verde, reposiciona o espaço aberto como um dos elementos vitais para que as cidades possam ser revitalizadas, tanto ecológica, social e economicamente, proporcionando espaço externo sustentável que, em harmonia com a arquitetura, procura proporcionar lazer, convívio social, esporte, cultura, contemplação e educação ambiental, trazendo dignidade e qualidade de vida a todos, o que é fundamental em meio ao estresse e à conturbada vida moderna" [3].

Diante deste contexto, a cidade de Manaus, Amazonas, localizada na região Norte do Brasil, possui importante espaço público denominado Calçadão da Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA), localizado na BR-319, setor do Distrito Industrial (DI), zona sul, um local situado dentro do PIM que necessita de melhorias significativas para se tornar um ambiente de áreas verdes dentro da questão da estética e do paisagismo da cidade para acatar as funções definidas pelo homem, com a finalidade de suprir as demandas por lazer, recreação, esportes, meditação, estudo, entretenimento cultural, contato com a natureza e outras atividades relacionadas ao bem-estar social, bem como minimizar os problemas ecológicos, da qualidade do ar, das águas, do solo, aumento da coesão social e promoção da sustentabilidade ambiental.

II. REVISÃO DA LITERATURA

Num exercício fundamentalmente exploratório teórico, será proposto um conjunto de intervenções, que pelo seu programa, apresentem as características observadas ao longo da dissertação, princípios, conceitos, estudos e pesquisas sobre Espaço público, paisagismo, jardim de chuva, calçadas verdes, meio ambientes, que foram realizadas por diversos autores e estão sistematizados sob as mais diversas fontes de consultas, tais como: projetos paisagísticos, revistas especializadas, documentos, livros, artigos científicos publicados, internet, etc., como sendo caminho chave na revitalização urbana.

II.1 PAISAGISMO

No mundo contemporâneo, o paisagismo é altamente técnico, sendo aplicado para melhorar tanto a estética, quanto a funcionalidade, segurança, conforto e privacidade dos ambientes. É momento de incorporarmos no exercício da arquitetura paisagística a variável ambiental e integrar definitivamente a

natureza como suporte do projeto de paisagismo [4]. As áreas verdes, quando existentes nas áreas urbanas, têm sido plantadas, na maioria dos casos, ao acaso, atendendo quando muito suas funções estéticas direcionadas a contemplação e ao lazer. Seu potencial ecológico para os ecossistemas urbanos não foi ainda explorado de maneira integrada.

Estudar a organização do espaço exterior em função das necessidades atuais e futuras e aos desejos estéticos do homem constitui-se em objetivos do paisagismo. A arquitetura paisagística combina a perspectiva social, econômica, ambiental e cultural onde através de seus profissionais estudam, planejam, projetam e gerenciam espaços que sejam ao mesmo tempo sustentáveis e visualmente agradáveis. Eles configuram a face da terra e também ajudam a determinar o nosso futuro [5].

As grandes cidades são dependentes do paisagismo, as áreas verdes urbanas são um ajuste para o equilíbrio ecológico [6]. O homem começa a perceber a qualidade de vida proporcionada pelo paisagismo que é um planejamento das melhores formas de se adaptar a plantas de diversos tipos, cada qual com suas características, em um ambiente, natural ou não, proporcionando leveza, beleza, recursos naturais e qualidade de vida ao ser, possuindo um forte poder ecológico, biológico, sustentável e social no mundo [7].

II.2 ESPAÇOS PÚBLICOS

O conceito de espaço público é estudado e definido por diversas áreas científicas. Para [8], destaca que o espaço público não é meramente o espaço vazio entre edifícios e ruas, nem um espaço vazio considerado público por razões exclusivamente jurídicas, um espaço multifuncional que serve de palco à sociedade, é um espaço físico, simbólico e político onde as relações sociais se estabelecem. Contar a história do espaço público é contar a história da própria cidade, e que a qualidade da cidade poderá ser avaliada através do seu espaço público, pois indica a qualidade de vida dos cidadãos e o seu grau de cidadania [9].

II.3 ARBORIZAÇÃO URBANA

A arborização urbana é caracterizada principalmente pela plantação de árvores de porte em praças, parques, nos calçadões, nas calçadas de vias públicas e nas alamedas e se constitui hoje em dia uma das mais relevantes atividades da gestão urbana, devendo fazer parte dos planos, projetos e programas urbanísticos das cidades [10]. A vegetação inserida em áreas urbanas ainda é majoritariamente percebida como paisagismo contemplativo, que busca harmonizar ambientes e prover conforto visual a observadores. Todavia, a vegetação no meio urbano exerce funções ambientais além do paisagismo, mas que passam despercebidas pela maioria das pessoas. É neste contexto que várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas dando ênfase aos benefícios da vegetação urbana, entre os quais destacamos as pesquisas realizadas por [11][12]. Esses trabalhos apresentam a importância da vegetação para o clima urbano, o controle da poluição do ar e da acústica, a melhoria da qualidade estética, os efeitos sobre a saúde mental e física da população, o aumento do conforto ambiental, a valorização econômica das propriedades e a formação de uma memória e de um patrimônio cultural.

O uso de espécies nativas apresentam-se com grande potencial de utilização do ponto de vista de sustentabilidade ambiental, tanto por suas características de adaptabilidade ao meio quanto pela preservação da biodiversidade, fundamentais no equilíbrio ambiental local, sendo necessário o reconhecimento da

função de cada espécie acoplada ao ambiente urbano [13]. As principais vantagens de se plantar árvores nativas é a integração de um sistema organizado onde cada espécie contribui com a outra, de diversas maneiras (sombra, água, proteção física, local de reprodução etc.). Possui uma maior resistência a pragas e doenças, pois são mais adaptadas ao ecossistema regional. Possui uma relação mais harmoniosa entre os fatores ambientais disponíveis e os necessários para a árvore, contribuindo para a manutenção do ecossistema local e, global, através da preservação da fauna e flora nativas de cada região [14].

II.4 JARDINS DE CHUVA

Segundo [15] [16] o jardim de chuva como uma estrutura hidrológica funcional na paisagem, de investimento baixo e de simples manutenção, no qual através do sistema solo-planta-atmosfera e processos de infiltração, retenção e adsorção, purificam e absorvem as águas pluviais de pequenas áreas, reduzindo o volume escoado e protegendo a qualidade das águas subterrâneas. São caracterizados como ferramenta de gestão, por se adaptam a retenção do escoamento superficial, a recarga subterrânea e ao tratamento de poluentes e por valorizarem a desconexão de áreas impermeáveis, dirigindo as águas para si, contribuindo no manejo das águas pluviais no meio urbano o que proporcionam benefícios ambientais, ecológicos, paisagísticos e econômicos [17][18].

Nos estados de Washington e Oregon, nos Estados Unidos, e a Província da Colúmbia Britânica, no Canadá, são identificados alguns movimentos de criação de paisagens urbanas que reproduzem funções ecológicas e hidrológicas dos ambientes urbanos como uma estratégia de implantação de espaços abertos urbanos, tratados paisagisticamente, com obras de embelezamento urbano, com desempenho nas infraestruturas no manejo das águas urbanas, no conforto ambiental, na biodiversidade, em alternativas de circulação, nas acessibilidades e na imagem do lugar. Alguns exemplos e técnicas evidenciam que além dos fatores bióticos e abióticos, o ser humano é o maior beneficiado no contato com a

natureza, estudos vêm demonstrando que a relação do homem integrado ao meio ambiente estimula o relaxamento do corpo físico e mental.

II.5 CALÇADAS VERDES

As calçadas verdes pela sua organização e estrutura permitem que as águas das chuvas penetrem no solo, atenuam riscos de alagamentos, drenando e absorvendo bons volumes de água, alimentando os lençóis freáticos. Segundo [19], nos grandes centros urbanos, é preciso investir em infraestrutura dos sistemas de microdrenagem com o intuito de minimizar o fluxo das águas pluviais e conseqüentemente os impactos ocasionados devido a esse excesso, em períodos de tempo curtos. Nesse sentido, a implementação de sistemas de drenagem sustentável é estudada em países desenvolvidos com o intuito de gerar um sistema que imite o ciclo hidrológico natural [20].

Ao invés do cimento, as calçadas verdes consentem que as águas das chuvas penetrem no solo, desenvolvendo e alimentando, desta forma, os lençóis freáticos, que são uma importante fonte de água potável para aproveitamento humano - sendo em muitos casos a principal fonte dela. Os lençóis freáticos são um tipo de reservatório das águas subterrâneas. As calçadas verdes ainda diminuem os riscos e a intensidade dos alagamentos já que absorvem as águas pluviais, contribuem para uma menor variação de temperatura e ajudam a manter a saúde das árvores, pois permitem que as raízes tenham espaço para crescer e absorver as águas das chuvas.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada neste artigo permitiu o avanço com a abordagem quali-quantitativa apresentado nos materiais e nos procedimentos, onde são detalhados de acordo com o mapa conforme a Figura 1. Nela mostra a localização da cidade de Manaus, setor Zona Sul cujo bairro é chamado de Distrito Industrial onde estão instaladas todas as indústrias do PIM.

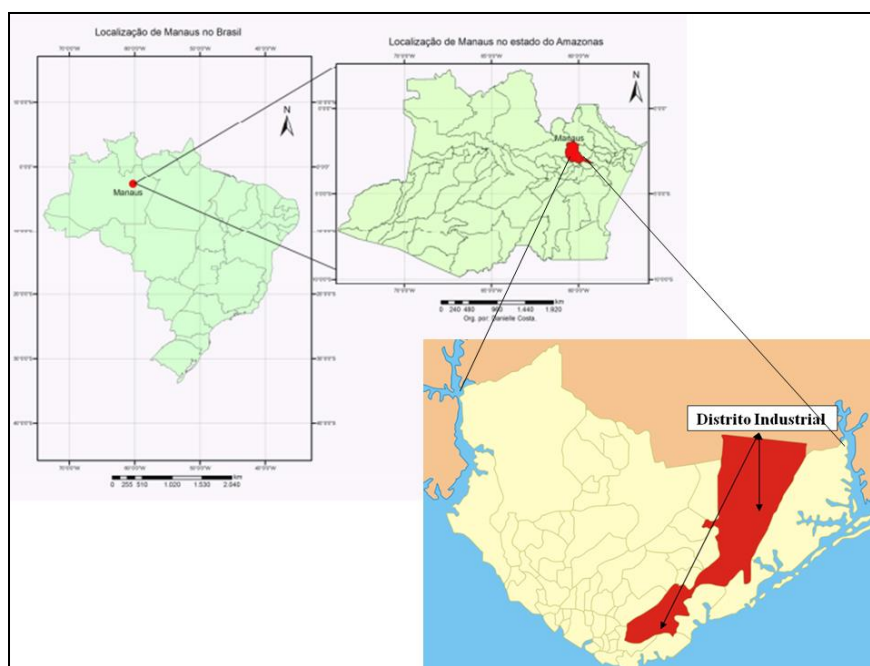


Figura 1: Cidade de Manaus, Zona Sul, Bairro Distrito Industrial.

Fonte: [13][14]. NEPECAB,2009 e Prefeitura Municipal de Manaus, (2017).

III.1 TIPO DE PESQUISA

Fundamentando-se na concepção de pesquisa preconizada por GIL (2008), será procedido um estudo exploratório sobre o objeto pesquisado (Figura 2) o qual permitirá uma visão geral sobre

as tipologias empregadas paisagisticamente para a melhoria da qualidade de vida do espaço público e do meio ambiente, nas diversas terminologias do Paisagismo, Sustentabilidade, Arborização Urbana, Jardins de Chuva e Calçadas verdes.

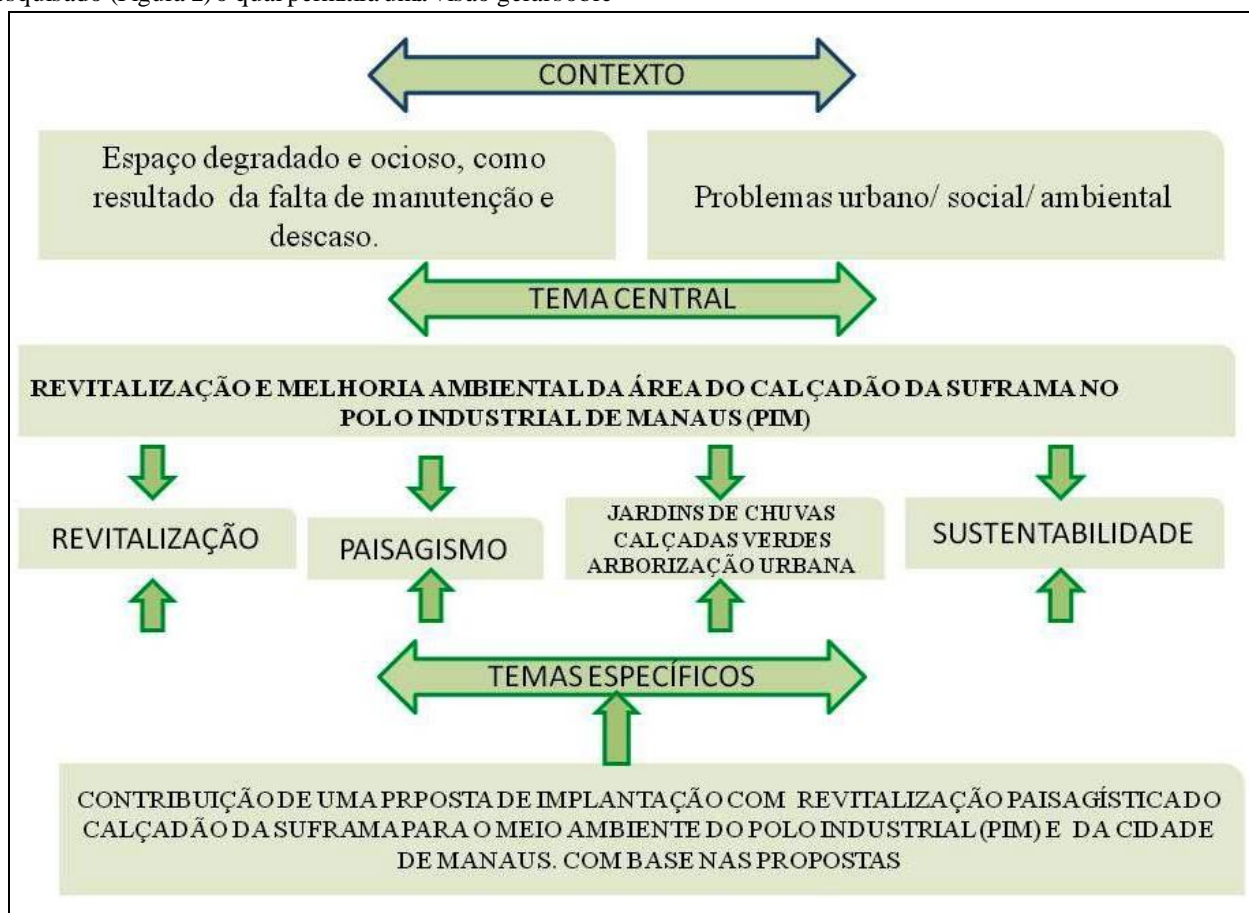


Figura 2: Síntese temática da estrutura da abordagem teórica.
Fonte: Autores, (2017).

III.2 ETAPA 1: ÁREA DE ESTUDO

O sítio de estudo deste trabalho é um espaço público que se localiza dentro de uma unidade de estruturação urbana (UES) referenciada no Plano Diretor da cidade de Manaus que contempla o Distrito Industrial I da SUFRAMA (Figura 1) sendo uma unidade predominantemente industrial e de ocupação horizontal de baixa densidade, compatíveis com as atividades industriais e de apoio às indústrias existentes e necessita de uma intervenção para dotá-lo de condições apropriadas e adequadas para uso da sociedade, mas também, resgatar um espaço que estava restrito à vida noturna, pouco qualificada e mal aproveitada. Distrito Industrial é m bairro do município brasileiro de Manaus, capital do estado do Amazonas. Localiza-se na Zona Sul da cidade. Sua população é de 2.094.391 habitantes [21].

Abriga a maior parte das indústrias da Zona Franca de Manaus. Surgiu juntamente com a instalação (ZFM) em 1967. Apesar dos incentivos fiscais, os donos das empresas sofrem com a má qualidade das vias utilizadas para circulação e a logística se torna difícil, segundo eles, resultando em maiores gastos e menor competitividade.

III.3 ÁREA PARA A PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO

A área-foco escolhida inicia-se na Bola da SUFRAMA (Figura 3) até o entroncamento da Av. Açaí numa extensão de dois quilômetros ao longo da BR-319. Em paralelo à Avenida João Gonsalves de Souza, atual Avenida Ministro Mário Andreazza, (DI), Zona Sul de Manaus, o Calçadão da Suframa, como é conhecido pela maior parte da população, é uma das poucas áreas com estrutura para a prática de lazer e esporte na cidade, que servem para os trabalhadores do Polo Industrial e população vizinha relaxarem pela manhã, no final da tarde e início de noite.

A ausência de manutenção e serviços básicos no local é evidente. O espaço oferece boa infraestrutura para esporte, mas a falta de manutenção e serviços básicos no local é evidente e encontra-se com 90% de seu solo desnudo, sem arborização, impedindo assim a caminhada dos pedestres. O entorno do calçadão é pouco dotado de calçamento para pedestres e está totalmente invadida pelo mato. As áreas públicas possuem alta taxa de permeabilidade. Nessa imagem, ao analisar a foto aérea, o que nos chama a atenção é um gigante vazio numa extensão de 2 kms, como mostra a (figura 3).



Figura 3: Imagem aérea do Sítio proposto.
Fonte: Google (2016).

III.4 PESQUISA EXPLORATÓRIA

Quanto aos fins, esta pesquisa será exploratória e descritiva segundo [21]. Exploratória porque será realizada uma busca de maiores informações sobre o objeto em estudo, sua finalidade, localização em relação à cidade de Manaus, o bairro distrito industrial, seu contexto atual e importância. Descritiva, porque visa descrever e apresentar percepções, sugestões e expectativas acerca da necessidade de implantação de uma proposta de melhoria de um espaço urbano, livre urbano.

III.5. PERÍODO DE AMOSTRAGEM

A pesquisa atrelada a este estudo já foi iniciada e deverá se estender até o final de Fevereiro/2017 utilizando-se de instrumentos e ferramentas adequadas para o levantamento dos dados necessários de acordo com os seus objetivos.

III.6 PROCEDIMENTOS E ANÁLISES

Os procedimentos de levantamentos dos dados serão feitos por meio de:

- Pesquisa bibliográfica em livros, revistas especializadas, periódicos, jornais, teses e dissertações com dados relacionados ao assunto. Além de serem feitas consultas a algumas bibliotecas físicas locais e virtuais e internet;
- Pesquisa documental nos arquivos da SUFRAMA, no Centro das Indústrias do Estado do Amazonas (CIEAM), na Federação das Indústrias do Estado do Amazonas (FIEAM), Prefeitura Municipal de Manaus (PMM), entre outros, que se reportem a obra do calçadão da SUFRAMA, sua sede, entre outras edificações adjacentes;

- Realização de fotografias do objeto em estudo; e
- Reconhecimento da área, por meio da observação in loco do calçadão e adjacências.

Com base nas conclusões alcançadas pelas pesquisas bibliográfica, documental e de campo, procurar-se-á realizar as análises cabíveis e necessárias para apresentação de um diagnóstico da situação atual, realização de comparações qualitativas pertinentes com outros objetos semelhantes com vistas à elaboração da implantação proposta.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

IV.1 PREPARAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO DE ARQUITETURA PAISAGÍSTICA E A APLICAÇÃO DOS MOVIMENTOS ESTUDOS DE MASSAS

Em visitas in loco, observou-se que naquele espaço público, maior parte da população, concentra-se uma série de pequenos bares que servem para as pessoas relaxarem no final da tarde e início de noite. Lá também estão locadas seis quadras esportivas utilizadas especificamente para a prática de futebol de salão onde atualmente seu estado físico é de total depreciação, devido às intempéries, a ausência de vigilância e de manutenção abriu espaço para o vandalismo do local tornando-se área perigosa e violenta.

Em visita in loco ao calçadão presenciou-se e registraram-se pessoas caminhando, correndo, andando de bicicleta buscando neste local uma alternativa para um lazer, práticas de esportes, passear e se entreter, entre outros afazeres, como mostra a (figura 4).



Figura 4: Foto atual das quadras de esportes e do passeio do Calçadão.
Fonte: Autores, (2017).

Perante os conceitos de [23], o processo de revitalização previsto para este local seguirá critérios sociais, funcionais e ambientais. Desta forma, com base nos conceitos citados acima será modificado a estrutura do local, restaurando sua imagem estética e reabilitando os locais degradados, tornando-se um reforço nas qualidades estéticas e funcionais do local que proporcionará uma nova imagem atrativa para a população trabalhadora do PIM.

Mediante os estudos e análises realizadas para esta proposta de requalificação, este espaço público visará a melhoria dos indicadores selecionando junto com o estudo de massas e se levará em consideração todos os elementos e aspectos que estarão relacionados entre si e que serão determinantes para a consecução deste trabalho.

A revitalização e requalificação deste espaço público deve essencialmente prover:

- Uma estrutura verde, que atualmente é bastante fragmentada e dispersa;
- Zonas de encontro, contemplação e cultura;
- Espaços melhores para lazer, atividades físicas e recreio;
- Um espaço central que imprima ao local uma identidade própria;
- Estacionamentos em alguns pontos da área do calçadão;

- Equipamentos com conceitos de sustentabilidade e consciência ecológica;
- Elementos que harmonizem a preocupação com a questão ambiental e o apelo ecológico necessário;
- Entre outros.

IV.2 ESTADO ATUAL DO CALÇADÃO DA SUFRAMA

Face às visitas realizadas registrou-se que a área do Calçadão da Suframa se encontra com sua estrutura física de modo geral bastante degradada com seus atuais equipamentos urbanos sem manutenção, seu solo desnudo, suas calçadas invadidas pelo mato (figuras 5), ou seja, abandonado pela gestão pública. Lixo, sujeira, mato, garrafas quebradas são encontradas em todas as partes. Faltam banheiros públicos e quando cai à noite assiste-se o outro lado que também torna o calçadão bastante conhecido, a prostituição, as drogas e os assaltos. A iluminação pública não funciona e todos os refletores das quadras existentes encontram-se queimadas e a falta de iluminação impõe o limite de uso do local até, no máximo, às 18h. Depois desse horário, tudo fica escuro e as pessoas são obrigadas a acabar com a prática de esportes, contudo, centenas de pessoas frequentam o lugar todos os dias. O contraste é maior com o lixo, que está por toda a parte, e o mato, que encobre partes do calçadão, a caixa de drenagem sem tampa há anos, como vemos na figura 5.



Figura 5: Imagem mostrando o estado de degradação e falta de saneamento básico do Calçadão.
Fonte: Autores, (2017).

Segundo alguns frequentadores do Calçadão, já aconteceram inúmeros assaltos, estupros e até esfaqueamento com vítima fatal, sem que as autoridades tenham tomado providência para evitar que bandidos usem o local como esconderijo e ponto de distribuição de drogas. A falta de manutenção e serviços básicos no local é evidente. A iluminação pública não funciona e todos os refletores

de toda a orla do Calçadão estão queimados. “O medo toma conta dos trabalhadores”, segundo depoimento de uma senhora que costuma frequentar o calçadão, dia sim e dia não como mostra a (figura 6) comprovando a invasão do mato, servindo como esconderijo para bandidos que aproveitam a situação para praticar assaltos e estupros.



Figura 6: O estado de degradação e falta de saneamento básico na área do Calçadão.

Fonte: Autores, (2016).

Os bares se tornaram locais de prostituição, venda de drogas e poluição sonora causada por paredões de som em carros

particulares. A falta de higiene e o despejo começa logo ao lado dos bares, como vemos nas figura 7 durante o dia e a noite.



Figura 7: Os bares pelo horário diurno e noturno do calçadão da SUFRAMA.

Fonte: Autores, (2016).

A maior parte do público que frequenta o calçadão durante o dia é de pessoas que moram em bairros próximos, tais como Japiim, Morro da Liberdade, Betânia, Parque Mauá, Mauázinho, São Lázaro e aterro do Igarapé do 40. Apesar de tudo continuo vendo um local que deveria atender as necessidades de esporte e lazer da população relegada ao abandono, sendo destruída, tomada pelo lixo, servida para prostituição, utilização de entorpecentes e colocando em risco a integridade física e a saúde das pessoas que ali frequentam por falta de opção.

IV.3 ZONEAMENTO DO PLANO DE MASSAS INICIAL

O zoneamento consiste na primeira espacialização das ideias. Nessa fase o programa definido será localizado no terreno de

diversas formas até se chegar ao conceito utilizando as necessidades do sítio:

- O zoneamento das áreas que receberão pavimentos (e equipamentos)
- O zoneamento das áreas que receberão vegetação.

Buscou-se dimensionar as áreas necessárias para abrigar a vegetação que pudessem delimitar os espaços pretendidos, em função da extensão da área do sítio pretendido, almejando com o zoneamento funcional estudar os locais passíveis e viáveis onde serão implantadas as zonas de estar, esportes, cultura, lazer, playground, arborização e alimentação, como mostra a figura 8.

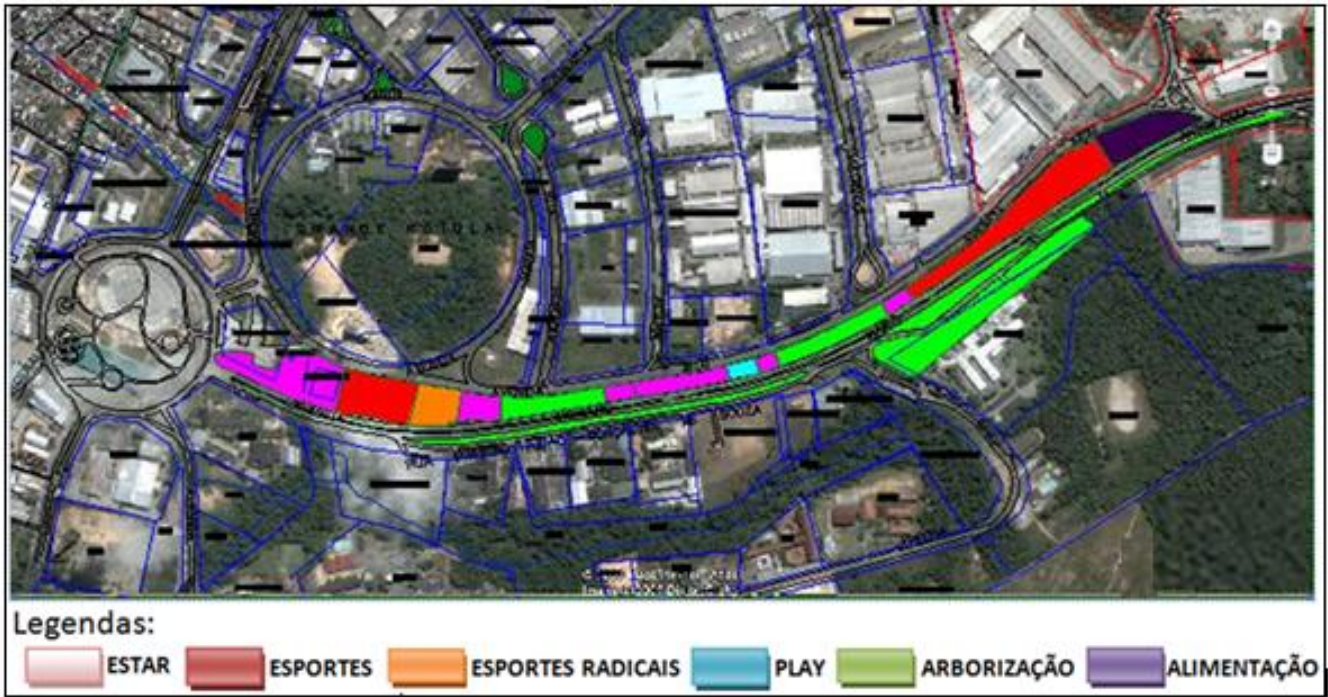


Figura 8: Estudo das zonas.
Fonte: Autores, (2016).

IV.4 PROPOSTAS DE MELHORIA PARA A ÁREA DO CALÇADÃO DA SUFRAMA

A proposta parte do plano de implantação de um parque linear ao longo da orla do Calçadão da SUFRAMA. Este parque assume, então, um papel importante tanto para a escala metropolitana, com sua configuração linear que cruza e costura a BR 319, otimizando e conectando espaços, quanto para a escala local, por ser uma área livre pública estruturadora que permite a readequação da orla, uma área que hoje é desprezada, abandonada e degradada. Um programa de necessidades, assim como uma implantação paisagística urbanística para a área sugerida, onde se espera que o resultado obtido venha apresentar os trabalhadores do PIM e de maneira mais ampla a população manauara com este espaço público com contemplação, entretenimento e utilidade pública. Partindo do conjunto estudado, sugere-se que o Paisagismo seja integrado como ferramenta para melhoria da qualidade ambiental além de uma análise do processo de transformação do entorno imediato e das tendências atuais de pensamento dos espaços livres urbanos como algo interligado ao espaço da urbe que empregadas podem oferecer renovações relevantes à arquitetura da paisagem proporcionando melhoria na qualidade ambiental, social e humana do Calçadão da SUFRAMA, do PIM e da cidade de Manaus.

Segundo [24], o equilíbrio ecológico das grandes cidades, é cada vez mais dependente do paisagismo. Por ser um dos instrumentos que podem ser utilizados para a melhoria da qualidade de vida, conforto ambiental e aliado a estética, quando implantados técnicas como a arborização urbana, jardins verticais, calçadas verdes e jardins de chuvas.

Ações como a Arborização Urbana na implantação de projetos paisagísticos que utilizem árvores nativas e ornamentais, que proporcionem sombra melhorando a qualidade do ar, elevando a umidade e diminuindo as ilhas de calor em ambientes onde a

degradação esteja presente, evitando poeira e ruídos, possibilitando a atração da avifauna, reposicionando o espaço aberto como um dos elementos vitais para que as cidades possam ser revitalizadas, tanto ecológicas como social e economicamente [25].

A implantação das calçadas verdes, além do apelo estético é um eficaz instrumento ambiental por permitir que as águas das chuvas sejam drenadas com maior rapidez, retendo a poeira e contribuindo com a captura de carbono. A locação desta técnica de Jardins de chuvas é muito interessante e barata, pois através da zona de raízes de determinados tipos de plantas filtra os efluentes através das raízes de plantas nativas, purificando de certo modo a água presente nos efluentes domésticos [26]. O implante do mobiliário urbano neste espaço público tem como função a melhoria do conforto das pessoas, mas também marca a identidade dos espaços. A determinação da localização destes equipamentos se dará com base na distância e limite de abrangência da escala do pedestre. O projeto de mobiliário incluirá bancos, conjuntos de mesas e cadeiras, lixeiras, luminárias, brinquedos infantis, corrimãos, guarda-corpos etc., Espaços (quiosques) destinados a serviços públicos como agência dos correios, banca de revistas, banca para floricultura ou outros usos de necessidade da população trabalhadora e adjacente. Áreas de caminhada contemplativa ou caminhada esportiva com ciclovia integrada. Playgrounds, espaços de convívio, anfiteatro para 200 lugares, parque esportivo, banheiros públicos, restaurante, espaço cultural etc.

Será um fator importante para aplicação destas técnicas, tanto em nível público como privado. Cada uma das alternativas de paisagismo apresentadas, apesar de simples, necessita de técnicas especiais para sua implantação, assim como devem seguir as normas legais, estruturais, técnicas, entre outras. Pelo mapa da figura 9, verifica-se também o quanto está carente de Parques esta zona Sul da cidade de Manaus que engloba a área do DI e seu entorno.

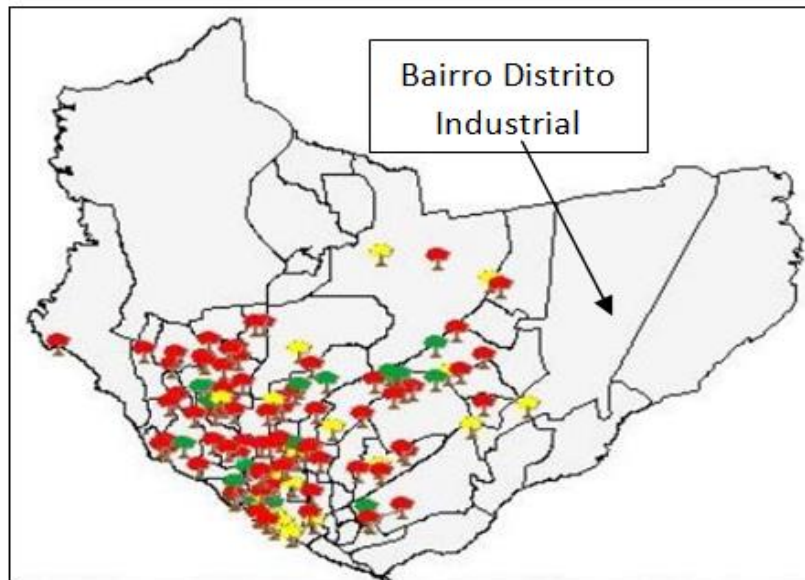


Figura 9: Mapa dos Parques na cidade de Manaus.
Fonte: PMM, (2016).

IV.5 EDIFICAÇÕES DO ENTORNO

A área estudada situa-se a margem da BR 319 e o seu entorno e adjacências são constituídos por edifícios e galpões industriais, instituições de ensino, edifícios governamentais, comerciais e de lazer, hospitais, hotéis, emissoras de rádio e TV, postos de combustíveis, centro cultural, anfiteatro, aeroporto ponta pelada, base militar, entre outros conforme mostra o gráfico da figura 10.

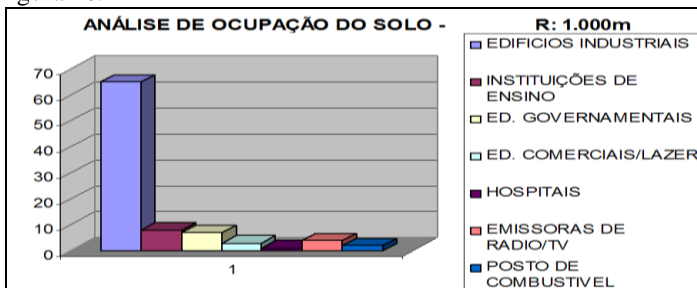


Figura 10: Gráfico das edificações do entorno.
Fonte: Autores, (2016).

IV.6 ÁREA DO PROJETO: 73.000 M²

A área deste projeto é significativa e dentro deste contexto como resultados esperados, o programa de necessidades, assim como o partido arquitetônico urbanístico proposto para o Calçadão da SUFRAMA, apresentara a população de Manaus com áreas de contemplação, entretenimento e utilidade pública. Além da função paisagística, a arborização, a implantação dos canteiros com jardins de chuvas e as calçadas verdes. Um estudo prévio da arborização está previsto sendo necessário realizar planejamento e monitoramento das espécies vegetais de forma a contribuir para a qualidade visual do ambiente construído em relação ao próprio meio ambiente atual, proporcionando maior qualidade e melhoria ambiental de toda a área. A composição da vegetação adotada no projeto valorizará e potencializará o uso da área. O tratamento inclui o desenho dos espaços abertos e dos acessos. Assim, a área receberá iluminação, pisos, bancos e outros componentes que somados à vegetação possibilitem a ambientação dos espaços. A figura 11 destaca uma ideia da paginação proposta para a área estudada.

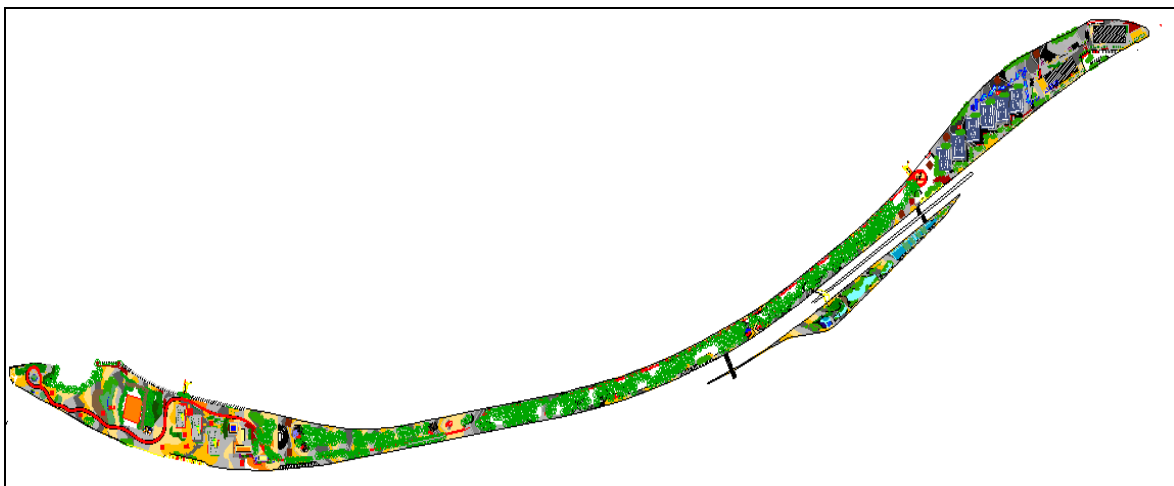


Figura 11: Planta baixa proposta para o Calçadão da Suframa.
Fonte: Autores, (2016).

Visto o levantamento já realizado pela metodologia adotada e a situação atual do calçadão para a elaboração desta proposta, o programa de necessidades foi dividido seguindo a extensão e as características da área do projeto em seis (6) trechos apresentados a seguir com as suas respectivas paginações.

O espaço deste trecho, no estudo preliminar realizado, conforme ilustra a figura 12 onde contará com 1 passarela, 180 postes de iluminação, 50 lixeiras, 465,00 metros de ciclovia, 1 ponto de ônibus, 1 chafariz, 6 quiosques, 21 bancos fixos, 90 vagas de estacionamentos, 3 quadras poliesportivas, 01 circuito de skate, 3 banheiros, 1 deck de madeira, 1 administração.

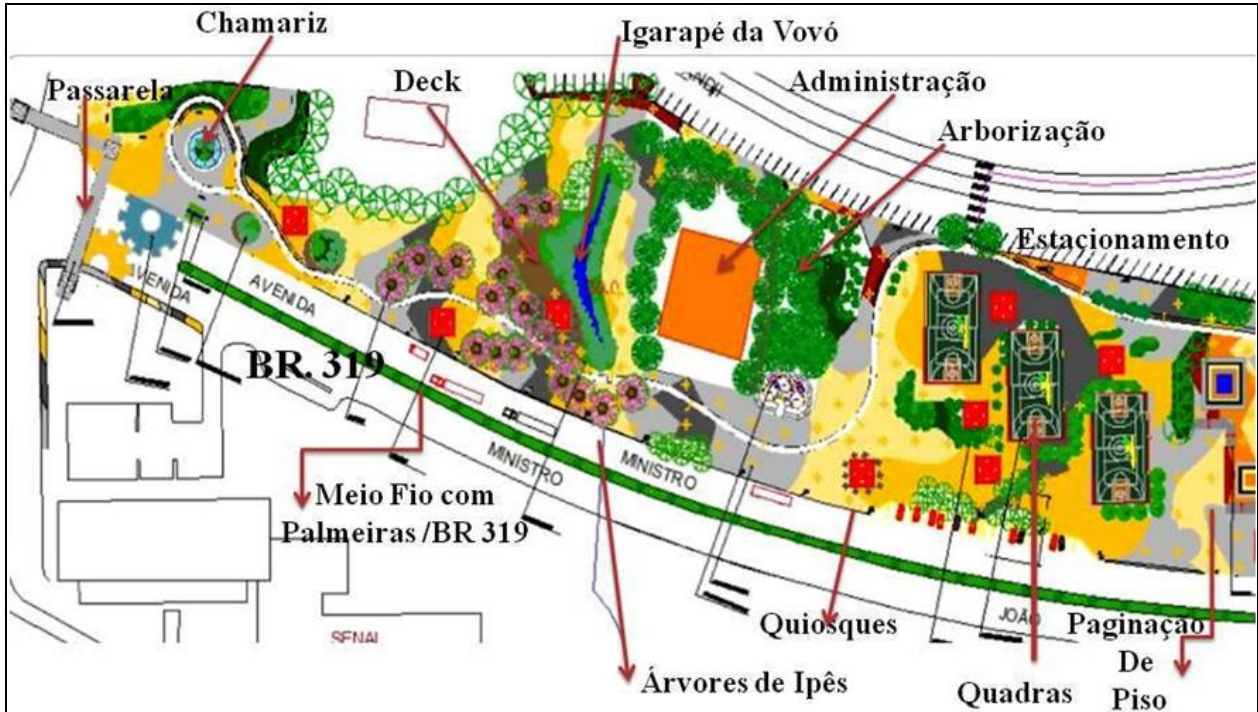


Figura 12: Planta de layout do início do Calçadão da SUFRAMA (trecho 01).
Fonte: Autores, (2016).

IV.7 PROGRAMA DE NECESSIDADES (TRECHO02- 382,15M)

Conforme apresentado na figura 13, a proposta para este trecho prevê 1 circuito de skate, 2 banheiros, 1 anfiteatro, 3

quiosques de serviços, 1 coreto, 13 jardineiras circular de concreto, 2 playground, 108 vagas de estacionamento pela av. Açai, 23 vagas de estacionamento pela BR 319 e 387,00 metros de ciclovia.

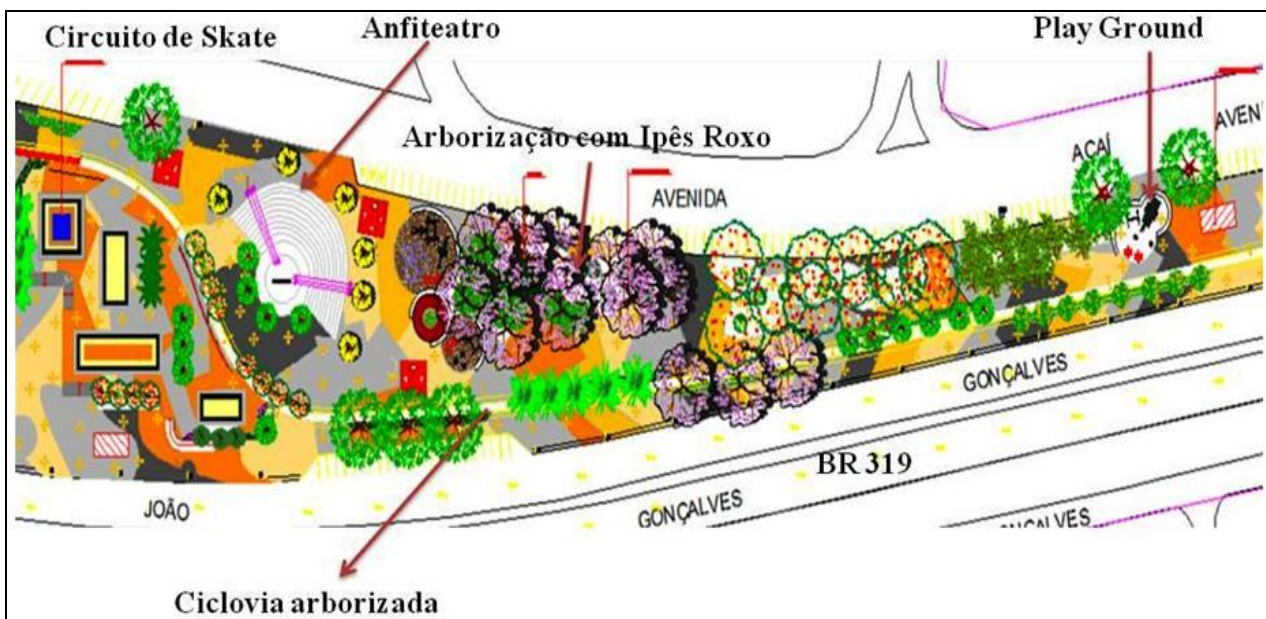


Figura 13: Planta de layout da 2ª parte do Calçadão da SUFRAMA (trecho 02).
Fonte: Autores, (2016).

IV.8 PROGRAMA DE NECESSIDADES - (TRECHO 03 – 399,20M) E (TRECHO 04 – 399,20M)

Este trecho é a parte mais estreita do calçadão e será contemplado com bastante arborização e contará com 4 bancos de concreto, 1 playground, 1 banheiro e 1 estacionamento com 18 vagas pela BR 319 da Figura 13. O trecho seguinte, também estreito, será contemplado com 1 play ground, 1 banheiro, 3 bancos de concreto, 1 quiosque, 1 passarela, 386,02 metros de ciclovie e arborização com textura e cores de acordo com a figura 14. A

escolha adequada desses extratos arbóreos contribuirá para um melhor microclima nessa área do espaço estudado, levando em consideração as mudanças de forma e tamanho que se processarão ao longo do tempo, sendo baseada nas condições de insolação do recinto urbano e vendo que exatamente neste local há ausência de vegetação, pois seu solo encontra-se totalmente despido. Levando em consideração essa parte do Calçadão situar em frente ao edifício sede SUFRAMA, haverá uma passarela que tornará mais segura e acessível a travessia da BR 319 devido ao intenso fluxo de veículos e também há escolas e outros edifícios administrativos.

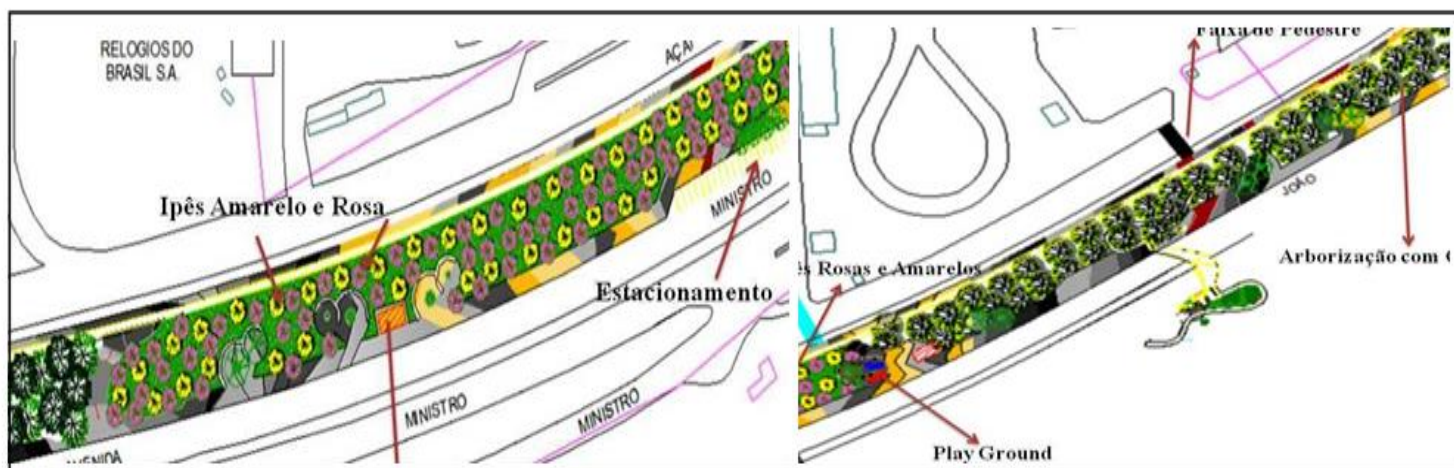


Figura 14: Planta de layout da 3ª e 4ª parte do Calçadão da SUFRAMA. Fonte: Autores, (2016).

IV.9 PROGRAMA DE NECESSIDADES - TRECHO 05 (397,22M)

Este trecho será contemplado com uma praça de esportes, onde serão localadas 05 quadras poliesportivas, sendo uma coberta, com vestiário masculino e feminino. As arquibancadas serão

inseridas nas áreas de desnível do calçadão, o que proporcionará uma redução no custo da execução. Além desses equipamentos, 3 quiosques, 1 restaurante, 2 praças de alimentação, 80 vagas de estacionamento, 2 espelhos d'água e 3 banheiros estão previstos (Figura 15).



Figura 15: Planta de layout da 5ª parte do Calçadão da SUFRAMA (trecho 05). Fonte: Autores, (2016).

IV.10 PROGRAMA DE NECESSIDADES - TRECHO 06
(397,22M)

Este trecho será contemplado com 5 bancos, 1 espelho d'água, 1 faixa de pedestre, um grande maciço de Palmeiras Açai, 1 prassarela (termo adotado pela autora para indicar um espaço diferenciado onde será ofertado pequenos serviços com jardins suspensos como motivação para os pedestres atravessarem por ela).

que se configurar em apresentar o modo mais seguro, acessível, convidativo e prazeroso para travessia do pederestre. Uma será instalada na rotatória da Bola da Suframa, visto o intenso fluxo de automóveis na área e outra (figura 16) em frente ao Edifício Sede da SUFRAMA.

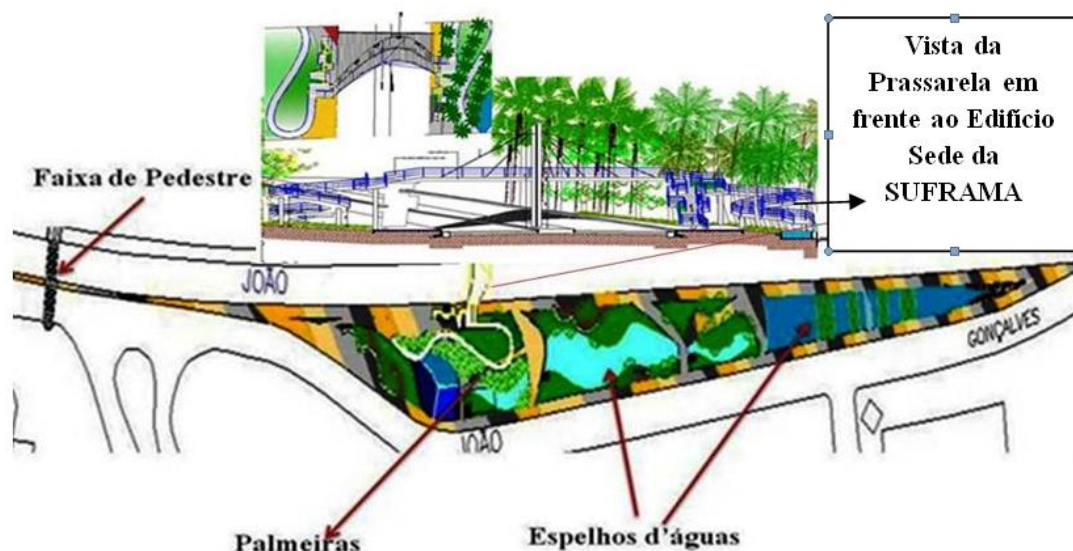


Figura 16: Planta de Layot da 6ª parte. Área enfrente a SUFRAMA (trecho 06).

Fonte: Autores, (2016).

IV.11 ARBORIZAÇÃO INDICADA

A arborização é um aspecto importante neste estudo, pois visa trazer diversos benefícios como sombreamento, purificação do ar, estética da paisagem e serão inseridas nos trechos da área estudada em boa quantidade com diversidade de espécies características amazônicas e selecionadas quanto à forma, o tamanho, a textura e a cor. Será dada uma atenção especial quanto a sua adequação no solo, a umidade, ao clima e ao microclima. Para [27] opinou que é necessário trazer espécies nativas para os jardins urbanos e parques botânicos. A utilização de plantas nativas em

“projetos de paisagismo é uma forma de perpetuar espécies, de manter uma coerência ambiental, de fazer a população compreender essa extraordinária riqueza que possuímos”. Optou-se pelas espécies amazônicas para conseguir um bom desenvolvimento e manutenção de uma vegetação sadia com seus atributos paisagísticos. Cabe destacar que espécies nativas se adaptam de forma melhor por estarem ambientadas com o clima, o que acaba por reduzir a quantidade de espécies que não se adequam e precisam ser substituídas gerando mais custos e desperdícios [28].

A Figura 17 representa os dados apresentados na tabela 1 onde mostra os diversos tipos de plantas.



Figura 17: Sipipurina, Pau Pretinho, Palmeira Buriti, Palmeira Açai, Ipê Amarelo, Ipê Rosa, Ipê Roxo.

Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), (2015).

Tabela de espécies vegetais 1: apresenta a arborização que será plantada no Parque:

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	PORTE
Sibipuruna	Caesalpinia peltophoroides	6m
Pau Ferro	Cenostigma tocantinum	8m
Palmeira Buriti	Mauritia flexuosa	8m
Palmeira Açai	Euterpe oleracea	6m
Ipê rosa	Tabebuia avellanadae	4m
Ipê branco	Tabebuia róseo-alba	4m
Ipê roxo	Handroanthus Impetiginosus	4m

Fonte: Autores, (2016).

IV.12 ELABORANDO O PROJETO DE ARBORIZAÇÃO

O ambiente urbano reflete a interação de elementos da ocupação humana com os elementos naturais. Os diversos

equipamentos existentes (edificações, vias, redes de energia, de esgoto, placas indicativas, postes de iluminação etc.) interferem nas condições dos recursos naturais e no equilíbrio climático do local, como a distribuição e intensidade de chuvas, permeabilidade do solo, vazão dos rios, umidade relativa do ar, ventos, luminosidade, qualidade do ar, dentre outros [29]. Deste modo, o projeto de arborização deve considerar as adversidades típicas do ambiente urbano ao selecionar espécies de árvores mais adequadas ao espaço físico disponível e às condições ambientais e antrópicas locais, tendo em vista o histórico de comportamento da área estudada. Ademais, o projeto paisagístico foi pensado visando garantir diversidade de espécies e variação de alturas e cores, e tendo em vista as modificações decorrentes da sazonalidade, além da conservação dos microclimas conforme ilustra a Figura 18.

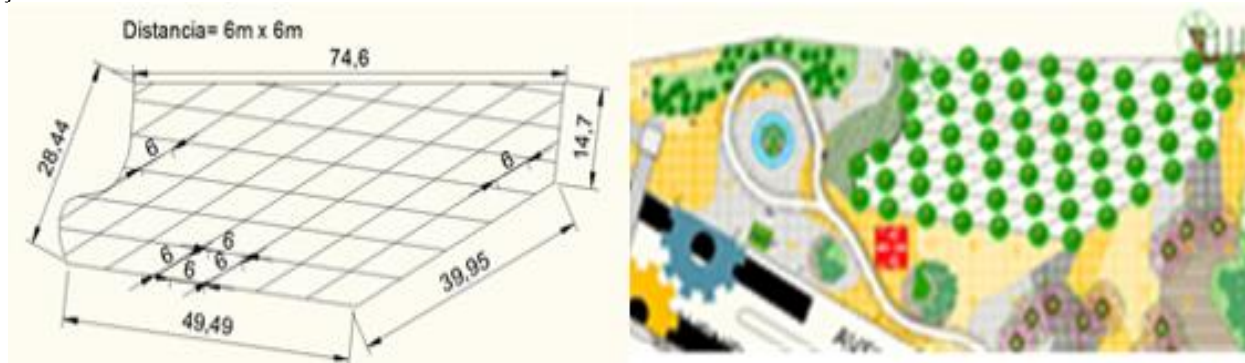


Figura 18: Esquemas de plantio com Sibipuruna de um trecho 1 do Calçadão. Programa AutoCad.
Fonte: Autores, (2017).

IV.13 O PLANEJAMENTO DA ARBORIZAÇÃO URBANA

O planejamento é um fator determinante para o sucesso do trabalho de arborização de uma cidade. Questões técnicas/botânicas e paisagísticas são imperiosas para determinar o melhor grau de sucesso neste projeto de implantação: O porte das árvores em função das condições físicas do local; A distância entre uma árvore e outra. É importante ressaltar que existe uma interação entre o perfil do diâmetro da copa das árvores e o perfil do seu sistema radicular, ou seja, a copa da árvore, se projetada no

chão, indica com muita precisão, a posição do sistema radicular no solo. Será avaliado o ambiente urbano da área e quais são as características de vegetação existente nas proximidades. As características do solo que receberá a arborização; Uniformizar os exemplares das espécies arbóreas, por trecho, buscando a harmonia da massa verde das copas e dos coloridos das flores; No ato do plantio da árvore no solo, na calçada, deve-se construir um dutoguia, em alvenaria, buscando conduzir o sistema radicular da árvore para baixo, o que, na maioria das vezes, traz bons resultados de não afloramento superficial das raízes.



Figura 19: Modelo de disposição de mudas na área do Igarapé da Vovó e a Perspectiva da área.
Fonte: Autores, (2017).

A disposição das mudas nos lotes da orla do Igarapé da Vovó foi dividida por linhas e colunas e 75 espécies de Palmeiras

Buriti, serão plantadas de modo intercalando-as, conforme figura 19. Modelo de disposição de mudas nos tratamentos.

IV.14 ESPÉCIES VEGETAIS QUE SERÃO PLANTADAS NO CALÇADÃO

No processo de pesquisa já realizado verificou-se a importância de se utilizar no plano de necessidades a ser apresentado nesta proposta às espécies vegetais com características próprias da região amazônica e da cidade de Manaus, como por exemplo, as palmeiras, ipês, entre outras. As palmeiras são plantas perenes, arborescentes, tipicamente com um caule cilíndrico não ramificado do tipo estipe, atingindo grandes alturas. Entre as características funcionais deste destacam-se:

- A inércia térmica, ou seja, se há ou não alteração da sua temperatura superficial quando exposto a variações de temperatura ambiente; a manutenção, que conforme o tipo de material ou revestimento pode ou não ocorrer periodicamente;
- Resistência ao impacto, pois permite o choque com objetos sem alterar suas características físicas;
- Resistência ao atrito, não se desgastando com o tempo; e

- Regularidade e estabilidade, se sua superfície não sofre alterações de altura e profundidade e se não se deforma com facilidade.
- No caso de revestimentos exclusivos para pisos, há a característica antiderrapante (não escorregadio); e
- A impermeabilização do solo, para permitir a drenagem do solo, mesmo que parcial.

Quanto às características de execução destacam-se a necessidade de mão de obra qualificada para implantação e manutenção, de impermeabilização, de regularização, de drenagem, etc.

IV.15 UMA VISÃO DO PROJETO PROPOSTO

A seguir as figuras 20, 21a e 21b mostram uma visão preliminar em perspectiva demonstrativa da concepção da proposta para o espaço público - Calçada da SUFRAMA.



Figura 20: Imagem da proposta em perspectiva do espaço público - Calçada da Suframa.
Fonte: Autores, (2017).

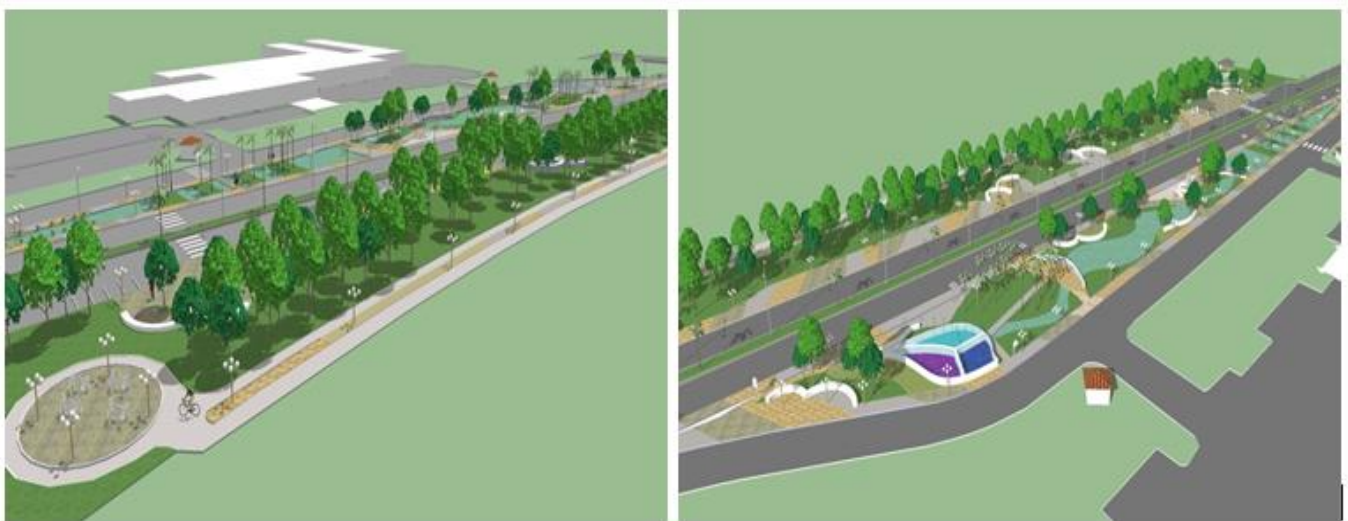


Figura 21a e 21b: Imagem da proposta em perspectiva do espaço público - Calçada da Suframa.
Fonte: Autores, (2017).

V. CONCLUSÕES

Este trabalho teve a intenção de apresentar um pouco do paisagismo e de técnicas, que se usadas adequadamente, resultam em melhoria da qualidade de vida, da qualidade ambiental e também social, apesar de trazerem às vezes apenas o cunho estético como justificativa de implantação. Acredita-se que utilizando as técnicas apropriadas se podem melhorar os ambientes urbanos, tanto estéticos como ambientalmente assim buscou-se através de algumas das definições mais contemporâneas da paisagem urbana, do paisagismo e de espaços públicos degradados e revitalizados, baseadas em revisões da literatura de autores já consagrados, os quais atualmente tratam desta abordagem perceptiva na constituição e melhoria das cidades, incluindo os seus espaços públicos. Para que se compreenda o processo de produção da arquitetura e dos espaços urbanos de Manaus é necessário absorver o entendimento da história da cidade como fator importante nesse processo, pois, a Amazônia sempre fez parte do inconsciente coletivo da humanidade.

Manaus, cidade muito presente no imaginário cultural do mundo, nas visões das inesquecíveis belezas naturais e localizada no norte do Brasil desempenha importante função dentro da dinâmica da economia regional e nacional e, entre outros motivos, possui características próprias com uma cultura diversificada trazida pelas diferentes pessoas que compõem a sua sociedade, além de estar situada em uma localização geográfica diferenciada das outras regiões do país. Manaus cresce e se moderniza e abriga com satisfação e alegria um Polo Industrial significativo e importante que se destaca na América Latina por congrega grandes empresas do mercado internacional e que sabe lidar com o desenvolvimento urbano sem destruir os recursos naturais da região amazônica. Este Parque Industrial, é o ciclo virtuoso de Manaus e do Estado do Amazonas e conta com empresas mundialmente conhecidas que geram milhares de empregos diretos e indiretos, e outros tantos nos demais Estados da região e do Brasil. Assim este trabalho pautou-se na adição de elementos configuradores da paisagem urbana, a partir de um conceito perceptivo do Polo Industrial de Manaus com foco para um espaço público que contempla o lado esquerdo da BR 319 por ser um local notório situado dentro da cidade de Manaus agregando valores ecológicos e ambientais e proporcionando melhorias na qualidade de vida da população e do meio ambiente envolvido para se tornar um ambiente prazeroso e agradável de encontro contínuo dos trabalhadores do DI e da comunidade manauara.

E, finalmente, os resultados esperados por esta proposta será chamar a atenção das autoridades públicas e privadas para as questões que estão relacionadas ao espaço público objeto deste estudo de modo que a proposta de projeto de intervenção urbana para a área em questão envolvendo os aspectos paisagísticos, urbanístico e ambientais possam abrir oportunidades de verificação e eficácia dos resultados de uma abordagem perceptiva na análise dos problemas urbanos da área pesquisada, haja vista que se baseou integralmente naquilo observado e constatado durante as visitas, as leituras, as pesquisas, enfim os estudos. Esses estudos até aqui desenvolvidos sobre o objeto de trabalho não se esgotam e carecem de mais aprofundamentos sobre o tema, pois há de se considerar de modo perseverante que mecanismos e ações precisam ser construídos e executados de modo que ocorra efetivamente uma melhoria da área estudada visto a importância de utilização que a mesma representa para a cidade, a ZFM, os trabalhadores, as indústrias e a sociedade como um todo. Neste

contexto está previsto a aplicação de mais pesquisas para a melhoria, esclarecimento e entendimento desta proposta visando o seu refinamento, inclusive com a produção e divulgação de artigos científicos e teses sobre esta problemática existente.

VI. AGRADECIMENTOS

Ao PPGCMA/ICEN/UFPA, Ao ITEGAM, PMM e a SUFRAMA pelo apoio a pesquisa.

VII. REFERÊNCIAS

- [1] SancheS, P. M. **De áreas degradadas a espaços vegetados: potencialidades de áreas vazias, abandonadas e subutilizadas como parte da infraestrutura verde urbana**. 2011. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- [2] Morelli, Miriam Regina Stumpf. **Jardins Sustentáveis: Princípios e técnicas de sustentabilidade aplicáveis a projetos de jardins**. Porto Alegre: Rigel Ed. 2012
- [3] Abbud, Benedito. **Criando Paisagens: guia de trabalho em arquitetura paisagística**. 4ªed. Senac. São Paulo, 2008.
- [4] Assis, Alejandra M . Novello, Maria A. **Reconocimiento Y valoracion de los espacios abiertos urbanos públicos**. Argentina: Enero, 2009.
- [5] Waterman, Tim. **Fundamentos do Paisagismo**. 1ªEd. Artmed 2010.
- [6] Prosato, Sylvia Adriana Dobry. **Arquitetura e Paisagem: projeto participativo e criação coletiva**. 1ª Ed. Annablume, 2006.
- [7] Queiroga, Eugênio. **Espacialidades da esfera pública na urbanização contemporânea: O caso da megalópole do Sudeste**. In: Magnoli, Miranda; Souza, Saide. *Discutindo a paisagem*. São Carlos, no prelo.
- [8] Borja, J. e Muxi, Z. 2001. **El Espacio Público: Ciudad y Ciudadania**. Electa. Barcelona.
- [9] Borba, F.; Galender, Fonny; Custodio, V. **Espaços livres e especialidades da esfera de vida pública: uma proposição conceitual para o estudo de sistemas de espaços livres urbanos no país**. In: VIII ENEPEA - ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE PAISAGISMO EM ESCOLAS DE ARQUITETURA E URBANISMO NO BRASIL, 2006, São Paulo. Caderno de Resumos. São Paulo: FAUUSP, 2006.
- [10] Goya, C.R. **Relato Histórico da Arborização na Cidade de São Paulo**. In: 1º Congresso Brasileiro Sobre Arborização Urbana. Anais, Vol. II... Vitória, 1992.
- [11] Nucci, J. C. **Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano**. São Paulo: Humanitas/FFLCH-USP, 2001. Partidário, M. R. 2000. *Indicadores de Qualidade do Ambiente Urbano*. Direção-Geral de Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano. Lisboa.

- [12] De Angelis, Bruno Luís Domingos de. **A Praça no Contexto das Cidades:** o caso de Maringá-PR. Tese de (Doutorado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.
- [13] Kliass, Rosa G.; Magnoli, Mirando M. **Áreas verdes de recreação.** Paisagem e Ambiente – ensaios. São Paulo: FAUUSP, n. 21, 2006.
- [14] Isemhagen, Ingo; Bourlegat, Jeanne M.G. Le; Carboni, Marina. **Trazendo a Riqueza Arbórea Regional para Dentro das Cidades:** Possibilidades, Limitações E Benefícios. Disponível em < http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo73-versao_publicacao.pdf > Acesso em 23 de julho de 2016.
- [15] Li KaI, Wm Young. **Professor de Finanças da Universidade da Colúmbia Britânica** em Vancouver, BC, Canadá (2010).
- [16] Zhao Xinlei , **Professor Associado de Finanças na Kent State University** em Kent, OH.(2008)
- [17] Dietz, M. E.; ClauseN, J. C. **Saturation to Improve Pollutant Retention in a Rain Garden.**Environmental. Science & Technology, 2006.
- [18] Aravena, J. E.; Dussaillant, A. **Storm Water Infiltration and Focused Recharge Modeling** With Finite-Volume Two - Dimensional Richards Equation: application to an experimental rain garden Journal of Hydraulic Engineering, 2009.
- [19] Ribeiro, Flávia **Alice Borges Soares Ribeiro.** Arborização urbana em Uberlândia: percepção da população. Revista da Católica, v. 1, n. 1, p. 224-237, Uberlândia, 2009.
- [20] Kobayashi, Fabiana Y. Flávio H. M. Faggion- Lara M. Del Bosco. Maria Letícia B. Chirinéa. Marília Fernandes. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Engenharia Civil. PHD 2537 – **Água em Ambientes Urbanos.** 2008.
- [21] IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** www.ibge.gov.br
- [22] GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- [23] Vaz, Lilian Fessler; Silveira, Carmen Beatriz. **Áreas centrais, projetos urbanísticos e vazios urbanos.** Revista Território. Rio de Janeiro, ano IV, nº 7. p. 51-66. jul./dez. 1999.
- [24] goulart, Ives Clayton Gomes dos Reis. **Introdução ao Paisagismo.** Disponível em; http://www.jardineiro.net/br/artigos/introducao_ao_paisagismo.php, acesso em 19.02.2016.
- [25] Oliveira, Ana Carolina Rodrigues de, et al. **Arborização de vias públicas e aspectos sócio-econômicos de três vilas de Ponta Grossa, PR.** 2010. Disponível em < www.revsbau.esalq.usp.br/artigos.../artigo123-publicacao.pdf >.
- [26]<http://solucoesparacidades.com.br/saneamento/4-projetos-saneamento/jardins-de-chuva>.
- [27] Marx, Roberto B; Tabacow, José. **Arte & Paisagem.** 2º edição São Paulo: Studio Nobel, 2004.
- [28] Mascaró, Juan Luis; Mascaró, Lúcia; Souto, Ana Elisa; Skowronski, Aline; Souza, Luciana Rosa de; LopeS, Vivian P. Chanas. **Arborização urbana:** Aspectos ambientais, energéticos e de harmonia com a infra-estrutura urbana. In: ENCONTRO NACIONAL DE PAISAGISMO EM ESCOLAS DE ARQUITETURA E URBANISMO NO BRASIL, 2000. Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: FAUFRJ, n. 1, 2000.
- [29] Cabral, Ivo Decurcio. **Arborização Urbana:** problemas e benefícios. 2013.



Relation of environmental problems with human health in agro-extractive settlement projects in the Eastern Amazon

Danilo José Franco Coutinho¹, Elias José Tuma Filho²

^{1,2}Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Rodovia Murutucum s/nº, Souza – Belém-PA – Brasil.

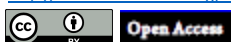
Email: danilo.coutinho@blm.incra.gov.br, elias.tuma@blm.incra.gov.br

Received: February 16th, 2017

Accepted: April 17th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

Risks to human health are closely related to environmental damage resulting from anthropization. Agroextractive Settlement Projects are important geographical territory spaces from Pará. The present work had as objective reporting changes on human health influenced by environmental factors in this mode of settlement. They analyzed the health changes related to existing environmental problems in six projects, both located in Cametá, Pará State. Using database software Excel spreadsheets for the correlation of the health and environmental data. Of the total of 927 79% use water bodies extraction for human consumption of water, 70% did not make any treatment or just the strainer. With regard to sanitation, in 87% of households there is treatment of human waste. As for the fate of the residential waste 95% organic and not burn the 96% employ the organic animal feed. It was concluded that inappropriate environmental practices compromise human health in these islands.

Keywords: Environment, human health, agro-extractive settlement projects, traditional populations.

Relação de problemas ambientais com a saúde humana em projetos de assentamento agroextrativista na Amazônia Oriental

RESUMO

Riscos à saúde humana estão estreitamente relacionados aos danos ambientais resultantes da antropização. Projetos de Assentamento Agroextrativista são importantes espaços geográficos do território paraense. O presente trabalho teve como objetivo relatar modificações na saúde humana influenciadas por fatores ambientais nessa modalidade de assentamento. Analisaram-se as alterações de saúde relacionadas a problemas ambientais existentes em seis Projetos, todos localizados em Cametá, estado do Pará. Utilizou-se banco de dados de planilhas do software Excel para a correlação dos dados de saúde e ambientais. Do total de 928 extrativistas, 83% utilizam corpos hídricos para consumo humano da água, 70% não fazem tratamento algum ou apenas a coagem. No tocante ao esgotamento sanitário, em 85% das residências não há tratamento dos dejetos humanos. Quanto ao destino do lixo residencial, 87% queimam o não orgânico e 88% empregam o orgânico para alimentação animal. Concluiu-se que práticas ambientais inadequadas comprometem a saúde humana nestas ilhas.

Palavras Chaves: meio ambiente, saúde humana, projetos de assentamento agroextrativista, populações tradicionais

I. INTRODUÇÃO

A Amazônia Brasileira tem sido estudada em seus mais diversos aspectos, e dentre eles um dos mais importante se refere aos fatores ambientais, uma vez que estes afetam diretamente a vida dos habitantes desse bioma. Igualmente relevante é a saúde humana das populações inseridas nos muitos ecossistemas dessa região.

As populações rurais da Amazônia brasileira por vezes são expostas a condições ambientais das mais variadas, tais como contaminação de águas superficiais, alimentos e do solo. O contato direto dessas pessoas com essa problemática ambiental pode ocasionar várias enfermidades, como diarreia, infecção gastro-intestinal, hepatite, doença de pele, verminose, dor no corpo, dor de cabeça, febre, anemia, vômito, hemorragia, amebíase, dermatite crônica.

Projeto de Assentamento Agroextrativista (PAE) é uma modalidade de assentamento destinado a populações tradicionais, para exploração de riquezas extrativas, por meio de atividades economicamente viáveis, socialmente justas e ecologicamente sustentáveis, introduzindo a dimensão ambiental às atividades agroextrativistas [1].

No Brasil, o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA é uma autarquia federal criada com a missão de realizar a reforma agrária, manter o cadastro nacional de imóveis rurais, administrar as terras públicas da União e contribuir para o desenvolvimento rural sustentável [2]. Nas suas diretrizes possui a criação e implantação de assentamentos rurais sustentáveis além da busca da qualificação dos assentamentos rurais [3].

A degradação ambiental tem sido motivo de preocupação da comunidade científica, uma vez que a inércia humana diante das

recentes constatações resultará em consequências danosas irreversíveis para diversas formas de vida existentes no mundo.

A realização de estudos que apontem a relação da degradação ambiental com a saúde de comunidades rurais é de extrema importância para a sociedade, uma vez que as informações geradas com as pesquisas servirão de subsídios para atores direta ou indiretamente envolvidos com saúde pública no Brasil, em especial a Amazônia Legal.

O estado do Pará possui o maior número de PAE's criados em termos nacionais [4]. Na área de atuação da Superintendência Regional do INCRA no Pará esta modalidade de assentamento se destaca quantitativamente em relação às demais, conforme se observa no gráfico 1, evidenciando-se assim a importância de se estudar temas que envolvam as comunidades residentes nestas áreas.

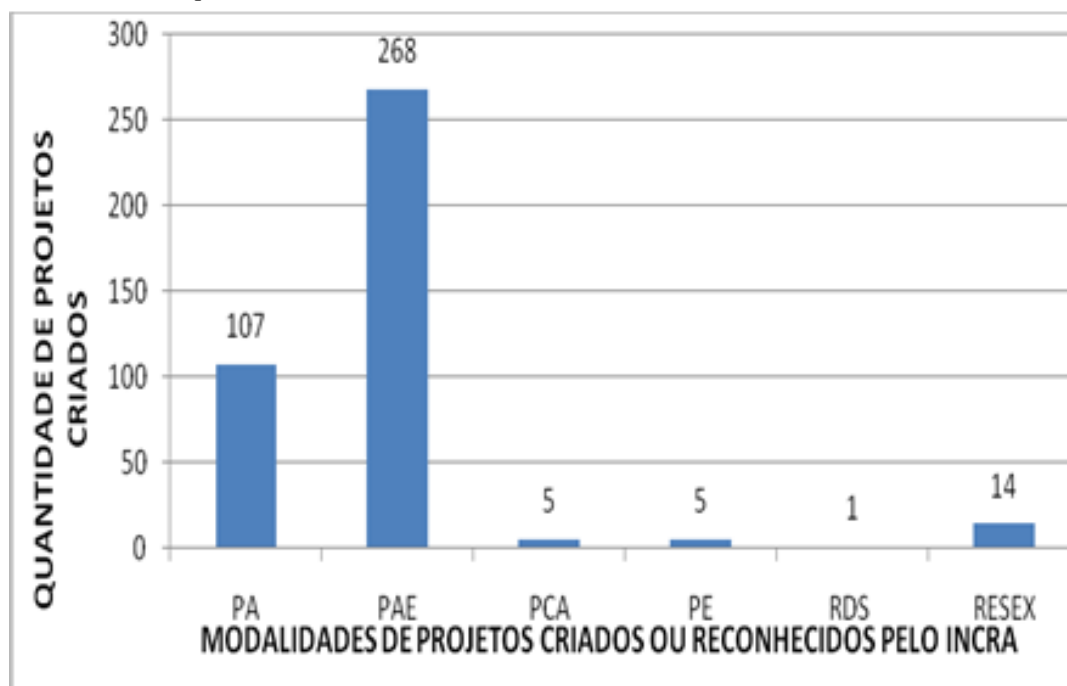


Figura 1. Gráfico Quantitativo atual de projetos criados e/ou com famílias beneficiárias pelo INCRA SR-01. Fonte: Sistema de Informações de Projetos de Assentamento da Reforma Agrária – INCRA (2016).

No presente estudo foi analisada a alteração do estado de saúde decorrente de aspectos ambientais, especialmente o saneamento básico em PAE, tendo como objetivo contribuir para o bem estar da população na Amazônia a partir do conhecimento dos processos de antropização.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Entre múltiplos aspectos que oferecem risco à saúde humana está a interface com a questão ambiental, pela antropização de grandes áreas [5]. Diversos trabalhos já foram publicados abordando a relação saúde x meio ambiente. [6] analisaram teores de mercúrio (Hg) e arsênio (As) existentes em seres humanos em localidades da Amazônia.

Para [7] afirmam que a expansão do agronegócio resulta em condições degradantes aos trabalhadores rurais que atuam nesse segmento produtivo aumentando a quantidade de intoxicações e acidentes de trabalho.

O trabalho de [8] mostrou risco real aos turistas de uma praia localizada no nordeste brasileiro, expostos à esquistossomose mansoni, doença transmitida por *Biomphalaria glabrata*, caramujo

com proliferação devido às intervenções humanas ao meio ambiente.

Para [9] concluíram que o uso de água de má qualidade em irrigação de cultivos vegetais pode influenciar diretamente a contaminação dos alimentos, acarretando em sérias implicações à saúde dos consumidores.

Notam-se, portanto, as múltiplas consequências à saúde humana decorrentes de alterações ambientais no meio natural existente.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização da abordagem analítica, a partir de dados secundários, foram utilizadas informações coletadas pelo Instituto de Assessoria Técnica Social e Agroambiental da Amazônia (IATAM), entidade essa prestadora de serviço de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER), contratada pelo INCRA para este fim, com a execução de atividades voltadas aos beneficiários da Reforma Agrária, no tocante a aspectos socioambientais, culturais e econômicos das famílias residentes em projetos de assentamento agroextrativista na região do Baixo Tocantins, município de Cametá, estado do Pará.

Fez-se uma pesquisa documental com estudo analítico, realizada no município de Cametá-Pará, com área de delimitação em seis PAE: Pacajaí II, Biribatuba, Pacajaí I, Cacoal, Jacareuá e Itaúna, como é possível ver na Figura 1. Na coleta de dados o IATAM realizou entrevistas com as famílias, aplicando

instrumento pré-estruturado denominado “questionário socioeconômico e ambiental” elaborado pelo INCRA. Para a análise utilizou-se banco de dados de planilhas do software Microsoft Excel para a correlação dos dados de saúde ambientais, a partir dos relatórios entregues pelo IATAM ao INCRA.

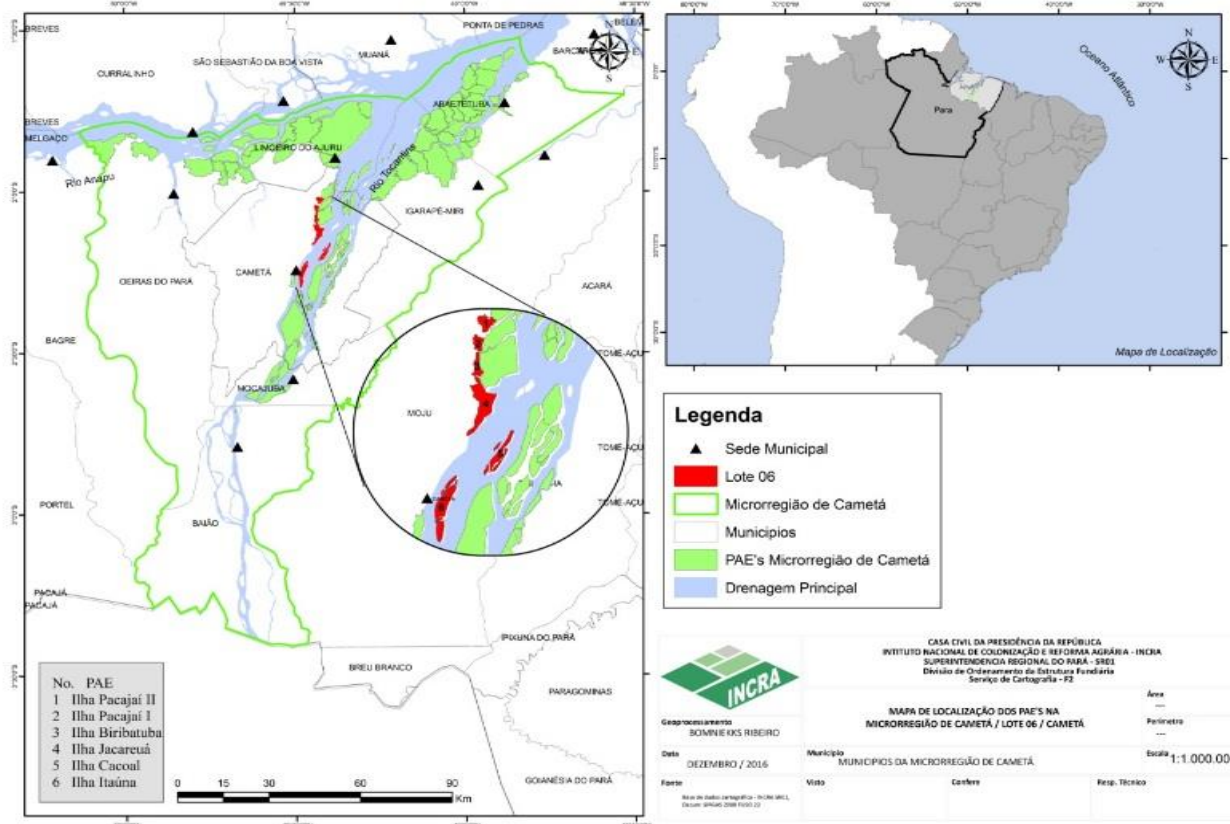


Figura 2: Mapa de Localização dos PAE's na Microrregião de Cametá.
 Fonte: INCRA, (2016).

A tabela 1 apresenta os dados de área, total de famílias entrevistadas e porcentagem da amostra utilizada para o presente estudo, essa última combom nível de significância, visto que foram

entrevistados pelo IATAM 83,50% do total de famílias existentes numa área de 3.255,0061 ha.

Tabela 1- Dados gerais dos PAE estudados.

Nº	PAE (ILHA)	ÁREA (ha)	TOTAL DE FAMÍLIAS	TOTAL DE ENTREVISTAS	% DE ENTREVISTAS
1	Pacajaí II	328,8881	38	36	94,7
2	Biribatuba	287,4486	174	162	93,1
3	Pacajaí I	224,4334	57	49	86,0
4	Cacoal	520,1800	298	253	84,9
5	Jacareuá	773,5151	196	143	73,0
6	Itaúna	1.120,5409	336	275	81,8
TOTAL		3.255,0061	1.099	918	83,5

Fonte: IATAM adaptado pelos autores (2015).

Cametá está inserido no perímetro da Amazonia Legal. Segundo [10] o referido município possui uma população total estimada de 132.515 habitantes, sendo 56% vivendo na zona rural [11].

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 2 apresenta dados percentuais referentes às ações da comunidade sobre o ambiente em que vivem. Para a utilização da água 69,68% não fazem tratamento algum ou apenas

a coagem e 82,30% usam recursos hídricos de rios ou igarapés para o próprio consumo. No tocante ao esgotamento sanitário, em 87,27% das residências não há tratamento dos dejetos humanos. Quanto ao destino do lixo residencial 86,51% queimam o não orgânico e 87,37% empregam o orgânico para alimentação animal. A falta de água potável é agravada pela contaminação de corpos hídricos por dejetos humanos, resíduos das famílias e embarcações. Isso tudo aliado à precariedade de serviços de saúde reflete na ocorrência de doenças como viroses, verminoses, infecção intestinal, problemas estomacais e outros.

Tabela 2: Ações dos moradores dos PAE sobre o meio ambiente.

Projeto de Assentamento Agroextrativista	Quantitativo de Famílias dos PAE entrevistadas por ação sobre o meio ambiente				
	Utilização dos rios para consumo de água	Sem tratamento de água	Destinação do lixo		Sem tratamento dos dejetos humanos
			Alimentação de animais	Queimado	
PAE Ilha Biribatuba	117	114	158	157	131
PAE Ilha Cacoal	244	232	244	246	239
PAE Ilha Itaúna	232	141	271	265	230
PAE Ilha Jacareuá	93	90	137	134	133
PAE Ilha Pacajaí I	45	45	-	-	46
PAE Ilha Pacajaí II	32	24		30	
Sub Total	763	646	810	832	779
Total de famílias entrevistadas	918	918	918	918	918
% em relação ao total de famílias entrevistadas	83,11	70,37	88,23	90,63	84,85

Fonte: IATAM adaptado pelos autores, (2015).

Nas figuras 3 e 4 pode-se observar a forma de armazenamento para o consumo de água e tipo de banheiro mais frequentemente construído pelos ribeirinhos dos PAE em estudo.



Figura 3: Água do rio acondicionada em caixas de PVC
Fonte: IATAM, (2015).

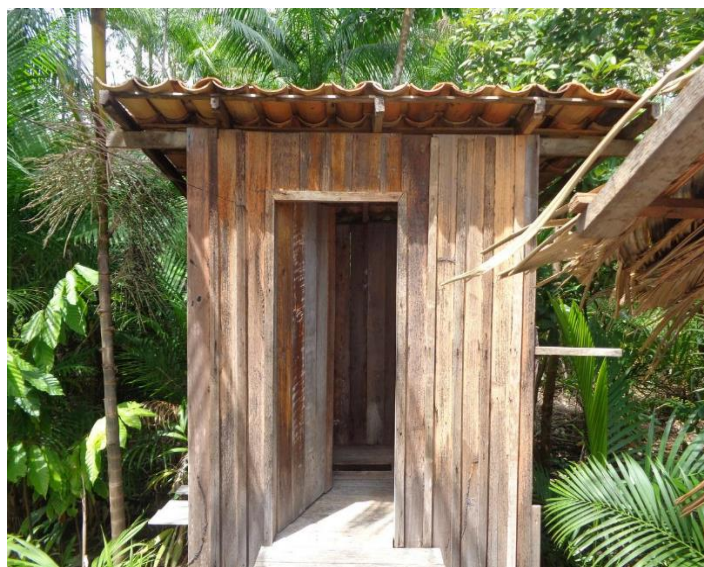


Figura 3: Tipo de banheiro utilizado pelos moradores do PAE
Fonte: IATAM, (2015).

IV.1 CONSIDERAÇÕES POR PAE ESTUDADO

IV.1.1 PACAJÁ II

Foram entrevistadas pela prestadora de ATER IATAM 36 famílias de um total de 38 famílias assentadas com informações abaixo descritas [12].

O PAE possui uma área total de 328,8881 ha. Não há posto de saúde na comunidade.

As principais doenças existentes na ilha, de acordo com os relatos dos moradores, são hipertensão, diabetes, doenças de pele, asma, verminoses, viroses e hipertensão. Algumas dessas doenças estão intimamente ligadas às questões de falta de saneamento básico, tais como a má qualidade da água consumida ou o contato direto com a água do rio durante o banho.

Com referência à água para o uso na residência, a principal fonte é dos rios, ou seja, todas as famílias utilizam a água do rio para uso da residência, inclusive para o consumo, no entanto, algumas famílias buscam água na cidade de Cametá para o consumo. Outras ainda consomem água de cacimba.

IV.1.1.1 FONTES DE ÁGUA PARA O CONSUMO/USO NA RESIDÊNCIA - FONTE: LEVANTAMENTO DE CAMPO DO IATAM (2015):

Rios/Córregos/Igarapés-83%, Nascente-12%, Busca na cidade-5%.

Com relação ao tratamento de água, a maior parte dos assentados faz a coagem da água com tecido limpo e 13 famílias fazem a cloração com pingos de hipoclorito de sódio na água a consumir. Ainda há 08 famílias que não fazem tratamento algum sobre a água consumida.

4.1.1.2 TRATAMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO - FONTE: LEVANTAMENTO DE CAMPO DO IATAM (2015):

Sem Tratamento-18%, Coagem-45%, Cloração-25%, Fervura-6%, Filtragem-6%.

Em relação aos dejetos humanos, das 36 residências visitadas, 30 possuem banheiros sem tratamentos do esgoto sanitário e apenas três possuem as fossas sépticas que são necessárias para o tratamento correto dos dejetos humanos. Essa falta de tecnologias para tratamento de dejetos humanos é um fator primordial na incidência de doenças de veiculação hídricas nas ilhas, uma vez que o consumo de água ou contato direto durante o banho pode provocar tais doenças.

IV.1.1.3 FORMAS DE TRATAMENTO DOS DEJETOS HUMANOS - FONTE: LEVANTAMENTO DE CAMPO DO IATAM (2015)

Sem Tratamento-77%, Fossa Simples-3%, Fossa Séptica-9%, Fossa Incompleta/Fossa Negra-11%.

Quanto à destinação do lixo, a parte orgânica é utilizada para a alimentação de animais. O lixo inorgânico, é, na maioria das residências queimado ou enterrado. Uma família citou que vende alguns resíduos recicláveis. A falta de políticas de destinação de lixo por parte do poder público obriga que as comunidades rurais do Município de Cametá garantam a destinação incorreta dos resíduos, causando impactos diretos sobre as diversas matrizes ambientais: água, solo, biodiversidade e o ar.

No que se refere aos problemas ambientais, a maior parte dos entrevistados citou o assoreamento dos rios, a poluição dos rios e o depósito de lixo a céu aberto. Todos esses aspectos geram impactos negativos e levantam longos debates nas reuniões do PAE, onde os agricultores indicam a necessidade de pesquisas e projetos que ataquem diretamente esses problemas.

IV.1.1.4 PROBLEMAS AMBIENTAIS EXISTENTES NOS LOTES - FONTE: LEVANTAMENTO DE CAMPO DO IATAM (2015):

Assoreamento dos rios-33%, Poluição dos rios ou nascentes-19%, Deposição inadequada do lixo-12%, Erosão-1%, Queimada-1%.

IV.1.1.5 PROBLEMAS AMBIENTAIS

Os problemas ambientais, amplamente discutidos também levantaram a demanda da instalação de um programa de coleta seletiva de lixo semanal na ilha e redondezas.

Os agricultores demonstraram grande interesse em atividades de educação e recuperação ambiental, principalmente relacionadas à conservação da água.

IV.1.2 BIRIBATUBA

O IATAM realizou entrevistas com 162 famílias de um total de 174 assentados existente na ilha resultando em informações abaixo detalhadas [13]. A área geográfica da ilha totaliza 287,4486 ha.

IV.1.2.1 SAÚDE

Atualmente os principais serviços de saúde disponibilizados para os assentados se resumem aos agentes comunitários de saúde (ACS) e as campanhas de vacinação. Apesar disso, nem toda a população é atendida pelos ACS.

As principais doenças citadas que acometem os agricultores foram o diabetes, viroses e dores no corpo e febre.

IV.1.2.2 SANEAMENTO

A principal fonte de água para o uso doméstico na residência é dos rios. São 117 famílias que utilizam diretamente água dos rios no dia-a-dia. Algumas famílias buscam água na cidade para o consumo, outras que moram na Vila ou próximo utilizam água encanada pública.

Principais formas de tratamento de água: Sobre o tratamento de água, destaque para a coagem em pano-54 famílias, a cloração por meio de adição de hipoclorito de sódio-37 famílias, outras formas que incluem a adição de sulfato de alumínio também são praticados por 11 famílias, mas há 60 famílias que não fazem nenhum tratamento na água.

IV.1.2.3 DESTINAÇÃO DE LIXO E DEJETOS HUMANOS

O lixo, também um grave problema, não possuindo destinação adequada, pois o lixo não orgânico é queimado em 157 residências. Já o lixo orgânico familiar é disponibilizado aos animais.

Os dejetos humanos se constituem um dos maiores problemas de saneamento e saúde, posto que não há tratamento eficiente e eles acabam chegando aos cursos hídricos, que, como

citado anteriormente, é ingerido pelas famílias sem tratamento adequado, uma fossa séptica.

Destino dos dejetos humanos/Formas de Tratamento: Sem Tratamento-131, Fossa Simples-9, Fossa Séptica-8, Fossa Incompleta/Fossa Negra-12, Rede de Esgoto, não responderam-2. Não obstante o problema do lixo é um agravante, pois pela falta de coleta de resíduos sólidos estes são queimados ou depostos nos próprios cursos de água. Os veículos aquáticos também poluem os rios com a deposição de óleos combustíveis em suas águas.

O lixo inorgânico poderá ser coletado via um programa de coleta seletiva que uma cooperativa da cidade de Cametá esta desenvolvendo em áreas de terra firme.

IV.1.3 PACAJÁ I

Entrevistadas 49 famílias de um total de 57 famílias assentadas dentro de uma área geográfica da ilha totalizando 224,4334 ha. Detalhamento a seguir [14].

IV.1.3.1 SAÚDE

O PAE não possui postos de saúde. O serviço de agente comunitário de saúde não contempla todas as famílias.

Principais doenças e problemas de saúde identificados pela entidade de ATER: Dores na cabeça ou no corpo, hepatite, viroses, verminoses, febre, gastrite, problemas estomacais/intestinais.

No ano 2012 houve uma epidemia de malária com 217 casos confirmados no PAE e nas proximidades, nesta ocasião houve ações da Secretaria de Saúde que distribuiu mosquiteiros para rede e para a cama e fez um processo de pulverização na área para combater o mosquito transmissor. Os agricultores informaram também que entre os anos 2012 e 2014 ocorreram dezenas de casos de hepatite, mas os dados não são oficiais.

IV.1.3.2 SANEAMENTO

Em se tratando de água para o uso na residência, a principal fonte é dos rios-45 famílias e o restante de outras formas. A forma de tratamento da água mais comum no PAE é coagem com pano, mas há famílias que fazem uso da cloração por meio de adição de hipoclorito de sódio na água apanhada do rio. Foi identificada também a filtração da água em filtros de barro, a fervura e o uso de sulfato de alumínio como tratamento da água para o consumo.

Principais formas de tratamento de água: Coagem-33, Cloração-13, outros-3.

Ao serem questionados se a água dos rios é suficiente para o uso na residência, a maior parte dos entrevistados (65%) respondeu negativamente. Isto porque não há tratamento para consumo humano e das atividades domésticas, bem como o movimento das marés também impede em alguns momentos disponibilidade de água medianamente limpas para lavagem de roupas e outros serviços.

IV.1.3.3 DESTINAÇÃO DE LIXO E DEJETOS HUMANOS

Conforme se nota na figura 4, os dejetos humanos não tem tratamento e/ou destinação adequados em 46 das 49 residências, o que também é fator de reclamação quanto à disponibilidade de água para consumo doméstico. Em três residências possuem fossa negra e/ou incompleta. Este problema é grave e coloca em risco a saúde e a vida das famílias assentadas e deverá ser discutido em outros

fóruns de debate e outras discussões de políticas públicas, haja vista, incomodar pessoas de todas as idades, conforme mostra figura 5.



Figura 5: de Banheiro sem Tratamento – PAE Pacajá I. Fonte: IATAM, (2015).

O lixo produzido no PAE tem dois destinos: o orgânico é dado aos animais para a sua alimentação e o não orgânico é queimado no lote. As famílias reivindicam coleta de lixo regular.

IV.1.3.4 PROBLEMAS AMBIENTAIS

No que concerne aos problemas ambientais existentes nos lotes, a maioria dos entrevistados citou a assoreamento dos rios, poluição dos rios ou nascentes e deposição inadequada do lixo e a erosão como os maiores problemas nos lotes. Outros problemas: Contaminação do Solo, Desmatamento e Queimada.

IV.1.4 CACOAL

Entrevistadas 253 famílias de um total de 298 famílias assentadas. Área total do PAE perfazendo 520,18 ha. Abaixo apresentam-se as informações coletadas pelo IATAM [15].

IV.4.1.4.1 SAÚDE

Não há posto de atendimento à saúde, segundo o relatório do IATAM.

Ocorrem campanhas de vacinação e visitas de Agentes Comunitários de Saúde ao PAE, segundo os relatos coletados nas entrevistas do IATAM. São três profissionais que atendem as famílias com visitas regulares, distribuem hipoclorito de sódio para o controle da qualidade de água para consumo humano, distribuem preservativos para controle de natalidade, fazem controle de pesagem de crianças.

Doenças de infecção estomacal e intestinal, viroses, doenças respiratórias e crônicas foram as mais listadas pelos extrativistas.

Principais problemas de saúde identificados: Asma, Diabetes, Febre, Verminoses, Hipertensão/Hipotensão, Viroses, Hepatite, Anemia, Colesterol Alto ou Baixo, Diarreia/Vômitos, Dores na cabeça ou no corpo, Problemas Estomacais ou intestinais, Gastrite.

Algumas dessas doenças estão intrinsecamente ligadas à falta de saneamento básico, especialmente aquelas relacionadas ao consumo ou contato com água contaminada por patógenos.

IV.1.4.2 SANEAMENTO

O saneamento básico envolve o conjunto de serviços de infraestrutura de abastecimento e tratamento de água, manejo de resíduos sólidos, esgotamento sanitário e ainda manejo de água da chuva [16].

No concernente à água para o uso na residência, a principal fonte é dos rios, no entanto, algumas famílias buscam água na cidade de Cametá para o consumo, pois entendem que a água do rio não atende os parâmetros de qualidade para sua saúde, porém ficam preocupados, pois quando as crianças estão na escola não tem acesso à água tratada.

As formas de tratamento da água listadas pelos agricultores, têm se demonstrado insuficientes ao objetivo, pois não chegam a garantir potabilidade da água para consumo. A maior parte dos assentados faz a coagem da água e cloração e quatro famílias utilizam hipoclorito de sódio na água depois de coada.

Principais Formas de Tratamento de Água para consumo: coagem-179, outros-cloração, sem tratamento, cloração, fervura, filtragem.

IV.1.4.3 DESTINAÇÃO DE LIXO E DEJETOS HUMANOS

A maioria das residências visitadas não possui tratamentos do esgoto sanitário-239, um morador relatou possuir uma fossa simples e três famílias informaram dar outra destinação aos resíduos, se referindo a buracos feitos no fundo dos lotes onde a água não alcança em maré alta, o que eles consideram uma maneira diferente de cuidar dos dejetos, que não se encaixa em nenhum modelo de fossa.

Os banheiros são casinhas feitas em madeira e os dejetos humanos são jogados diretamente sobre o solo e/ou água; quando a maré está alta piora a situação, pois o fluxo de maré carrega as fezes para o rio, poluindo a água do mesmo; a falta de tecnologias para tratamento de dejetos humanos é um fator primordial para incidência de doenças de veiculação hídrica nas ilhas.

Quanto aos resíduos sólidos, a principal destinação do lixo orgânico é a alimentação de animais, sendo também utilizado para compostagem. Existem cinco famílias que relataram queimar esse tipo de lixo. O lixo não orgânico, é queimado pela maioria das famílias ou é descartado no rio. A falta de políticas públicas na gestão de resíduos sólidos obriga os assentados a realizarem destinação incorreta dos resíduos causando impactos diretos sobre as matrizes ambientais: água, solo, biodiversidade e o ar.

IV.1.4. 4 PROBLEMAS AMBIENTAIS

A maioria dos entrevistados apontou o assoreamento dos rios como problema ambiental mais incidente do PAE, seguido da poluição dos rios ou nascentes, deposição inadequada do lixo, erosão, contaminação do solo, desmatamento e queimada.

IV.1.5 JACAREUÁ

Entrevistadas 143 famílias de um total de 196 famílias assentadas, para uma área total de 773,5151 ha. Os dados descritos seguem abaixo [17].

Entre os serviços de saúde disponibilizados no PAE, é mais comum relatos de realização de campanhas de vacinação e presença cotidiana dos profissionais Agentes Comunitários de Saúde, pois não há posto de saúde. Os serviços destes últimos são basicamente a realização de visitas regulares, distribuição de

preservativos para controle de natalidade, distribuição de hipoclorito de sódio para tratamento da água, fazem controle de pesagem de crianças e direcionamento de doentes crônicos para acompanhamento e monitoramento no hospital na sede urbana de Cametá.

Relatos sobre as maiores incidências de problemas de saúde indicam problemas respiratórios e viroses. As principais doenças crônicas encontradas: hepatite, que pode está relacionada ao consumo de água de má qualidade, haja vista que muitas famílias consomem água diretamente do rio e com pouco ou nenhum tratamento, hipertensos e diabéticos.

IV.1.5.1 SAÚDE

Principais problemas de saúde/Principais doenças crônicas: hepatite, hipertensão/hipotensão, colesterol, diabetes.

Outras doenças e problemas de saúde considerados menos preocupantes e, que raramente fazem com que os agricultores procurem ajuda médica: Gripes e viroses estão entre os problemas de saúde mais comum. Viroses e gastrite, gripe e anemia, febre, problema estomacais e dores na cabeça/corpo.

IV.1.5.2 SANEAMENTO

A fonte mais utilizada se refere aos rios, inclusive para o consumo, no entanto, algumas famílias buscam em um distrito ou na Cidade de Cametá para o consumo. Há moradores que se beneficiam do sistema de rede pública via poço artesiano instalado em um distrito.

Não há relatos de tratamento de água eficaz em relação aos problemas de falta de saneamento básico, pois a coagem e cloração realizadas na maioria das casas não é realizada de maneira correta no sentido de garantir a potabilidade da água para consumo. De toda forma, apresentam-se os relatos de tratamento de água que os agricultores realizam. Via de regra eles usam mais uma medida dessas, por exemplo, coa e ferve, ou coa e filtra, ou filtra e uso o cloro. Inclusive, o tratamento de água para consumo e cozimento de alimentos é uma demanda apresentada pelas famílias a equipe de ATER junto com outros órgãos públicos possam buscar soluções palpáveis, além da implantação de um sistema de abastecimento de água para o PAE.

IV.1.5.3 DESTINAÇÃO DE LIXO E DEJETOS HUMANOS

Outro grande problema de saúde e meio ambiente relacionados, diz respeito ao tratamento dos dejetos humanos, pois das 143 residências visitadas, 133 não realizam nenhum tratamento e as demais informaram uma destinação de dejetos, que efetivamente também não trazem resultados positivos, ou dão destinação adequado, de forma que essa falta de tecnologias para tratamento de dejetos humanos é um fator primordial para incidência de doenças de veiculação hídrica nas ilhas, uma vez que o consumo de água ou contato direto durante o banho podem provocar doenças.

O lixo, problema que deverá virar matéria prima para artesanato e ser elemento para capacitação sobre sua melhor destinação, pois já fora solicitado serviços de ATER nesse sentido, bem como fora solicitado serviço de coleta regular de lixo reciclável. A Situação está sendo negociada com a Cooperativa de Recicladores de Cametá, via IATAM (prestadora de ATER). A principal destinação do lixo orgânico é para a alimentação de

animais-137 e o lixo não orgânico circula pelos rios-8 ou é queimado/enterrado-134.

IV.1.5.4 PROBLEMAS AMBIENTAIS

Em referências aos problemas ambientais existentes nos lotes, a maioria dos entrevistados-120 famílias citou o assoreamento dos rios, seguido da poluição dos rios-98 famílias, deposição inadequada do lixo-54 famílias, erosão-20 famílias, contaminação do solo-14 famílias, desmatamento-3 famílias e queimadas-3 famílias.

IV.1.5 – ITAÚNA

Abaixo são exibidas as informações oriundas das entrevistas realizadas com 275 famílias de um total de 336 [18].

O PAE possui uma área total de 1.120,5409 ha.

IV.1.6.1 SAÚDE

Os moradores não têm estruturas de atendimento em saúde dentro da localidade. Internamente são disponibilizados os serviços de dois Agentes Comunitários de Saúde, que visitam, entregam hipoclorito de sódio, orientam sobre o uso da água e agendam consultas de rotina e odontológicas na zona urbana e as campanhas de vacinação de crianças e animais.

Os principais problemas descritos foram as hepatites, pressão alta ou baixa e diabetes. Outros problemas como viroses, gastroenterites, anemia, malária, gastrite, hemorragia, amebíase, dengue, dermatite crônica, problema de pele.

IV.1.6.2 SANEAMENTO

Em se tratando de água para o uso na residência, a principal fonte é dos rios, ou seja, a maioria das famílias utiliza a água do rio para uso da residência, inclusive para o consumo, no entanto, uma grande parte das famílias busca água na Cidade de Cameté para o consumo.

Não há relatos de tratamento de água eficaz em relação aos problemas de falta de saneamento básico, pois a coagem e cloração realizadas na maioria das casas não é realizada de maneira correta no sentido de garantir a potabilidade da água para consumo. Inclusive, o tratamento de água para consumo e cozimento de alimentos é uma demanda apresentada pelas famílias para que equipe de ATER junto com outros órgãos públicos possam buscar soluções palpáveis, além da implantação de um sistema de abastecimento de água para o PAE. Todas as famílias que disseram tratar a água antes de consumir citaram utilizar mais de um método de tratamento.

IV.1.6.3 DESTINAÇÃO DE LIXO E DEJETOS HUMANOS

Em relação aos dejetos humanos, 230 residências não oferecem destinação adequada aos seus dejetos, pois os banheiros são aqueles do tipo casinha e não dispõem de fossas sépticas.

Formas de tratamento de dejetos humanos: sem tratamento-230, fossa simples-34, fossa incompleta/fossa negra-6, fossa séptica-5.

Já com relação ao lixo, as famílias queimam e/ou disponibilizam para os animais os resíduos do lote. Os resíduos não orgânicos (plásticos, metais, vidros, papel e etc.) são queimados; os orgânicos (restos de comida, restos vegetais e etc.) são jogados

no lote para a alimentação dos animais. Todos os produtos listados no lixo podem e devem ser reaproveitados após capacitações que os agricultores solicitaram para a equipe de ATER. Algumas famílias utilizam restos alimentares nas plantas, enterram ou jogam nos quintais e outras levam vidros e latas para vender na cidade.

IV.1.6.4 DESTINAÇÃO DE LIXO E DEJETOS HUMANOS

Formas de deposição do lixo/Destino do lixo:

- não orgânico: queimado-271, enterrado-2, outros-2.

- orgânico: queimado-265, outros-10.

Em relação aos problemas ambientais existentes nos lotes, a maioria citou a poluição dos rios o assoreamento dos rios, deposição inadequada do lixo como os maiores problemas nos lotes.

IV.1.6.5 PROBLEMAS AMBIENTAIS

Problemas ambientais existente no lote: poluição/contaminação de nascentes-rios-córregos, assoreamento de rios/córregos/igarapés, deposição de lixo de forma inadequada (a céu aberto), contaminação do solo por uso de agrotóxicos/destinação inadequada de embalagens, desmatamentos, queimadas, outros.

Quanto ao meio ambiente lideram como preocupações dos moradores, os resíduos sólidos, os dejetos humanos e assoreamento.

Percebe-se que a falta de estrutura sanitária denota possibilidade de contaminação do solo e água nestes ambientes, fato esse corroborado por [19] que em seu estudo concluiu ser necessária adoção de medidas no sentido de conscientizar a população de assentamento rural na Amazônia Brasileira sobre práticas danosas ao meio ambiente e como consequência o próprio bem-estar dessas pessoas.

V. CONCLUSÃO

A partir dos resultados analisados é possível afirmar que:

- há possibilidade de estas enfermidades relatadas pelos ribeirinhos possuem uma relação direta ou indireta com os problemas ambientais informados pelos próprios moradores dos PAE's objeto do estudo.

- o uso de práticas inadequadas e não condizentes com a sustentabilidade contribui para a degradação ambiental que compromete a saúde, a recreação, a vivência cotidiana, a economia e as atividades produtivas.

- o diagnóstico elaborado serve de subsídio para adoção de mecanismos mais eficazes de informação, monitoramento, controle, fiscalização conjunta do INCRA com os órgãos ambientais e de saúde, buscando reforçar o cumprimento da legislação ambiental.

VI. AGRADECIMENTOS

Ao INCRA pela disponibilidade de dados para elaboração deste trabalho. Ao Engº Civil e Sanitarista/Ambiental Marcelo José Cunha Arbage pela confecção do Mapa de Localização dos PAE na Microrregião de Cameté.

VII. REFERÊNCIAS

- [1] INCRA. Diretoria de Assentamento. **Projetos de Assentamento Agro-Extrativistas**. Brasília, s/d.
- [2] BRASIL. **Decreto-Lei nº 1.110**. Cria o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), extingue o Instituto Brasileiro de Reforma Agrária, o Instituto Nacional de Desenvolvimento Agrário e o Grupo Executivo da Reforma Agrária e dá outras providências. Brasília, 09/07/1970.
- [3] INCRA. **Competências**. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/competencias>. Acesso em: 18/jun./2016.
- [4] LE TORNEAU & BURSZTYN, M. **Assentamentos rurais na Amazônia: contradições entre a política agrária e a política ambiental**. Ambiente e Sociedade, Campinas, v.13, n.1, p.111 a 130, 2010.
- [5] Alcântara, J.V. **Saúde ambiental de ribeirinhos no Baixo Acará**. 2008. 135 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento do Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido) - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos da Universidade Federal do Pará. Belém-PA.
- [6] SANTOS, E. C. O., et al. **Exposição ao mercúrio e ao arsênio em Estados da Amazônia: síntese dos estudos do Instituto Evandro Chagas/FUNASA**. Rev. Bras. Epidemiol. V. 6, Nº 2, p 171-185, 2003.
- [7] FERREIRA, M. J. M., VIANA, M.M. **A expansão do agronegócio no semiárido cearense e suas implicações para a saúde, o trabalho e o ambiente**. Interface, Botucatu-SP, V.20, Nº 58, p 649-60, 2016.
- [8] BARBOSA, C. S., et al. **Turismo de risco para esquistossomose mansônica em Porto de Galinhas, Estado de Pernambuco, Brasil**. Rev. Pan-Amaz. Saúde, Belém-PA, v. 6, nº 1, p 51-58. 2015.
- [9] SILVA, A. F. S., et al. **Análise bacteriológica das águas de irrigação de horticulturas**. Rev. Ambient. Água, Taubaté, v. 11 nº 2, p 428-438, Apr. / Jun. 2016.
- [10] IBGE. 2016. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/1502103>. Acesso em 15/jun./2016.
- [11] ARNAUD, M. J. C. **Gestão Ambiental no Baixo Tocantins: dos movimentos ambientalistas à elaboração do PPDJUS**. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Pará. 136p. 2010.
- [12] INCRA/IATAM. **Autodiagnóstico PAE Ilha Pacajaí II**. Cametá, 2015.
- [13] INCRA/IATAM. **Autodiagnóstico Projeto de Assentamento Agroextrativista Ilha Biribatuba**. Cametá, 2015.
- [14] INCRA/IATAM. **Autodiagnóstico PAE Ilha Pacajaí I**. Cametá, 2015.
- [15] INCRA/IATAM. **Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental PAE Ilha Cacoal**. Cametá, 2015.
- [16] LELIS, M.P.N. **Plano de Saneamento básico**. Rio de Janeiro: 2011. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/empresa/download/apresentacoes/pmat/9ap1_Plano_Saneamento_junho_2011_RJ.pdf. Acesso em 16/10/2016.
- [17] INCRA/IATAM. **Autodiagnóstico PAE Ilha Jacareuá**. Cametá, 2015.
- [18] INCRA/IATAM. **Autodiagnóstico PAE Ilha Itaúna**. Cametá, 2015.
- [19] SILVA, H.C.H; et al. **A qualidade do saneamento ambiental no assentamento rural Amparo no município de Dourados-MS**. Soc. Nat., Uberlândia-MG, v.26, no.3, Sep./Dec.2014.



Analysis of the maturity of the planning and production control process based on the principles of construction lean in thirty person constructors

Maria Luiza Abath Escorel Borges¹, Henrique Sérgio Rêgo de Holanda Sá Sobrinho²

^{1,2}Centro Universitário de João Pessoa/PB

Email: mluizabath@gmail.com, henrique.sobrinho@unipe.br

Received: March 12th, 2017

Accepted: May 21th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

The civil construction industry has adapted management techniques from industrial sectors to its reality, in order to eliminate waste and increase the efficiency of processes. It is in this scenario that lean construction, internationally known by lean construction, a philosophy based on the toyota production system, aims to improve the management of information, materials and people in construction. In order to evaluate the degree of application of the principles of lean construction in 30 construction companies in the capital of Paraíba, a questionnaire was used as a data collection tool to identify, in percentage terms, the current performance of each company studied in relation to lean construction. The managers responsible for the companies showed through their answers that there is a concern to adopt procedures to rationalize processes and losses.

Keywords: Lean Construction, Planning, Production and Waste.

Análise da maturidade do processo de planejamento e controle da produção baseada nos princípios da construção enxuta em trinta construtoras Pessoaenses

RESUMO

A indústria da Construção Civil tem adaptado técnicas gerenciais de setores industriais para sua realidade, com o intuito de eliminar desperdícios e aumentar a eficiência dos processos. É nesse cenário que surge a Construção Enxuta, conhecida internacionalmente por *Lean Construction*, filosofia baseada no Sistema Toyota de Produção, que visa melhorar o gerenciamento de informações, materiais e pessoas na construção civil. Com o objetivo de avaliar o grau de aplicação dos princípios da construção enxuta em 30 construtoras da capital paraibana, foi utilizado um questionário como ferramenta de coleta de dados para identificar, em termos percentuais, o desempenho atual de cada empresa estudada em relação a *Lean Construction*. Os gestores responsáveis pelas empresas mostraram por meio de suas respostas que existe a preocupação em adotar procedimentos de racionalização de processos e perdas.

Palavras Chaves: *Lean Construction*, Planejamento, Produção e Desperdício.

I. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as empresas brasileiras vêm passando por transformações na busca contínua pela competitividade. Isso se deve às dificuldades geradas pela abertura da economia ao mercado

estrangeiro, quando a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) adotou, em 1990, as normas da série ISO 9000, publicada pela *International Organization for Standardization* (ISO), uma

organização internacional cujo objetivo é padronizar as normas industriais. No mesmo período, o país passava por uma crise econômica, o que causou a queda do volume de financiamentos públicos para o mercado habitacional, agravando a situação das empresas do setor. Esse quadro as estimulou ainda mais a entrar na busca por competitividade, buscando melhorias de produtividade, qualidade e flexibilidade [1].

Depois de apresentar durante vários anos crescimento significativo, o mercado da construção civil no Brasil passa novamente por um período de estagnação. Diante de um cenário marcado por retração econômica e incertezas políticas, a Construção Civil registrou queda de 7,6% em sua parcela do Produto Interno Bruto (PIB), segundo dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2016), sendo essa a queda mais acentuada desde 2003, de 8,9%. A rentabilidade do ramo já havia diminuído consideravelmente em 2014, o que fez com que o setor diminuísse suas atividades. Dessa forma, nos anos de 2014 e 2015, a Indústria da Construção Civil (ICC), representante de grande parte do PIB nacional (cerca de 11,3% em 2013), conseqüentemente sendo essencial para o desenvolvimento do país, registrou queda de aproximadamente 8,43% (CBIC, 2016).

Em meio a uma das circunstâncias mais adversas das últimas décadas, representantes do setor da construção civil afirmam que o atual momento é de as construtoras repensarem estratégias de mercado, aproveitando para enxugar custos e investir em planejamento e produtividade [3]. É nesse cenário que a Construção Enxuta, conhecida internacionalmente por *Lean Construction*, adquire notoriedade.

Partindo destas constatações, este trabalho visa contribuir com a comunidade científica, através de uma revisão sistemática da utilização dos princípios e ferramentas da *Lean Construction* como estratégia de planejamento e controle para a otimização de obras da Construção Civil, bem como fazer um estudo da utilização da filosofia enxuta em construtoras de João Pessoa.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

II.1 DESPÉRDICIO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O modelo de gestão utilizado por grande parte das construtoras é baseado em processos de conversão, que transformam insumos em produtos intermediários ou finais. Porém, essa definição de produção tem ignorado, muitas vezes, algumas atividades que compõem os fluxos físicos entre as atividades de conversão, como por exemplo, a movimentação de materiais, de pessoas e de informações. Essas atividades são caracterizadas por não agregar valor ao produto [4]. Segundo [5], estima-se que dois terços (67%) do tempo gasto por trabalhadores em um canteiro de obras são em atividades que não agregam valor.

Derivado de técnicas do Sistema Toyota de Produção, o modelo de gestão proposto pela *Lean Construction* tem, como objetivo principal, estudar a relação entre atividades de conversão e de fluxo, para reduzir ou até eliminar operações que não agreguem valor para aquele processo e que resultem em perdas de tempo e produtividade.

Para [5] define o termo “perda” como sendo algo muito além do que o desperdício de materiais. É qualquer ineficiência que ocorre no uso de equipamentos, materiais, mão de obra e capital, que acarrete em maiores quantidades àquelas necessárias para construção da edificação. Ou seja, perda é uma resposta quanto à execução de atividades desnecessárias que geram custos adicionais

que não agregam valor. De acordo com [6] dividiu as perdas em sete categorias:

- a) Perdas por superprodução: São aquelas que ocorrem por produção de um produto em quantidades superiores às necessárias, como, por exemplo: produção de argamassa para reboco em quantidade superior ao necessário;
- b) Perdas por espera: Está relacionada com as atividades de fluxo de materiais e trabalhadores, como por exemplo, parada no serviço por conta de falta de equipamentos ou insumos;
- c) Perdas por transporte: Está associada ao manuseio excessivo ou inadequado de materiais e componentes devido a uma má programação de atividades ou de um layout de canteiro ineficiente, como por exemplo, estoque de material distante do ponto de utilização;
- d) Perdas no processamento em si: Está associada a falta de padronização nas atividades, ineficiência no método de trabalho e mão de obra desqualificada. São exemplos: quebra manual de blocos por de meios-blocos, rasgos na alvenaria para instalações elétricas e hidráulicas;
- e) Perdas nos estoques: São aquelas que decorrem de estoques excessivos, devido a programação inadequada de compra, entrega do material ou erro na orçamentação, e que podem resultar em falta de local adequado para a disposição dos mesmos. São exemplos: deterioração do cimento por armazenamento em contato com o solo e pilhas muito altas;
- f) Perdas no movimento: São aquelas que decorrem da execução de movimentações desnecessárias por parte dos trabalhadores, durante a realização de suas atividades, por conta de frentes de trabalho distantes, layout inadequado do canteiro, programação de uma sequência inadequada da atividade;
- g) Perdas pela elaboração de produtos defeituosos: São aquelas que resultam em retrabalho ou redução no desempenho do produto final. Surgem da falta de integração entre o projeto e a execução, das deficiências do controle do processo produtivo ou da falta de treinamento dos funcionários. São exemplos: paredes fora de esquadro, descolamento de azulejos, falha na impermeabilização, entre outras.

Observando que existem tantos fatores que influenciam no processo de produção, a *Lean Construction* veio modificar o conceito tradicional de processo de produção, com a intenção de aumentar a eficiência global dos empreendimentos do setor, buscando eliminar o máximo possível de atividades como movimentação, espera e inspeção, que não agregam valor e consomem bastante tempo no processo produtivo. Esse pensamento enxuto teve início no Japão, através do Sistema Toyota de Produção [7].

II.2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Após a Segunda Guerra Mundial, Kiichiro Toyoda, fundador da *Toyota Motor Company*, percebeu que os americanos ainda estavam muito à frente da sua empresa no quesito produção e essa diferença de produtividade só poderia ser explicada pela existência de perdas no sistema de produção japonês.

A partir daí, começou a estruturação de um processo para mudar esse cenário. Equipes de funcionários passaram a trabalhar juntos, tentando encontrar a melhor maneira para realizar as operações necessárias, identificando e eliminando perdas. Nesse processo de melhoria contínua, chamado *Kaizen*, cada trabalhador

da linha de montagem, ao contrário do sistema de produção em massa, pudesse parar a linha de produção caso algum defeito fosse detectado [8].

Para [6] diz que os trabalhadores aprenderam não só a identificar a raiz do problema, como também a sugerir a correção para que este não voltasse a acontecer, diminuindo consideravelmente o número de erros. Com isso, a prática do *Kaizen* resultou na redução da necessidade de retrabalho e o aumento da qualidade dos carros fabricados. Outra meta do Sistema Toyota de Produção, conhecido como *Lean Production* (Produção Enxuta), é reduzir os estoques finais ao trabalhar com pequenos lotes de produção e uma alta quantidade de entregas.

Diante disso tudo, o propósito maior da *Lean Production* é atender da melhor maneira as necessidades do cliente, fornecendo produtos e serviços da mais alta qualidade, ao mais baixo custo e no menor tempo possível. Tudo isso, garantindo um ambiente de trabalho onde segurança e moral dos trabalhadores é uma preocupação fundamental da gerência [9].

No ano de 1973, com a Crise do Petróleo, empresas no mundo inteiro enfrentaram pesados prejuízos, enquanto a *Toyota* continuou obtendo lucros, sendo uma das poucas a escapar dessa crise. Este fenômeno despertou a curiosidade das organizações e a *Toyota* ficou conhecida mundialmente [10].

II.3 LEAN CONSTRUCTION

O termo "*Lean*" foi inicialmente utilizado no livro "*The Machine that Changed the World*" (A Máquina que Mudou o Mundo), de Womack, publicado em 1990 nos Estados Unidos. Trata-se de um amplo estudo divulgado pelo MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) sobre a indústria automobilística, procurando avaliar as causas do sucesso da *Toyota* e o que poderia ser aprendido pelas indústrias estadunidenses.

A *Lean Construction* é a aplicação dos conceitos e princípios da *Lean Production* na construção civil. Esse conceito foi inicialmente apresentado pelo pesquisador finlandês Lauri Koskela, em 1992, ao publicar o Relatório Técnico nº. 72 – *Application of the New Production Philosophy to Construction*, pela Universidade de Stanford, nos Estados Unidos da América. No relatório, ele adaptou os conceitos da *Lean Production* para a construção civil, propondo assim, a *Lean Construction*, e enumerou os seguintes onze princípios para a melhoria do fluxo da nova filosofia de gestão [11]:

- a) Redução de atividades que não agregam valor;
- b) Aumento do valor do produto através de uma consideração sistemática dos requisitos do cliente;
- c) Redução da Variabilidade;
- d) Redução do Tempo de Ciclo;
- e) Simplificação pela minimização do número de passos e partes;
- f) Aumento da flexibilidade na execução do produto;
- g) Aumento da transparência no processo;
- h) Foco no controle de todo processo;
- i) Introdução da Melhoria Contínua ao Processo;
- j) Balanceamento da Melhoria dos fluxos com a melhoria das conversões;

- k) Benchmarking (aprendizado a partir das práticas adotadas em outras empresas).

Em uma revisão de seus postulados, realizada em 2000, na publicação de sua tese de doutorado, Koskela simplifica a produção enxuta, enunciando apenas três grandes princípios. Segundo ele, ser *Lean* é focar em transformação, fluxo e valor.

Focar em transformação é fazer bem feito o produto, cuidar da qualidade na sua execução e aplicar da melhor maneira o esforço produtivo de máquinas e operários. Focar em fluxo é não deixá-lo parar, garantindo a sua continuidade por alguma sistemática de planejamento da produção, idealmente aquelas que determinam que um produto só deva ser produzido se ele é requerido.

Por fim, focar no valor é admitir a relevância do cliente no processo produtivo. A transformação e o fluxo só adquirem sentido se atendermos requisitos daqueles que vão usufruir dos bens ou serviços assim produzidos [1].

III. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com a finalidade de atingir os objetivos definidos neste estudo, o método de pesquisa utilizado foi desenvolvido sob dois enfoques. Primeiramente foram selecionadas fontes bibliográficas para a realização da referencial teórico abordando toda a filosofia *Lean*, desde a sua origem no Sistema Toyota de Produção até os dias atuais, bem como o cenário da construção civil no Brasil.

Posteriormente, foi elaborado um questionário na pesquisa de campo, o qual possuía três perguntas para cada um dos onze princípios da *Lean Construction*, além de perguntas questionando o nível de conhecimento do próprio entrevistado em relação ao assunto, o seu interesse em aplicar a filosofia, se acredita que a sua utilização pode melhorar o desempenho de uma obra e os possíveis obstáculos para uma empresa não querer utilizá-la. No total, foram quarenta e cinco perguntas por questionário aplicado.

O estudo se desenvolveu em trinta construtoras de edificações verticais localizadas na cidade de João Pessoa, todas presentes na lista do Sindicato da Indústria da Construção Civil de João Pessoa (SINDUSCON-JP), a fim de verificar, se as mesmas utilizam ou não a filosofia *Lean* em seus processos.

Os meios utilizados para coletar os dados necessários à pesquisa foram entrevistas acompanhadas do questionário semiaberto. Os entrevistados foram profissionais ligados ao gerenciamento de obras.

IV. RESULTADOS

Inicialmente buscou-se determinar como os próprios entrevistados classificavam o seu conhecimento a respeito da filosofia *Lean Construction*. A resposta poderia ser dada em cinco níveis, enumerados de zero a quatro, equivalendo, nessa ordem à nenhum, pouco, médio, bom e ótimo. O resultado desse quesito está exposto na Tabela 1.

Tabela 1: Conhecimento a respeito da *Lean Construction*.

Conhecimento	Frequência	Porcentual (%)
Nenhum	0	0
Pouco	9	30
Razoável	13	43,3
Bom	8	26,7
Muito bom	0	0
Total	30	100

Fonte: Autores (2016).

Como pode ser visualizado, todos os entrevistados alegaram possuir algum conhecimento a respeito da *Lean Construction*. Quase metade deles disseram que têm um entendimento razoável, totalizando 43,3%. Apenas oito pessoas responderam como tendo bom, e nove pensam saber pouco da filosofia enxuta.

Em relação ao conhecimento, foi feita outra análise utilizando a mediana do desempenho das empresas. Foi calculada

a mediana de cem pontos. Como no total são trinta empresas, isso quer dizer que quinze empresas pontuaram acima de cem, e quinze abaixo de cem, já que a mediana é o valor que divide a amostra em duas partes iguais. A Tabela 2 mostra a distribuição das empresas de acordo com o conhecimento declarado, relacionando com as suas respectivas pontuações.

Tabela 2: Relação do conhecimento declarado com a pontuação obtida.

Mediana	Nenhum	Pouco	Razoável	Bom	Ótimo
Abaixo de 100	0	6	6	3	0
Acima de 100	0	3	7	5	0
Total	0	9	13	8	0

Fonte: Autores (2016).

Uma contradição observada é que das oito que responderam o questionário como tendo bom conhecimento em torno da construção enxuta, três empresas adquiriram pontuação abaixo da mediana. Ou seja, mesmo sabendo que a utilização da *Lean Construction* como modelo de gestão aumenta a eficiência

global do empreendimento, a aplicação não acontece nas suas obras. Por isso, é preciso saber quais fatores impedem a prática *Lean* nessas construtoras. A Tabela 3 apresenta as respostas que os engenheiros deram para o principal entrave que impedem as construtoras, de uma maneira geral, não se utilizar essa metodologia de gestão.

Tabela 3: Principais entraves para a implantação da *Lean Construction*.

Entraves	Frequência	Porcentual (%)
Custos de implantação (gastos com consultorias e treinamentos)	9	30
Dificuldade dos funcionários em compreenderem a filosofia	7	23,3
Não confiar na expectativa de bons resultados	3	10
Não ser uma filosofia com técnicas disseminadas na região	11	36,7
Total	30	100

Fonte: Autores (2016).

A última opção foi a mais votada, com 36,7%, que é onde entra a questão da cultura. As empresas têm medo ou receio de inovar e não dar certo, acarretando em prejuízo. Apesar disso, apenas três empresas não confiam em bons resultados aplicando a Lean Construction. Do restante, nove apontaram os custos de implantação como principal entrave e sete indicaram a dificuldade em compreender a filosofia. Para esse, existem consultorias especializadas em construção enxuta, atuando em conjunto com os

fornecedores do setor da construção civil, revendo processos e métodos, afim de utilizar um melhor gerenciamento da obra.

Após apresentar toda a teoria da metodologia enxuta na construção, o questionário buscou também saber o interesse em aplicar esse modelo de gestão nas obras em questão. O quesito tinha cinco opções de resposta: nenhum, pouco, razoável, bom e ótimo. O resultado é apresentado na Tabela 4:

Tabela 4: Interesse em aplicar a *Lean Construction*.

Interesse	Frequência	Porcentual (%)
Nenhum	0	0
Pouco	1	3,3
Razoável	4	13,3
Bom	16	53,3
Ótimo	9	30
Total	30	100

Fonte: Autores (2016).

Ninguém disse não ter interesse, mas uma pessoa tem pouco, e quarto, razoável. Como já era esperado, a maior parte tem de bom a ótimo nível de interesse, representando vinte e cinco empresas, ou 83,3% do total. Isso mostra que a maior parte delas acredita nos benefícios desse modelo de gestão.

Partindo para a análise das perguntas relacionadas aos princípios da *Lean Construction*, todos eles possuíam pesos iguais, ou seja, o mesmo nível de importância. Sabendo que eram onze princípios, que cada um possuíam três perguntas, que cada pergunta

possuía cinco níveis de respostas (1 - nunca, 2 - quase nunca, 3 - às vezes, 4 - quase sempre, 5 - sempre), conclui-se que a pontuação máxima possível é de cento e sessenta e cinco pontos. Dividindo o somatório dos pontos de cada empresa por esse valor total, foi determinada a média do desempenho individual das mesmas. O resultado é mostrado na Tabela 5.

Tabela 5: Pontuação das empresas.

Empresa	Pontuação	Média (%)	Empresa	Pontuação	Média (%)
1	111	67,27	16	109	66,06
2	104	63,03	17	77	46,67
3	97	58,79	18	112	67,88
4	127	76,97	19	102	61,82
5	63	38,18	20	104	63,03
6	98	59,39	21	108	65,45
7	95	57,58	22	103	62,42
8	93	56,36	23	115	69,70
9	111	67,27	24	91	55,15
10	115	69,70	25	71	43,03
11	84	50,91	26	105	63,64
12	102	61,82	27	86	52,12
13	82	49,70	28	96	58,18
14	87	52,73	29	63	38,18
15	103	62,42	30	70	42,42

Fonte: Autores (2016).

Somando todas as pontuações e dividindo pelo número de construtoras, obteve-se a média geral de 96,1 pontos, que corresponde a 58,24% do total. Ou seja, pode-se dizer que cerca de 60% da filosofia enxuta é presente nas construtoras da cidade de

João Pessoa, mesmo que inconscientemente. Os gestores responsáveis pelas empresas mostraram por meio de suas respostas que são adotados procedimentos de racionalização de processos e perdas.

As empresas que consideram adotar a *Lean Construction* não aplicam totalmente os princípios da filosofia. Talvez isso aconteça porque alguns deles são considerados menos importantes que outros, recebendo assim, menos atenção. Com a intenção de

fazer a análise disso, a Tabela 6 ilustra a média individual deles, juntamente com os seus respectivos desvios padrões, bem como a média e desvio padrão geral.

Tabela 6: Resultados dos princípios da *Lean Construction*.

Princípios	Média
Redução de atividades que não agregam valor	9,5
Aumento do valor do produto através de uma consideração sistemática dos requisitos do cliente	8,1
Redução da variabilidade	10,13
Redução do tempo de ciclo	7,8
Simplificação pela minimização do número de passos	8,9
Aumento da flexibilidade na execução do produto	8,07
Aumento da transparência no processo	9,07
Foco no controle do processo global	9,93
Introdução da melhoria contínua no processo	8,3
Balanceamento da melhoria dos fluxos com a melhoria das conversões	8,77
Benchmarking	7,53
Desempenho geral	96,1

Fonte: Autores (2016).

O princípio com maior média é o de reduzir a variabilidade. Do ponto de vista da construção enxuta, a variabilidade pode ser nos processos anteriores, relacionada aos fornecedores do processo; no próprio processo, relacionada à execução de alguma atividade; ou na demanda, relacionada aos desejos e necessidades dos clientes. É importante tentar simplificar ao máximo, pois a variabilidade tende a aumentar a parcela de atividades que não agregam valor e o tempo necessário para executar um produto.

A prática do benchmarking, princípio com média mais baixa, possibilita reconhecer que outra empresa pode executar um processo de maneira mais eficaz, para que possam ser adaptados à própria empresa. É fundamental fazer esse processo, para que a forma de gerenciamento e controle da produção da própria empresa possa ser otimizada. Uma das perguntas do questionário questionava diretamente se as empresas procuram técnicas de sucesso em outras e consideram como um modelo a ser espelhado. Para essa pergunta, quase metade das empresas responderam que nunca fazem isso, o que deixa a entender que elas consideram a metodologia própria tão eficiente que não precisa ser melhorada.

As outras fazem uso de modelos bem-sucedidos como referências na execução da obra, porém, não com máxima consistência possível.

Ainda foi feita uma correlação entre pontuação obtida e o tempo de atuação da empresa no mercado, com o intuito de descobrir se há relação entre os dois parâmetros. O tempo médio de empresa é de 14,4 anos e como já foi visto, a pontuação média é de 96,1 pontos.

A correlação avalia diretamente o grau de relacionamento entre duas variáveis distintas. Para o presente trabalho foi utilizada a Correlação de Pearson, um coeficiente que quantifica a força de associação linear entre X e Y, descrevendo o quão bem uma linha reta se ajusta através de pontos no plano cartesiano.

Se os pontos ficam localizados exatamente sobre uma linha crescente então “ $r = 1$ ”, e se ficam localizados exatamente sobre uma linha decrescente, “ $r = -1$ ”. Quanto mais perto de um, independente do sinal, maior é o grau de dependência estatística linear entre as variáveis. Por outro lado, quanto mais próximo de zero for o valor, menor será a força dessa relação. O coeficiente tem um caráter adimensional, ou seja, ele é desprovido de unidade física que o defina. Não faz sentido interpretar uma correlação de 0,3 como sendo 30%, por exemplo (BISQUERA, 2004). Na presente correlação, o tempo está representando o valor de X, em anos, e o desempenho o lugar de Y, em pontos. O software IBM SPSS Statistics fez o cálculo e gerou o resultado apresentado na Tabela 7.

Tabela 7: Correlação de Pearson entre tempo e desempenho.

Variáveis	Tempo	Desempenho
Tempo	1	0,571**
Desempenho	0,571**	1

Fonte: Autores (2016).

A relação entre tempo e desempenho é de 0,571**, valor que classifica a correlação como sendo moderada positiva. Os dois asteriscos após o coeficiente expressam que a correlação é significativa no nível 0,01. Portanto, o software alegou que a hipótese nula, de que esse resultado aconteceu por acaso, é falsa e existe 99% de chance de acerto no Coeficiente de Pearson obtido

pelo software. A correlação moderada positiva de 0,571 entre a média do tempo de atuação de cada empresa declarado na Receita Federal e o desempenho das mesmas em relação à utilização da *Lean Construction* é uma similaridade real e não acontece por acaso.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As respostas dadas pelos entrevistados indicam que a filosofia ainda é pouco disseminada na região. Os que afirmaram ter um bom nível de conhecimento a respeito do assunto, disseram que apenas leram e estudaram sobre. Deste modo, perguntas mais minuciosas são necessárias para que se possa obter uma resposta que esteja de acordo com a realidade, pois, não seria adequado atribuir o mesmo nível de conhecimento para alguém que estudou a filosofia e outro que tenha trabalhado com ela.

Também pode-se chegar à conclusão de que todos os entrevistados possuem interesse em aplicar a construção enxuta, mesmo que mínimo, e acreditam que sua utilização pode melhorar o desempenho de suas empresas. Isso leva a crer que existe espaço na construção civil para a implementação da filosofia. Porém, esse resultado entra em contradição com relação aos obstáculos enfrentados para essa implementação, pois as empresas alegaram o fato de não ser uma técnica muito difundida na região como o principal entrave. Assim, deve-se fazer conhecidos os conceitos e vantagens da aplicação do pensamento enxuto para todos os envolvidos na construção civil da cidade.

Em relação a aplicação dos princípios, nota-se uma variação na relevância que as empresas dão para cada um, mas reduzir a variabilidade e focar no controle do processo global possuem maior relevância no quadro geral. Além disso, atender as considerações feitas pelos clientes é de comum importância para todas. Logo, é perceptível o valor desse princípio no dia-a-dia das construtoras, pois entender as necessidades dos clientes é característica primordial para a permanência no competitivo mercado da construção.

Diante disso, pode-se afirmar que o objetivo desse trabalho foi alcançado ao identificar o nível de aplicação da *Lean Construction* e o desempenho global de cada construtora, e concluir, que existe a preocupação nas empresas em otimizar seus processos produtivos e reduzir os desperdícios.

VI. REFERÊNCIAS

[1] Heineck, Luiz et al. **Logística e Lógica na Lean Construction: Um Processo de Gestão Transparente na Construção de Edifícios**. Fortaleza: Fibra Construções Ltda, 2004. 152f.

[2] Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC. 2016.

[3] Leão, Cintia Loturco Pinheiro. **Estimativa da correção do coeficiente de retorno de esgoto sanitário em habitações com sistemas de aproveitamento de água pluvial: estudo de caso da cidade de Bauru (SP)**. Dissertação de Mestrado da Universidade Estadual Julio de Mesquita Filho (UNESP). 2015.

[4] Rezende, Juliana S. et al. **Identificação das práticas da filosofia Lean Construtoras de médio porte na cidade de Itabuna (BA)**, Engevista, V.14, dez. 2012.

[5] Formoso, Carlos T. et al. **As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor**. 1996.

[6] Shingo, Shingeo; **Sistemas de Produção com Estoque Zero: o Sistema Shingo para melhorias contínuas**. Porto Alegre: Bookman Companhia Editora, 1996.

[7] Paixão, L. G. A.; **Implementação de práticas da produção enxuta: um estudo de caso em uma fábrica de produtos de papel**. 2011. 119p. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade de São Paulo. 2011.

[8] Picchi, F. A.; **Lean Thinking (Mentalidade Enxuta): Avaliação Sistemática do Potencial de Aplicação no Setor de Construção**. In: Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído. 2001. Artigo técnico, Fortaleza.

[9] Womack, James P., **Mentalidade Enxuta nas Empresas: elimine os Desperdícios e Crie Riqueza**. 7. ed. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

[10] Ghinato, Paulo *et. al.* **Um modelo para o sistema de construção enxuta a partir do Sistema Toyota de Produção**. XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção - Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de out de 2003.

[11] Denari, Caio G. **Aplicação dos princípios da construção enxuta em empresas construtoras**. 2010. 67f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de São Carlos. 2010.



Domestic photovoltaic energy generation: Billing by the electric energy compensation system

Maria Luiza Abath Escorel Borges¹, Henrique Sérgio Rêgo de Holanda Sá Sobrinho²

^{1,2}Centro Universitário de João Pessoa/PB

Email: mluizabath@gmail.com, henrique.sobrinho@unipe.br

Received: April 16th, 2017

Accepted: May 21th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

The increase in world energy demand due to improved standards of living in developing countries gives rise to concerns about the environmental impacts caused by energy sources such as fossil fuels, which are still widely used in the world. Renewable energy is seen as the solution to meet this growing energy demand. solar rays, in addition to bringing the light and heat essential to life on earth, can be harnessed for the generation of electricity. As an incentive for solar energy, aneel has established the energy compensation system, where the consumer can obtain credits and use as a discount the next energy bills. This article presents an example of billing by the energy compensation system. The results obtained show that in spite of the high investment cost, it is possible to obtain, over the years, the financial return from the use of photovoltaic energy.

Keywords: Renewable energy; Photovoltaics; Solar energy.

Geração doméstica de energia fotovoltaica: faturamento pelo sistema de compensação de energia elétrica

RESUMO

O crescimento da demanda energética mundial em razão da melhoria dos padrões de vida nos países em desenvolvimento traz preocupação devido aos impactos ambientais causados por fontes energéticas como combustíveis fósseis, que ainda são amplamente utilizados no mundo. Vê-se nas energias renováveis a solução para suprir essa crescente demanda energética. Os raios solares, além de trazerem a luz e o calor essencial para a vida na Terra, podem ser aproveitados para a geração de eletricidade. Como forma de incentivo da energia solar, a ANEEL estabeleceu o sistema de compensação de energia, onde o consumidor pode obter créditos e utilizar como desconto nas próximas contas de energia. Este artigo apresenta um exemplo de faturamento pelo sistema de compensação de energia. Os resultados obtidos mostram que apesar do alto custo de investimento, é possível obter no decorrer dos anos o retorno financeiro com a utilização da energia fotovoltaica.

Palavras Chaves: Energias renováveis; Energia fotovoltaica; Energia solar.

I. INTRODUÇÃO

A engenharia civil possui um enorme potencial de intervenção na transformação da natureza e sua adaptação às necessidades humanas, com o intuito de fazer a sociedade progredir. O desenvolvimento dela tem seu preço e, geralmente, quem paga por ele é o meio ambiente, direta ou indiretamente [1].

A indústria da construção civil apresenta-se como grande geradora de impactos ambientais, os quais poderiam ser minimizados ou até mesmo eliminados, se foram adotadas medidas sustentáveis em suas ações, como por exemplo, a utilização de fontes de energias renováveis [2].

A questão energética é um dos assuntos de maior importância na atualidade. A qualidade de vida de uma sociedade está intimamente ligada ao seu consumo de energia. O crescimento da demanda energética mundial em razão da melhoria dos padrões de vida nos países em desenvolvimento traz preocupação devido aos impactos ambientais causados por fontes energéticas como combustíveis fósseis, que ainda são amplamente utilizados no mundo.

Além disso, é importante lembrar que as reservas desses combustíveis fósseis, como petróleo, carvão mineral e gás natural, um dia vão se esgotar e por isso é necessário buscar alternativas.

Vê-se nas energias renováveis a solução para suprir essa crescente demanda energética [3].

Para [4] afirma que a adoção de fontes renováveis na matriz energética de um país minimiza os impactos causados por combustíveis fósseis. Dentre elas, a energia solar vem se destacando nos quesitos relacionados a custos de produção, segurança de fornecimento e sustentabilidade ambiental. Assim como a eólica e a do mar, a energia solar se caracteriza como inesgotável e é considerada uma alternativa energética muito promissora para enfrentar os desafios da expansão da oferta de energia com menor impacto ambiental.

Diariamente toneladas de energia chegam ao nosso planeta de forma gratuita e limpa. Os raios solares, além de trazerem a luz e o calor essencial para a vida na Terra, podem ser aproveitados para a geração de eletricidade. Isso é possível através de uma tecnologia chamada fotovoltaica, ou seja, luz transformada em eletricidade [4].

Com altos níveis de radiação solar contemplando a região Nordeste Brasileira, vê-se grande potencial para a utilização de energia de fontes renováveis para suprir a demanda que vem crescendo a cada ano em nosso país. Como o Brasil depende hoje da geração de energia em quase sua totalidade das hidrelétricas, a população sofre muito quando os níveis das barragens baixam e conseqüentemente, prejudicam a geração desse tipo de energia [5].

Com a preocupação em solucionar os problemas existentes em vários seguimentos da sociedade, juntamente com a responsabilidade em preservar o meio ambiente, essa pesquisa se justifica em razão da falta de conhecimento das pessoas em relação à energia solar, o que vem impedindo um crescimento mais rápido da sua utilização, visto que esse tipo de energia é tido como economicamente inviável para a renda dos brasileiros devido ao seu alto custo de implantação.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

II.1 ENERGIAS RENOVÁVEIS NO MUNDO

Ao longo dos últimos 40 anos, a produção de energia elétrica baseada em fontes renováveis manteve-se estável, em torno de 12,5% da produção global. Embora os biocombustíveis sólidos (principalmente madeira) representassem três quartos da oferta das fontes renováveis, grandes desenvolvimentos recentes em energia solar e eólica começaram a mudar esse cenário.

O crescimento acentuado do uso de energia solar e eólica compensou o declínio na participação da hidroeletricidade e, portanto, as fontes renováveis de energia têm mantido a sua posição de terceiro maior contribuinte para a produção global de eletricidade. Foram responsáveis por 21,6% da geração mundial em 2013, depois do carvão (41,2%) e ligeiramente atrás do gás (21,8%), mas à frente da nuclear (10,6%) e óleo (4,4%).

No entanto, para alguns países, a participação pode ser muito maior, próximo ou igual a 100%. Este é o caso, por exemplo, da Islândia, com 100% de sua eletricidade produzida por fontes renováveis (geotérmica e hídrica). Paraguai e Noruega com 100% e 98%, respectivamente, da sua eletricidade produzida por hidrelétrica. O Brasil possui sua matriz de fontes energéticas pouco diversificada, tendo em vista que de toda a energia produzida, 61,12% são de usinas hidrelétricas e 27,75% de usinas termoeletricas. Fontes eólicas representam 6,03% e solar fotovoltaica apenas 0,02%.

II.2 CRESCIMENTO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

O crescimento mundial da energia fotovoltaica vem configurando uma curva exponencial durante mais de duas décadas, evoluindo de um nicho pequeno de mercado, com aplicações em pequena escala, para se tornar uma grande fonte de eletricidade. Quando os sistemas solares foram reconhecidos como uma tecnologia promissora de energia renovável, programas tais como tarifas “feed-in” e “net-metering” (sistema de compensação) foram implementados por uma série de países, a fim de oferecer incentivos econômicos para investimentos.

Durante vários anos o crescimento foi impulsionado principalmente pelo Japão e países europeus. Como consequência, o custo da energia solar diminuiu significativamente devido a melhorias na tecnologia, sobretudo quando a produção de células e módulos solares começaram a crescer na China. Desde então, o uso da energia fotovoltaica vem ganhando força em uma escala mundial e cada vez mais competindo com as fontes de energia convencionais.

Historicamente o Estados Unidos foi líder em sistemas fotovoltaicos instalados, com capacidade total de 77 megawatts em 1996, mais do que qualquer outro país na época. No ano seguinte, o Japão tornou-se líder mundial até 2005, quando a Alemanha assumiu liderança com aproximadamente 40.000 megawatts. Em 2016 a China se tornou o maior produtor mundial de energia fotovoltaica.

Até o final de 2014 a capacidade fotovoltaica mundial acumulada atingiu 178 gigawatts (GW) suficientes para abastecer 1 por cento da demanda global de energia elétrica. Atualmente 7,9% da demanda mundial é suprida por fonte fotovoltaica. Estima-se que em 2020 a potência fotovoltaica mundial somará 500 GW e que em 2050 será a principal fonte de energia do planeta.

II.3 GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Geração Distribuída (GD) é uma expressão usada para designar a geração elétrica realizada junto ou próxima do consumidor, independente da potência, tecnologia e fonte de energia. A GD tem vantagem sobre a geração central pois economiza investimentos em transmissão e reduz as perdas, melhorando a estabilidade do serviço de energia elétrica.

A geração elétrica perto do consumidor chegou a ser regra na primeira metade do século XX, quando a energia industrial era praticamente toda gerada localmente. A partir da década de 40, a geração em centrais de grande porte ficou mais barata, reduzindo o interesse dos consumidores pela GD. Como consequência, o desenvolvimento tecnológico para incentivar esse tipo de geração também diminuiu.

As crises do petróleo introduziram fatores perturbadores que mudaram irreversivelmente este panorama. A partir da década de 90, a reforma do setor elétrico brasileiro permitiu a competição no serviço de energia, criando concorrência e estimulando a produção de energia elétrica com custos competitivos. Com o fim do monopólio da geração elétrica, em meados dos anos 80, o desenvolvimento de tecnologias alternativas voltou a ser incentivado com visíveis resultados na redução dos custos.

No final de 2015, o Ministério de Minas e Energia (MME) lançou o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD), para ampliar e aprofundar as ações de estímulo à geração pelos próprios consumidores, com base nas

fontes renováveis (em especial a solar fotovoltaica). O ProGD pode movimentar pouco mais de R\$ 100 milhões em investimentos, até 2030, quando 2,7 milhões de unidades consumidoras poderão gerar sua própria energia, entre residências, comércios, indústrias e setor agrícola, o que pode resultar em 23.500 MW de energia limpa e renovável, o equivalente à metade da geração da Usina Elétrica de Itaipu. Com isso, o Brasil pode evitar que sejam emitidos 29 milhões de toneladas de gás carbônico na atmosfera.

II.4 MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDAS

Desde 17 de abril de 2012, quando entrou em vigor a [6], o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada. Podendo, inclusive, fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade. Trata-se da micro e da minigeração distribuídas de energia elétrica, inovações que podem aliar economia financeira, consciência socioambiental e autossustentabilidade.

Os estímulos à geração distribuída se justificam pelos potenciais benefícios que tal modalidade pode proporcionar ao sistema elétrico. Entre eles estão o adiamento de investimentos em expansão dos sistemas de transmissão e distribuição, o baixo impacto ambiental, a redução no carregamento das redes, a minimização das perdas e a diversificação da matriz energética.

Com objetivos de reduzir os custos e tempo para a conexão das micro e minigeração, compatibilizar o Sistema de Compensação de Energia Elétrica com as Condições Gerais de Fornecimento, aumentar o público alvo e melhorar as informações na fatura, a ANEEL publicou a Resolução Normativa nº 687/2015 revisando a Resolução Normativa nº 482/2012 [6].

II.5 PRINCIPAIS INOVAÇÕES

Segundo as novas regras, que começaram a valer em 1º de março de 2016, é permitido o uso de qualquer fonte renovável, além da cogeração qualificada, denomina-se microgeração distribuída a central geradora com potência instalada até 75 quilowatts (kW) e minigeração distribuída aquela com potência acima de 75 kW e menor ou igual a 5 MW (sendo 3 MW para a fonte hídrica), conectadas à rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras.

Quando a quantidade de energia gerada em determinado mês for superior à energia consumida naquele período, o consumidor fica com créditos que podem ser utilizados para diminuir a fatura dos meses seguintes. De acordo com as novas regras, o prazo de validade dos créditos passa de 36 para 60 meses, podendo também ser usados para abater o consumo de unidades consumidoras do mesmo titular, situadas em outro local, desde que na área de atendimento de uma mesma distribuidora. Esse tipo de utilização dos créditos foi denominado “autoconsumo remoto”.

Outra inovação da norma diz respeito à possibilidade de instalação de geração distribuída em condomínios (empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras). Nessa configuração a energia gerada pode ser dividida entre os condôminos em porcentagens definidas pelos próprios consumidores.

A ANEEL criou ainda a figura da “geração compartilhada”, possibilitando que diversos interessados se unam em um consórcio ou em uma cooperativa, instalem uma micro ou minigeração distribuída e utilizem a energia gerada para redução das faturas dos consorciados ou cooperados.

Com relação aos procedimentos necessários para se conectar a micro ou minigeração distribuída à rede da distribuidora, a ANEEL estabeleceu regras que simplificam o processo: foram instituídos formulários padrão para realização da solicitação de acesso pelo consumidor e o prazo total para a distribuidora conectar usinas de até 75 kW, que era de 82 dias, foi reduzido para 34 dias. Adicionalmente, a partir de janeiro de 2017, os consumidores poderão fazer a solicitação e acompanhar o andamento de seu pedido junto à distribuidora pela internet.

II.6 CRÉDITO DE ENERGIA

Caso a energia injetada na rede seja superior à consumida, cria-se um “crédito de energia” que não pode ser revertido em dinheiro, mas pode ser utilizado para abater o consumo da unidade consumidora nos meses subsequentes ou de outras unidades de mesma titularidade (desde que todas as unidades estejam na mesma área de concessão), com validade de 60 meses.

II.7 CONDIÇÕES PARA A ADESAO

Compete ao consumidor a iniciativa de instalação de micro ou minigeração distribuída – a ANEEL não estabelece o custo dos geradores e tampouco eventuais condições de financiamento. Portanto, o consumidor deve analisar a relação custo-benefício para instalação dos geradores, com base em diversas variáveis: tipo da fonte de energia (painéis solares, turbinas eólicas, geradores a biomassa etc), tecnologia dos equipamentos, porte da unidade consumidora e da central geradora, localização (rural ou urbana), valor da tarifa à qual a unidade consumidora está submetida, condições de pagamento/financiamento do projeto e existência de outras unidades consumidoras que possam usufruir dos créditos do sistema de compensação de energia elétrica.

II.8 O EFEITO FOTOVOLTAICO

O fundamento da conversão da energia do sol em energia elétrica está no Efeito Fotovoltaico, descoberto por Becquerel em 1839, ao observar que certos materiais, ao serem expostos à luz, eram capazes de produzir corrente elétrica. No entanto, somente em 1954 foi produzida a primeira célula fotovoltaica com uma eficiência de conversão aceitável (Chapin, 1954, célula de 6%). Nos anos 1950-70, iniciaram-se as pesquisas intensivas nesta área, especialmente para aplicações espaciais. A grande mudança foi produzida a partir dos anos 70, motivada em parte pela primeira crise energética internacional, que fomentou uma tentativa de diversificação das fontes energéticas e promoveu a pesquisa e o desenvolvimento da energia fotovoltaica (FV) como fonte energética.

O elemento fundamental na conversão FV é a Célula Fotovoltaica. Em determinados materiais semicondutores, os fótons da radiação solar são capazes de transmitir sua energia aos elétrons de valência do semicondutor, tomando possível romper suas ligações de modo que fiquem livres e possam movimentar-se no material produzindo corrente elétrica. A ausência de um elétron devido ao rompimento de uma ligação se chama “buraco”, que também pode mover-se através do semicondutor.

Portanto, as propriedades de condução elétrica de um semicondutor devem-se tanto ao movimento dos elétrons, quanto ao movimento dos buracos, denominando-se ambos, de maneira genérica, portadores de carga. O movimento dos elétrons e buracos

em direções opostas gera uma corrente elétrica no semicondutor, que pode ser aproveitada por um circuito externo.

II.9 GERAÇÃO DE ENERGIA

Os sistemas fotovoltaicos geram energia elétrica através das células fotovoltaicas, que são feitas de materiais capazes de transformar a radiação solar diretamente em energia elétrica através do efeito fotovoltaico. Nesse efeito, a luz solar é absorvida pelas células fotovoltaicas, que podem ser dispostas de diversas formas, sendo a mais utilizada a montagem de painéis ou módulos solares.

A energia dos fótons da luz é transferida para os elétrons, que então ganham a capacidade de movimentar-se. O movimento dos elétrons, por sua vez, gera a corrente elétrica [7]. Em resumo, o efeito fotovoltaico decorre da excitação dos elétrons de alguns materiais na presença da luz solar. Entre os materiais mais adequados para esse processo, destaca-se o silício [8].

A eletricidade gerada pelas células está em corrente contínua e pode ser imediatamente usada ou armazenada em baterias. Em sistemas conectados à rede, a energia gerada precisa passar por um equipamento chamado inversor, que converte a corrente contínua em alternada com as características necessárias para atender as condições impostas pela rede elétrica pública.

Segundo a [6], a energia é lançada diretamente na rede e a que não for consumida é convertida em crédito, que pode ser utilizado em até dois anos. Esse crédito se dá por meio de um desconto nas próximas contas de eletricidade. Outra vantagem do sistema fotovoltaico é que ele não precisa do brilho do sol para operar. Ele também gera eletricidade em dias nublados, entretanto, a quantidade de energia gerada depende da densidade das nuvens. Devido à reflexão da luz do sol, dias com poucas nuvens podem resultar em mais produção de energia do que dias completamente claros.

Como já dito anteriormente, as células fotovoltaicas são fabricadas com material condutor. Isso significa que o material possui características intermediárias entre um condutor e um isolante. Existe um processo para que material semicondutor seja realmente transformado em uma célula fotovoltaica. De uma maneira geral, o semicondutor passa por uma etapa de purificação, seguido por um processo conhecido por dopagem, através da introdução de impurezas [9].

De acordo com [10], a célula fotovoltaica é composta por uma camada de material tipo P, justaposta a uma camada de material tipo N. Ao serem unidas, é formado um campo elétrico próximo à junção. No momento em que célula é exposta à luz, a energia dos fótons permite que elétrons presentes na camada P consigam passar

para a camada N, criando uma diferença de potencial nas extremidades do semicondutor. Se forem conectados fios às extremidades e estes forem ligados a uma carga, haverá um fluxo de corrente elétrica, fazendo os elétrons retornarem para a camada P, reiniciando o processo.

Ou seja, a luz do sol fornece energia para impulsionar os elétrons, estabelecendo assim, a corrente elétrica. É fundamental saber a quantidade de irradiação solar que incide no local onde se deseja instalá-las, através de um estudo dos níveis médios de irradiação, além de verificar qual a melhor orientação e inclinação em relação ao Sol, para ser obtido o melhor aproveitamento dos painéis.

Finalmente, um conjunto de inversores de frequência transforma a energia elétrica gerada em corrente contínua em, podendo então, conectar-se à rede elétrica e ser distribuída para a cidade [8].

III. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foi utilizado como metodologia de pesquisa o levantamento bibliográfico sobre o tema, assim como sobre as técnicas mais usuais e práticas para dimensionamento básico de arranjos para utilização em unidades residenciais e conexão à rede. Fez-se, também, uma pesquisa documental (projetos técnicos, orçamentos, de mercado) a fim de se obter dados comparativos quanto aos custos e tecnologia colocada no mercado. No intuito de demonstrar a dinâmica do sistema de compensação de energia elétrica, foi calculado o faturamento hipotético de uma possível situação, afim de discutir o levantamento de custos e retorno do investimento.

IV. FATURAMENTO PELO SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Considerando a existência de uma unidade consumidora trifásica (custo de disponibilidade igual ao valor em reais equivalente a 100 kWh), que tenha instalado equipamentos de microgeração solar fotovoltaica com potência de 2 kW (pico), e cujo consumo médio mensal seja de 418 kWh. Para efeitos de cálculo, foi utilizada a tarifa de 0,51 R\$/kWh, sem a incidência de impostos federais e estaduais (PIS/COFINS e ICMS) [11].

Com base nos níveis mensais de irradiação solar na localidade, foi estimada para a unidade consumidora (UC) a geração de energia (injetada), conforme apresentado no Quadro 1 a seguir.

Tabela 1: Consumo e geração no primeiro trimestre.

Mês	Consumo (kWh)	Injetado (kWh)	Crédito acumulado (kWh)	Fatura sem GD*	Fatura com GD*	Diferença
Jan	330	353	23	R\$ 168,30	R\$ 51,00	R\$ 117,30
Fev	360	360	23	R\$ 183,60	R\$ 51,00	R\$ 132,60
Mar	460	335	0	R\$ 234,60	R\$ 52,02	R\$ 182,58

$$\text{Fatura março} = (\text{Consumo} - \text{Injetado} - \text{Crédito utilizado}) \times \text{Tarifa energia}$$

$$\text{Fatura março} = (460 - 335 - 23) \times 0,51 = \text{R\$ } 52,02$$

Fonte: ANEEL, (2016).

Conforme pode ser observado no quadro anterior, no mês de janeiro o consumo da unidade consumidora (330 kWh) foi menor do que a energia ativa injetada na rede (353 kWh), resultando disso um crédito (23 kWh) a ser utilizado em faturamento posterior.

No mês de janeiro, portanto, o faturamento será apenas pelo custo de disponibilidade. Como esse custo é o valor em reais equivalente a 100 kWh, para uma tarifa de 0,51 R\$/kWh, o custo de disponibilidade será de R\$ 51,00.

No mês de fevereiro, a energia ativa injetada na rede (360 kWh) foi igual ao consumo medido. Dessa forma, o crédito do mês anterior não foi aproveitado (e, novamente, a UC foi faturada pelo custo de disponibilidade).

Em março, o consumo (460 kWh) foi maior do que a energia ativa injetada na rede (335 kWh), circunstância que propiciou a utilização do crédito de 23 kWh gerados no mês de janeiro. O consumo e geração anual da unidade consumidora está retratado na Tabela 2.

Tabela 2: Consumo e geração no ano.

Mês	Consumo (kWh)	Injetado (kWh)	Crédito acumulado (kWh)	Fatura sem GD*	Fatura com GD*	Diferença
Jan	330	353	23	R\$ 168,30	R\$ 51,00	R\$ 117,30
Fev	360	360	23	R\$ 183,60	R\$ 51,00	R\$ 132,60
Mar	460	335	0	R\$ 234,60	R\$ 52,02	R\$ 182,58
Abr	440	357	0	R\$ 224,40	R\$ 51,00	R\$ 173,40
Mai	450	333	0	R\$ 229,50	R\$ 59,67	R\$ 169,83
Jun	390	308	0	R\$ 198,90	R\$ 51,00	R\$ 147,90
Jul	350	360	10	R\$ 178,50	R\$ 51,00	R\$ 127,50
Ago	476	370	4	R\$ 242,76	R\$ 51,00	R\$ 193,80
Set	484	380	0	R\$ 246,84	R\$ 51,00	R\$ 183,60
Out	480	378	0	R\$ 244,80	R\$ 52,02	R\$ 192,78
Nov	430	338	0	R\$ 219,30	R\$ 51,00	R\$ 168,30
Dez	390	332	0	R\$ 198,90	R\$ 51,00	R\$ 147,90
Total	5.100	4.204	-	R\$ 2.560,20	R\$ 622,71	R\$ 1.937,49

Fatura agosto = (476 – 370 – 6) x 0,51 = R\$ 51,00

Fonte: ANEEL, (2016).

Nota-se que, no mês de julho, novamente o consumo (350 kWh) foi menor do que a energia ativa injetada na rede (360 kWh), o que gerou um crédito de 10 kWh. Já no faturamento de agosto, a energia injetada foi de 370 kWh e o consumo foi maior (476 kWh). A diferença entre o consumo e a geração (106 kWh) seria, portanto, o valor a faturar naquele mês. Todavia, há 10 kWh de créditos gerados no mês anterior (julho) e, assim sendo, eles podem ser utilizados para abater o valor a faturar.

Nesse caso, no entanto, basta que sejam utilizados 6 kWh (dos 10 kWh de crédito) para que a quantidade de kWh a faturar seja igual à quantidade mínima que deve ser faturada (100 kWh – custo de disponibilidade). Logo, sobrariam ainda 4 kWh de créditos que o consumidor utilizará no mês em que necessitar (no exemplo, em setembro).

Em resumo, nos meses em que o consumo for igual ou inferior à energia injetada na rede (janeiro, fevereiro e julho, no exemplo), ou quando, embora maior o consumo, a diferença for menor ou igual a 100 kWh (abril, junho, agosto, setembro, novembro e dezembro, no exemplo), a UC será faturada apenas pelo custo de disponibilidade.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo sendo uma fonte renovável de energia, em virtude de falta de tecnologia brasileira para produção dos equipamentos e do alto custo de investimento, existem empresas e universidades que incentivam a produção de energia fotovoltaica. Na tentativa de se promover um incentivo à produção de energias limpas, foram editadas as resoluções da ANEEL NR 112/1999 e NR 482/2012 que possibilitaram a produção de micro e minigeradores de energia

e sua absorção pelo Sistema Interligado Nacional – SIN, fazendo com que o excedente da produção fotovoltaica possa ser revertido em crédito de energia. Entretanto, não há pagamento em dinheiro pelo excedente produzido, tornando o sistema pouco atrativo para o pequeno produtor.

Foi realizada a análise financeira do faturamento através do sistema de compensação de energia. A conclusão é que a longo prazo o sistema autônomo é economicamente viável, pois possibilita retorno financeiro do valor aplicado e os excedentes poderão ser trocados pelo consumo na própria residência e/ou nas residências do mesmo titular.

VI. REFERÊNCIAS

- [1] Ferreira, A.; Walter, C. S.; Bajay, S. V. **Otimização das práticas de planejamento e dos procedimentos regulatórios envolvidos no dimensionamento, construção e operação de usinas termelétricas**: relatório fase 5, convênio Agência Nacional de Energia Elétrica - FUNCAMP. Campinas: NIPE, UNICAMP, 2012.
- [2] Goldemberg, L.; Villanueva, L. D. **Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento** (Edusp, São Paulo, 2007), 2a. ed.
- [3] Guarnieri, R. A.; Meyer, N. I. **The Wind Energy**: resources, systems and regional strategies. In: JOHANSSON, T. B. et. al. **Renewable energy: sources for fuels and electricity**. Washington, D.C.: Island Press, 2008. cap. 3.

- [4] Martins, F. R.; **O Aproveitamento da Energia Solar**; Revista Brasileira de Ensino de Física; 2007; São José dos Campos – SP.
- [5] Braga, Ricardo Henrique. **Processamento eletrônico da energia solar fotovoltaica em sistemas conectados à rede elétrica**. Sba Controle & Automação, Abr 2008, vol.21, no.2, p.159-172.
- [6] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução nº 482**. Atlas de energia elétrica do Brasil. Banco de Informações de Geração: BIG.
- [7] Silva, R. L., Weigmann, P. R., Navarro, A. E., Cezário, I. C., Pazeto, L. W. e Steinbach, R.; **As Fontes Alternativas de Energia no CEFEL/SC**. Revista Principia, João Pessoa, n.13, pp. 76 – 81. Abril, 2002.
- [8] Casaro, Marcio Mendes et Al. **Processamento eletrônico da energia solar fotovoltaica em sistemas conectados à rede elétrica**. Sba Controle & Automação. 2010, vol.21, n.2, pp.159-172.
- [9] Villalva, Marcelo; Gazoli, Jonas. **Energia Solar Fotovoltaica**. 1 ed. São Paulo: Érica, 2012.
- [10] Nascimento, Cássio Araújo et al. **Atlas do potencial solar brasileiro**. Brasília: MME; Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2004.
- [11] Ziles, Roberto et. Al. **Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.



Analysis and proposition of layout in the lean perspective: case study in a small production company of aluminum furniture

Tiago Fonseca Albuquerque Cavalcanti Sigahi¹, Caio Yamamoto Lemos², Camila Isabel Maia Ramos³

^{1,2,3}Universidade Federal de São Carlos (UFSCar/Sorocaba)

Email: tiago_sigahi@hotmail.com, caiocom@hotmail.com, camila.maia90@gmail.com

Received: February 7th, 2017

Accepted: March 23th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

The present work has the objective of presenting the analysis and the proposal of a new layout from the perspective of lean manufacturing from the case of a company in the field of production of aluminum furniture. Direct observation of the factory floor and interviews with employees and owners were carried out to collect data and process mapping. Based on the 5s concepts, improvements were proposed regarding the use (elimination of what was not useful for jobs), organization (establishment of correct place to store tools and work in process), cleaning (identification of potential failures related to quality and safety), standardization (establishment of internal norms) and discipline (perpetuation of continuous improvement). It was also contributed by analyzing the cycle times of each step of the process (cutting, folding, welding, drilling and sanding) and takt time, identifying the need for three supermarkets, using the concept of square kanban. Finally, based on the previous steps, the main contribution of the study was the proposition of a new layout, where two production cells were determined, resulting in benefits such as reduction of distances, reduction of unnecessary movements, greater simplification of work, environment cleaner, safer and more organized.

Keywords: Entrepreneurship, Micro and Small Business, Innovation, Local Innovation Agents.

Análise e proposição de *layout* na perspectiva *lean*: estudo de caso em uma pequena empresa produtora de móveis de alumínio

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar a análise e a proposição de um novo *layout* sob a ótica do *lean manufacturing* a partir do caso de uma empresa do ramo de produção de móveis de alumínio. Realizou-se observação direta do chão de fábrica e entrevistas com funcionários e proprietário para coleta dados e mapeamento do processo. Fundamentadas nos conceitos do 5S, melhorias foram propostas quanto à utilização (eliminação do que não era útil aos postos de trabalho), organização (estabelecimento de local correto para armazenar ferramentas e *work in process*), limpeza (identificação de potenciais falhas relacionadas à qualidade e segurança), padronização (estabelecimento de normas internas) e disciplina (perpetuação da melhoria contínua). Contribuiu-se também através da análise dos tempos de ciclo de cada etapa do processo (corte, dobragem, soldagem, furação e lixamento) e do *takt time*, identificando-se a necessidade de três supermercados, utilizando-se o conceito de quadrado *kanban*. Por fim, apoiando-se nas etapas anteriores, a principal contribuição do estudo foi a proposição de um novo *layout*, onde foram determinadas duas células de produção, resultando em benefícios como redução de distâncias, redução de movimentações desnecessárias, maior simplificação do trabalho, ambiente mais limpo, seguro e organizado.

Palavras Chaves: *Layout*, Arranjo físico, *Lean manufacturing*, Produção enxuta.

I. INTRODUÇÃO

O estudo sobre a instalação de uma linha de produção sempre foi uma das principais áreas de pesquisa da engenharia industrial [1], uma vez que o arranjo físico possui grande influência no desempenho do sistema produtivo como um todo [2][3]. Uma má disposição dos recursos de transformação pode levar, entre

outros problemas, a padrões de fluxo longos ou confusos, *work in process*, filas de clientes, tempos de processamento longos, operações inflexíveis, além de aumentar os custos de processamento, podendo comprometer o prazo de atendimento dos pedidos [4].

O setor moveleiro nacional tem experimentado significativos crescimento de demanda e expansão econômica. Nos

últimos dez anos, este setor obteve crescimento superior a 200%, tendo apresentado o seguinte panorama em 2010: mais de 15,25 mil indústrias, 275,6 mil empregados formais, faturamento de 29,72 bilhões de reais e valor total de exportações de US\$ 789,3 milhões [5].

Neste cenário, o presente estudo tem como objetivo apresentar a análise e a proposição de um novo *layout* sob a ótica do *lean manufacturing* com base em uma empresa do ramo de produção de móveis de alumínio. Para isso, realiza-se, inicialmente, uma revisão dos conceitos sobre arranjo físico e *lean manufacturing*. Na sequência, apresenta-se o método de pesquisa e, em seguida, o estudo de caso, abordando-se as oportunidades de melhoria identificadas no diagnóstico inicial e, a partir disso, a proposição de um novo *layout*. Conclui apresentando as considerações finais.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para [6] apontam o problema de decisão de *layout* entre as decisões estratégicas, juntamente com o planejamento de produtos, processos e tecnologias.

Planejar o *layout* (ou arranjo físico) de uma instalação significa tomar decisões sobre a forma como serão dispostos os centros de trabalho (departamento, sala, pessoa, grupo de pessoas, máquinas, equipamentos, bancadas, estações de trabalho, etc.), tendo em vista o objetivo de tornar mais fácil e suave o fluxo de pessoas e/ou materiais [7].

De maneira mais simples, determinar o *layout* é alocar recursos de maneira mais conveniente para o ambiente de trabalho em questão [4]. De acordo com [4], há uma dupla pressão para a decisão sobre o arranjo físico: a primeira se refere aos aspectos de execução e financeiro, o que faz com que haja certa resistência por parte dos gerentes de produção em realizar mudanças com frequência; a segunda está relacionada às consequências de decisões erradas, as quais podem ter efeitos negativos consideráveis em longo prazo.

Assim, o mesmo autor afirma que se deve seguir um processo de múltiplos estágios, a saber: seleção do tipo de processo, seleção do tipo básico do *layout* e elaboração do projeto detalhado do *layout* [4]. A figura 1 mostra o processo de tomada de decisão de arranjo físico.

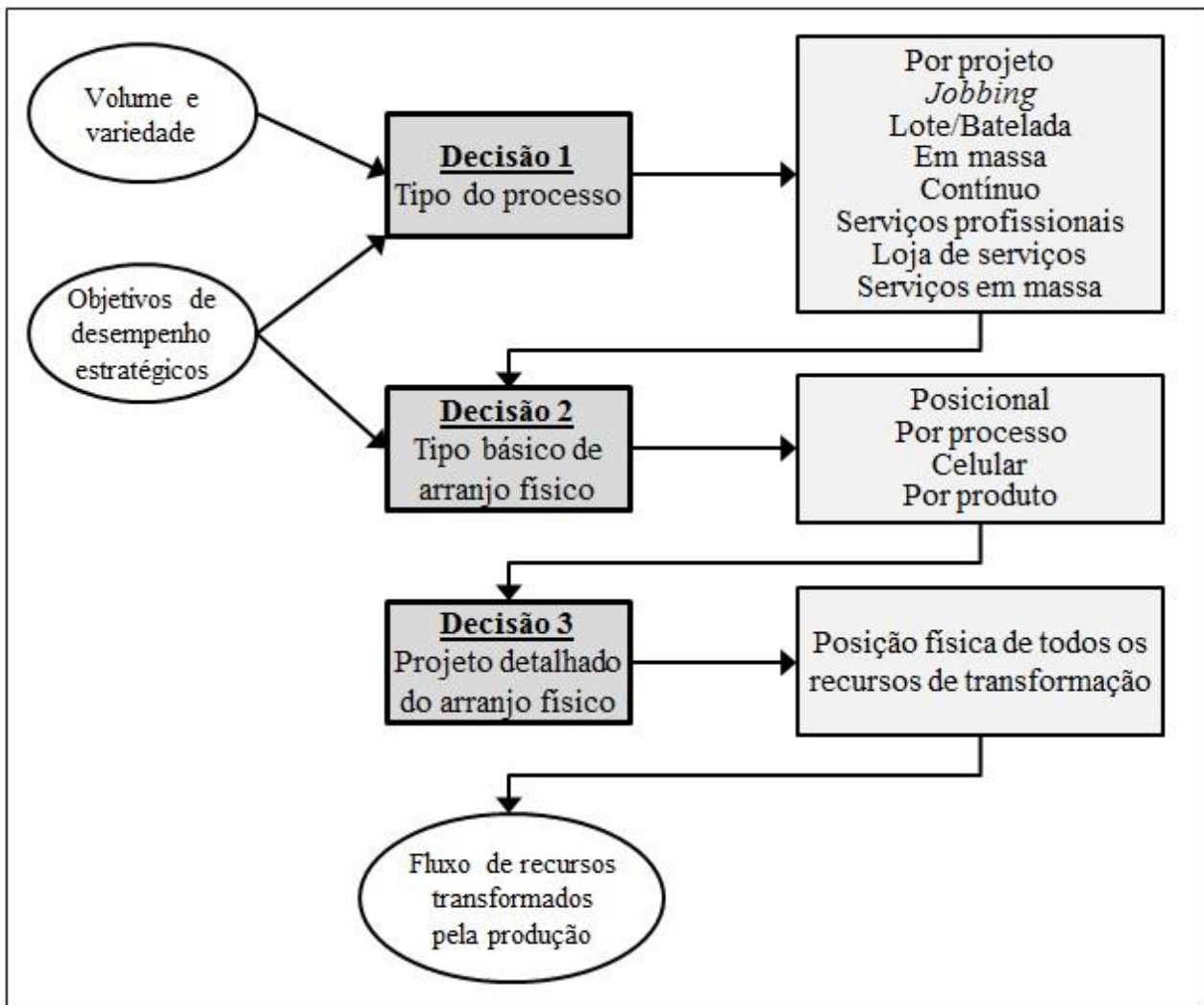


Figura 1: Processo de tomada de decisão de arranjo físico.

Fonte: adaptado de [4].

Para Autores como [4][8][9][10], classificam os arranjos físicos em quatro tipos básicos, resumidos no quadro 1:

Quadro 1: Tipos, descrição e exemplos de arranjos físicos.

Arranjo físico	Descrição	Exemplos
Por produto	Os recursos são configurados em uma sequência específica para determinado produto ou família de produtos. Neste arranjo, o produto segue um roteiro pré-definido na qual os recursos transformadores já foram distribuídos para este fim.	Indústrias montadoras, indústrias alimentícias, frigoríficos, serviços de restaurante por quilo
Por processo ou funcional	Recursos similares são agrupados e mantidos uns próximos aos outros. Este tipo de arranjo é utilizado quando os fluxos são variados e ocorrem de maneira aleatória, tornando possível realizar vários roteiros e fazendo uso da mesma estrutura.	Hospitais, serviços de confecção de moldes e ferramentas, lojas comerciais
Celular	Os recursos necessários para processar uma classe de determinado produto são mantidos próximos, ou seja, os recursos transformados movimentam-se para uma área específica da operação - a célula - na qual todos os recursos necessários para a transformação do produto estão presentes	Lanchonete de supermercado, shopping de lojas de fábricas, feiras de exposição
Posicional ou por posição fixa	O recurso transformado não se move ou tem mobilidade muito baixa, em outras palavras, o produto fica estacionário e os recursos de transformação se movem conforme necessário	Projetos de grandes construções (estradas, pontes, usinas, etc) e de produtos com movimentação extremamente difícil (cirurgia, trabalhos artesanais, montagem de equipamento perigoso, etc)

Fonte: elaborado a partir de [4][8].

Naturalmente, cada um dos tipos de arranjo físico apresenta vantagens e desvantagens. O arranjo físico por produto permite a produção em massa com grande produtividade, carga de máquina e consumo do material constantes ao longo do processo, controle de produtividade facilitado [8], além de alta padronização e baixa quantidade de estoque intermediário [7]. Por outro lado, é necessário um alto investimento em máquinas, trabalho repetitivo dos operadores, baixa flexibilidade e fragilidade a paralisações e gargalos [8].

O arranjo físico por processo ou funcional possui alta flexibilidade, operações menos repetitivas, alta variedade e menor investimento em instalações [10]. Em contrapartida, apresenta fluxo longo, menor diluição do custo, dificuldade de balanceamento e exige mão de obra qualificada [8].

Por sua vez, o arranjo físico celular tem como vantagens alta flexibilidade e produtividade, menor estoque em processo, menor movimentação, menor tempo de setup e processos e melhor aproveitamento das pessoas [11]. Como desvantagens, estão a especificidade para uma linha de produto e a dificuldade em elaborar o arranjo [8].

Por fim, o arranjo físico posicional alto nível de customização, alta flexibilidade e pouca ou nenhuma

movimentação do produto, porém necessita de alta movimentação de pessoal e equipamentos, mão de obra com múltipla especialização e possui baixa padronização e escala, além da dificuldade no planejamento e controle da produção [10].

II.2. LEAN MANUFACTURING: CONCEITOS E FERRAMENTAS

O *lean manufacturing* (ou produção enxuta) é composto por uma filosofia (melhoria contínua, eliminação de desperdícios e participação de todos), técnicas de gestão (e.g. mapa do fluxo de valor, gestão visual, *design for manufacturing*) e de produção (e.g. *kanban*, *smed*, TQM, TPM) [4], e deu origem a outras expressões como *lean suppliers*, *lean logistics* e *lean warehousing* [9].

De acordo com [7], o *lean* é uma forma de abordar, entender e conduzir as atividades manufatureiras. Para [12] o definem como uma filosofia completa que inclui aspectos de administração de materiais, gestão da qualidade, arranjo físico, projeto do produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos.

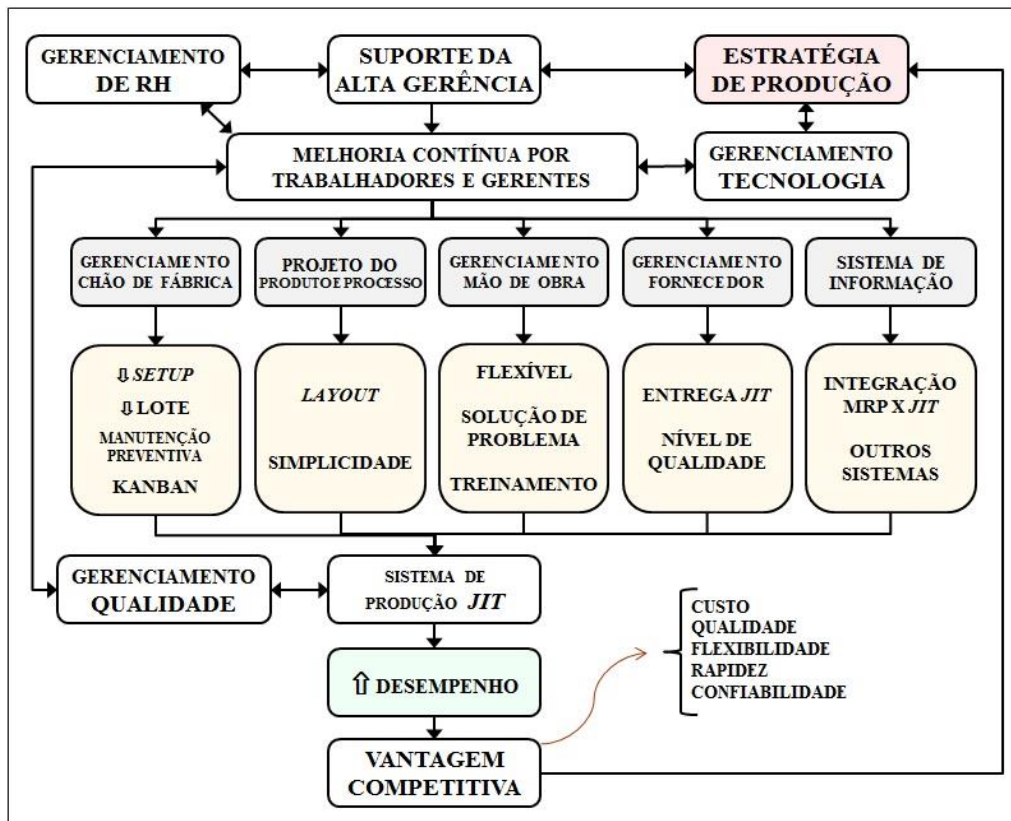


Figura 2: Filosofia e técnicas do *lean manufacturing* no sistema de produção.

Fonte: elaborado a partir de [12][13].

Com base na figura 2, é possível observar que o *lean manufacturing* não se resume a aplicação de ferramentas, e sim permeia todo o sistema de produção. Sua filosofia de melhoria contínua reúne desde a alta gerência até os operadores, influenciando o gerenciamento do chão de fábrica, o projeto de produto e processo, o gerenciamento da mão de obra, o gerenciamento do fornecedor e o sistema de informação. Apoiado pela gestão da qualidade, o sistema de produção JIT (*Just in Time*) proporcionará, então, vantagem competitiva à empresa quanto ao objetivo de desempenho (custo, qualidade, flexibilidade, rapidez e confiabilidade).

Como dito anteriormente, o pensamento enxuto tem como um de seus pilares a eliminação de desperdícios. Nesse sentido, [14]

identifica sete tipos de desperdícios da produção: superprodução (produzir mais do que é necessário), espera (tempo de improdutivo de máquinas, mão de obra e de materiais), transporte (a movimentação de materiais dentro da fábrica), processamento (etapas que podem ser eliminadas), estoque (esconde os problemas reais de produção), movimentação (movimentos inadequados dos trabalhadores para realizar suas tarefas e normalmente é provocada por falta de padrão no trabalho) e retrabalho (repetição de uma tarefa, correção de um produto ou nova fabricação para substituição de produto defeituoso).

Outra técnica comumente utilizada em ambientes *lean* é o 5S, que representa um conjunto bem simples de regras para reduzir o desperdício [4], as quais estão resumidas no quadro 2:

Quadro 2: O significado dos 5S.

Seiri (utilização)	Eliminar recursos e materiais não utilizados no local de trabalho visando a liberação de espaço; manter apenas objetos e dados que são necessários diariamente no local de trabalho
Seiton (ordenação)	Esta etapa consiste em dispor os itens de maneira fácil para serem utilizadas, buscando a rapidez de acesso aos objetos e dados e diminuindo movimentação desnecessária
Seiso (limpeza)	Limpar o local de trabalho e procurar os focos de sujeira com a intenção de eliminá-los ou reduzi-los ao máximo, resultando em um ambiente que proporciona maior bem estar e, conseqüentemente, maior produtividade
Seiketsu (saúde)	Mudança de cultura das pessoas envolvidas, devendo-se manter as condições físicas e mentais de trabalho favoráveis à saúde
Shitsuke (autodisciplina)	Uma vez cumpridas as etapas anteriores, o comprometimento pessoal com o cumprimento rigoroso dos padrões éticos, morais e técnicos devem ser aperfeiçoados continuamente

Fonte: elaborado a partir de [15].

Por fim, ressaltasse o chamado *kanban* que, segundo [4], consiste em um método de operacionalizar o sistema de planejamento e controle puxado, ou seja, é utilizado pelo estágio cliente para avisar seu estágio fornecedor que mais material precisa ser enviado. De acordo como mesmo autor, o *kanban* pode assumir diversas formas (e.g. cartão, marcadores plásticos, bolas de pingue-pongue, marcações no chão) e tipos (e.g. movimentação, produção).

III. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O delineamento da pesquisa foi baseado nas etapas apresentadas por [16] para um estudo de caso: formulação do problema, definição da unidade-caso, elaboração do protocolo, coleta e análise dos dados e preparação do relatório.

O problema investigado neste trabalho se refere à tomada de decisão sobre o *layout*, ou seja, a alocação de recursos de maneira a otimizar o fluxo de pessoas e de material.

Para tanto, foi selecionada uma empresa produtora de móveis de alumínio, tendo sido seguidas as seguintes etapas: inicialmente, realizou-se um diagnóstico inicial das possibilidades de melhoria a partir do mapeamento do processo e do fluxo do material; aplicação dos conceitos do 5S; determinação de quadrados *kanban*; análise do *layout* atual; e, por fim, proposição do novo *layout*.

A coleta de dados foi realizada por meio de observação direta durante visitas ao chão de fábrica e de entrevistas com o proprietário e operadores. Assim, foram identificadas as oportunidades de melhoria na visita inicial e, a partir disso, foi

realizada a análise e o desenvolvimento de uma proposta de uma nova configuração de recursos produtivos. Por fim, realizou-se a elaboração de um relatório, o qual serviu de base para a redação deste artigo.

IV. ESTUDO DE CASO

IV.1. DIAGNÓSTICO INICIAL: MAPEAMENTO DO PROCESSO E DO FLUXO DE MATERIAL

Inicialmente, foram coletados dados como tempo de ciclo, tempo de *setup*, número de funcionários em cada processo e quantidade e ordem dos processos da linha de produção.

Em seguida, realizou-se o mapeamento do processo, sendo possível observar oportunidades de implementação de fluxo contínuo.

Quanto ao *layout*, foi possível notar que organização dos recursos não favorecia a movimentação de materiais e ferramentas, a limpeza do local de trabalho e a padronização do processo.

IV.2. APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DO 5S

Assim, visando a eliminação de desperdícios e a facilitação das etapas posteriores, foram aplicados os conceitos do 5S no chão de fábrica da empresa.

O primeiro passo – *Seiri* (utilização) – foi manter em cada posto de trabalho somente os materiais/ferramentas que fossem realmente úteis.



Figura 3: Desperdícios no local de trabalho.
Fonte: Autores, (2016).

Como evidenciado na figura 3, foram eliminados materiais como pedaços de alumínio cortado (sem condição de revenda), sacolas plásticas sem uso, fios metálicos, papeis, entre outros que não agregam valor ao produto.

Na etapa seguinte – *Seiton* (organização) – a foi estabelecido foi determinado um local correto para colocar cada ferramenta (que ficavam misturadas) e *work in process* (explicitado

no novo *layout* por meio de quadrados *kanban*), eliminando-se desperdícios de tempo e movimento.

A realização do *Seiso* (limpeza), que teve por objetivo demonstrar condições fora do padrão e potenciais falhas que podem causar problemas no equipamento ou afetar a qualidade, foi possível sugerir melhorias como um quadro de ferramentas, localização correta dos EPI (equipamentos de proteção individual), evitando acidentes e danificação destes materiais.



Figura 4: Ferramentas e EPI sem local correto para armazenamento.
Fonte: Autores, (2016).

Baseando-se no conceito de *Seiketsu* (padronização), estabeleceram-se, juntamente com o proprietário e funcionários, normas internas para se monitorar e manter as três primeiras etapas, atreladas à última etapa – *Shitsuke* (disciplina) –, contribuindo para a perpetuação da melhoria contínua.

IV.3. DETERMINAÇÃO DE QUADRADOS KANBAN

Considerando-se a demanda do cliente e que a empresa trabalha em regime de CLT (descontando-se em cada turno um intervalo de 30 minutos), foi possível calcular o *takt time* da empresa que resultou no valor de 50 minutos/peça.

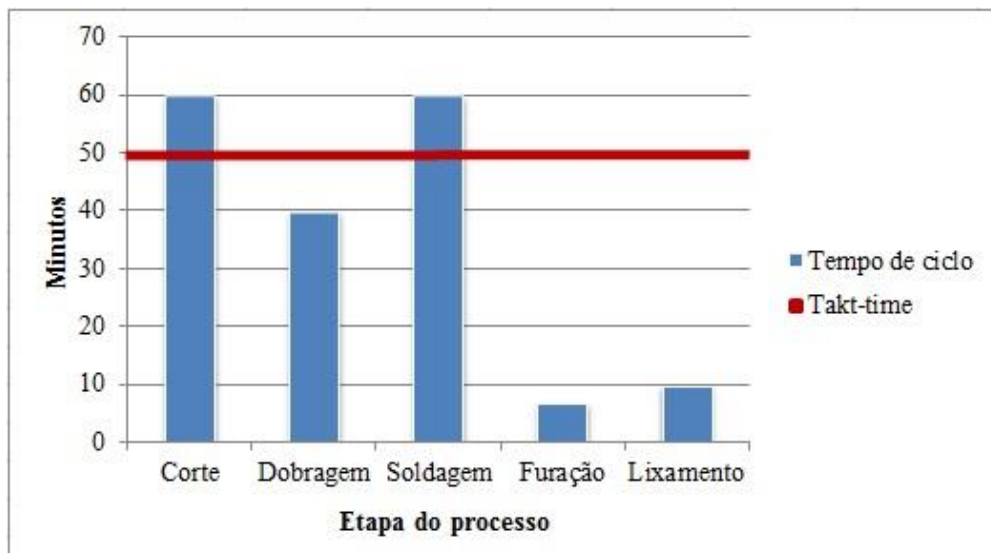


Figura 5: Tempos de ciclo e *takt-time*.
Fonte: Autores, (2016).

Através da análise dos tempos de ciclo de cada etapa do processo (corte, dobragem, soldagem, furação e lixamento) e do *takt time*, foi identificada a necessidade de implantar três supermercados no chão de fábrica: antes da soldagem, antes da pintura e antes da expedição.

Assim, foi utilizado o sistema *kanban*, na forma de quadrados *kanban*, que consistem em marcações no chão de fábrica que indicam locais de armazenamento de uma quantidade

predeterminada de material (delimitada pelo espaço da marcação), que ficam à disposição dos clientes internos, isto é, do processo seguinte.

Como mostra a figura 5, onde os processos estão ordenados na ordem de execução, nota-se que o tempo de ciclo da soldagem supera em 20 minutos o anterior imediato (dobragem), sendo possível a implantação de um supermercado para nivelar a produção. O processo de pintura é terceirizado (portanto, não

consta na figura) e possui *lead time* muito elevado, levando à necessidade de um segundo supermercado antes do envio da

empresa contratada. Por fim, um último espaço de armazenamento foi necessário para os produtos finais.

IV.4. ANÁLISE DO LAYOUT ATUAL E DO FLUXO DE MATERIAIS

A figura 6 mostra o *layout* atual da empresa:

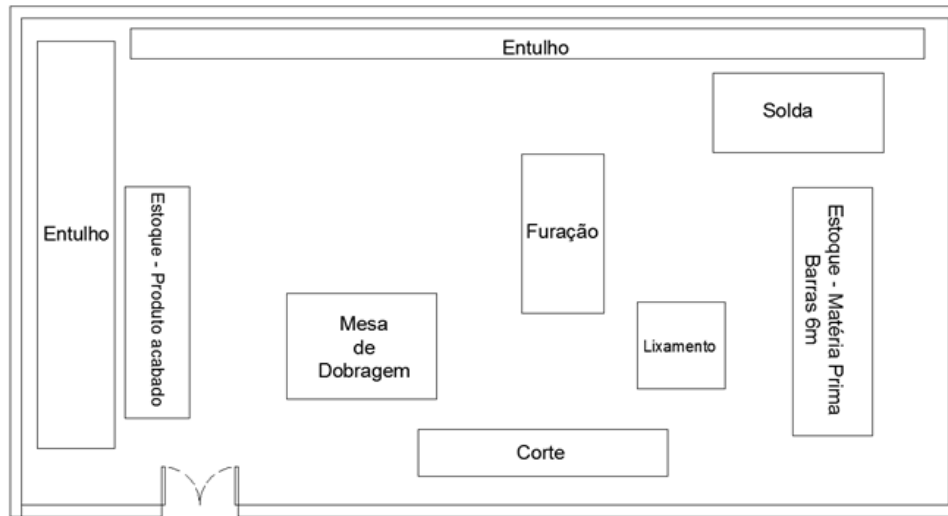


Figura 6 – *Layout* atual
Fonte: Autores, (2016).

O recebimento da matéria-prima (barras de alumínio) é realizado por um portão localizado à esquerda da planta e, então, é direcionado para o estoque de matéria-prima do outro lado do local. As barras cortadas e logo após direcionadas à mesa de dobragem, onde são utilizados gabaritos para realizar a dobra. Na etapa seguinte de soldagem, é necessário atravessar os postos de furação e lixamento com todo o material cortado.

As barras soldadas ficam paradas durante 15 minutos para que o material seja resfriado. Após este intervalo, as barras seguem

para a furação e, em seguida, passam pelo lixamento para dar acabamento à peça. Assim, a estrutura de alumínio que serve de sustentação para a cadeira segue para o estoque de produtos acabados. Novamente, pode-se observar uma grande distância que deve ser percorrida. Para se entender o fluxo de material na empresa, foi necessário estudar o movimento dos componentes do produto em questão (figura 7):

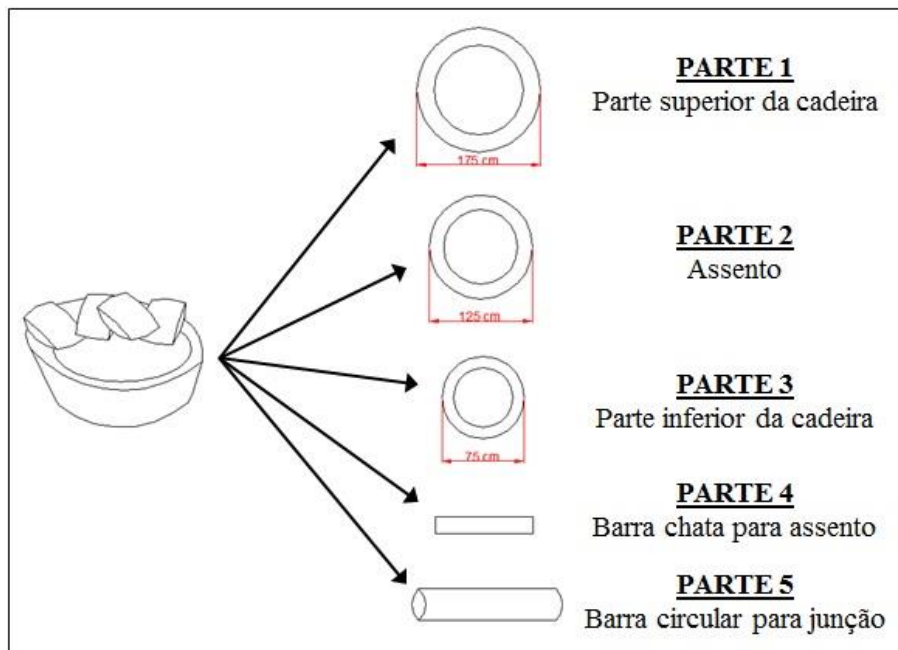


Figura 7: Componentes do produto.
Fonte: Autores, (2016).

Assim, foram mapeados, para cada componente, os fluxos de movimentação (figura 8), representados da seguinte maneira:

- As setas pretas mostram o fluxo comum a todos os componentes, uma vez que todos chegam como barras de alumínio, são direcionadas ao estoque e em seguida ao corte;

- As setas vermelhas representam os componentes 1 e 3;
- As setas verdes e azuis representam, respectivamente, os componentes 4 e 5.

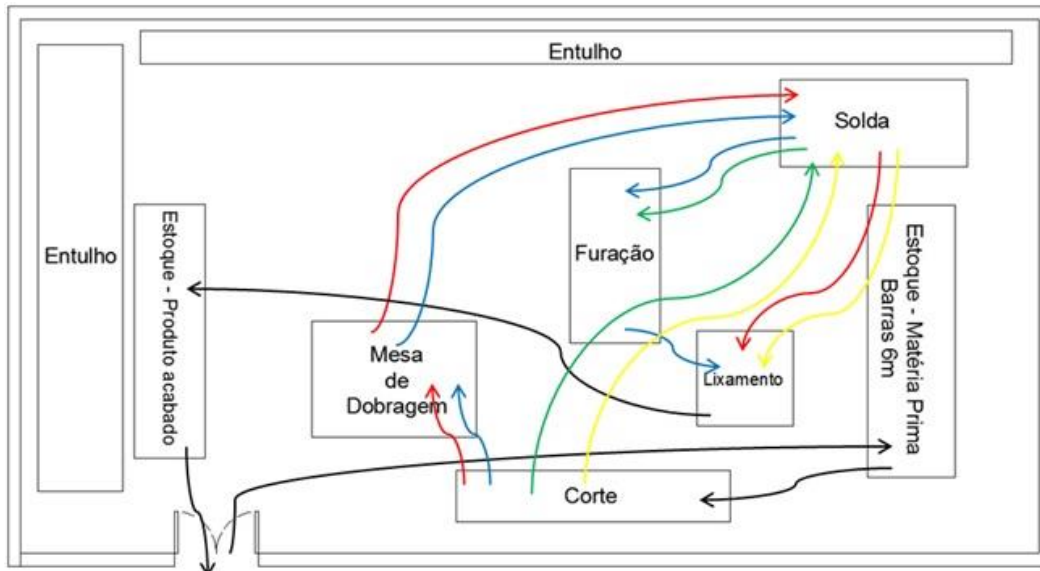


Figura 8 – Fluxo de material no layout atual.
Fonte: Autores, (2016).

Pode-se perceber que o fluxo de material é bastante confuso e as movimentações tem que ser realizadas, muitas vezes, entre os espaços onde se localizam as mesas utilizadas para a realização do processo. Outro fator a ser considerado são os estoques em processo, os quais ficam localizados nos corredores utilizados para a movimentação. Além disso, notam-se distâncias longas entre processos sucessores imediatos.

IV.5. PROPOSIÇÃO DE UM NOVO LAYOUT

Conhecendo-se os componentes, bem como os processos a que cada um é submetido, foi elaborada a matriz peça-máquina, atribuindo-se o valor 1 quando a peça passa pelo processo e zero, caso contrário.

Tabela 1: Matriz peça-máquina.

		Peça				
		1	2	3	4	5
Máquina	Corte	1	1	1	1	1
	Dobrimento	1	1	1	0	0
	Soldagem	1	1	1	1	1
	Furação	0	1	0	1	0
	Lixamento	1	1	1	0	1

Fonte: Autores, (2016).

Para definição da melhor forma de organização das máquinas, foi utilizado o algoritmo *Close Neighbour Algorithm* (CNA), proposto por [17]. De acordo com os autores, é necessário a construção da matriz máquina-máquina (ou matriz B), atribuindo-se o número de componentes comuns a cada par de máquinas:

Tabela 2: Matriz máquina-máquina.

		Máquina				
		1	2	3	4	5
Máquina	Corte	-	3	5	2	4
	Dobrimento	3	-	3	1	3
	Soldagem	5	3	-	2	4
	Furação	2	1	2	-	1
	Lixamento	4	3	4	1	-

Fonte: Autores, (2016).

A partir deste ponto, aplicou-se os estágios um e dois do algoritmo de agrupamento de processos (BOE; CHENG, 1991), o que resultou na matriz final peça-máquina reordenada:

Tabela 3: Matriz reordenada.

		Peça				
		1	2	3	4	5
Máquina	Corte	1	1	1	1	1
	Soldagem	1	1	1	1	1
	Lixamento	1	1	1	0	1
	Dobrimento	1	1	1	0	0
	Furação	0	1	0	1	0

Fonte: Autores, (2016).

Desse modo, o algoritmo nos leva à configuração de duas células de produção (destacadas em amarelo), ou seja, uma célula com as máquinas de corte, dobramento, soldagem e lixamento e outra apenas com a furação.

A figura 9 mostra o novo *layout* proposto, assim como os novos fluxos de material:

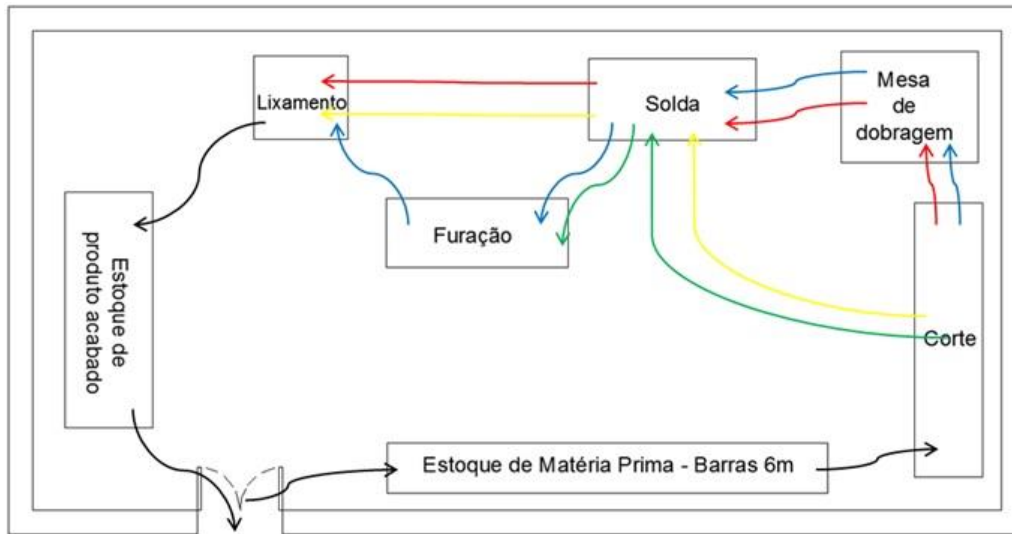


Figura 9: Layout proposto e novos fluxos de material.

Fonte: Autores, (2016).

Observa-se que com a nova configuração do *layout* a quantidade de setas diminuiu, ou seja, a quantidade de movimentações necessárias foi reduzida. Além disso, nota-se que o tamanho das setas também diminuiu, o que representa uma diminuição das distâncias a serem percorridas. Outro importante fator é que não há mais cruzamento entre setas, além de não ser mais necessário atravessar corredores entre as máquinas, o que representa uma simplificação do trajeto, contribuindo, assim, para um melhor fluxo do material na fábrica, além de proporcionar um ambiente mais limpo, seguro e organizado.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo apresentar a análise e a proposição de um novo *layout* sob a ótica do *lean manufacturing* a partir do caso de uma empresa do ramo de produção de móveis de alumínio. Por meio de visitas à empresa, observação direta do chão de fábrica e entrevistas com funcionários e proprietário, foi possível coletar dados suficientes para a proposição de diversas melhorias. Fundamentadas nos conceitos do 5S [14], melhorias foram propostas quanto à utilização ou *Seiri* (eliminação de que não eram úteis aos postos de trabalho), organização ou *Seiton* (estabelecimento de local correto para armazenar ferramentas e estoques em processo), limpeza ou *Seiso* (identificação de potenciais falhas relacionadas à qualidade e segurança), padronização ou *Seiketsu* (estabelecimento de normas internas para manter o 5S) e disciplina ou *Shitsuke* (perpetuação da melhoria contínua).

Contribuiu-se também através da análise dos tempos de ciclo de cada etapa do processo (corte, dobragem, soldagem, furação e lixamento) e do *takt time*, tendo sido possível a identificação da necessidade de três supermercados, utilizando-se o conceito de quadrado *kanban*. Por fim, apoiando-se nas etapas anteriores, a principal contribuição do estudo foi a proposição de um novo *layout* para a empresa. Com o auxílio do algoritmo *Close Neighbour Algorithm* [17], foram determinadas duas células de produção (uma célula com as máquinas de corte, dobramento, soldagem e lixamento e outra apenas com a furação), resultando em benefícios como redução de distâncias, redução de

movimentações desnecessárias, maior simplificação do trabalho dos operadores, ambiente mais limpo, seguro e organizado. Assim, este estudo atingiu o seu objetivo na medida em que apresentou um caso de proposição de um novo *layout* que atende de diversas maneiras aos princípios do *lean manufacturing*, ou seja, da melhoria contínua, eliminação de desperdício e participação de todos.

VI. REFERÊNCIAS

- [1] Zhenyuan, Jia, Xiaohong, Lu, Wei, Wang, Defeng, Jia e Lijun, Wang.. **Design and implementation of lean facility layout system of a production line.** International Journal of Industrial Engineering, v. 18, issue 5, p. 260-269, 2011.
- [2] Shahin, Arash e Poormostafa, Mehdi. Facility layout simulation and optimization: an integration of advanced quality and decision making tools and techniques. Modern Applied Science, v.5, nº 4, p. 95-111, 2011.
- [3] Shewale, Pramod, Shete, Manmath e Sane, S. **Improvement in plant layout using systematic layout planning (SLP) for increased productivity.** International Journal of Advanced Engineering Research and Studies.v.1, n.3, 2012.
- [4] Slack, Nigel, Chambers, Stuart e Johnston, Robert. **Administração da produção.** (2ª ed.). São Paulo: Atlas, 2002.
- [5] MDIC. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Cadeia Produtiva de Madeira e Móveis. **Legislação Móveis.** Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/legislacao/9-assuntos/categ-comercio-externo/476-regime-de-autopecas-nao-produzidas-ex-tarifarios-de-autopecas-12>. Acesso em dez. 2016.
- [6] GAITHER, Norman e FRAZIER, Greg. **Administração da Produção e Operações** (8ª ed.). São Paulo: Thomson Learning, 2002.

- [7] MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção Operações**. (2ª ed.). São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- [8] Peinado, Jurandir e Graeml, Alexandre. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**. Curitiba: UnicenP, 2004.
- [9] Jacobs, Robert e Chase, Richard. **Operations and Supply Chain Management** (13ª ed.). New York: McGra-Hill, 2011.
- [10] CORRÊA, Henrique e CORRÊA, Carlos. **Administração da Produção e Operações** (3ª ed.). São Paulo: Atlas, 2012.
- [11] Liker, Jeffrey. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- [12] Corrêa, Henrique e Ganesi, Irineu. **Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico** (2ª ed.). São Paulo: Atlas, 2014.
- [13] Vollmann, Thomas, Berry, William, Whybark, David e Jacobs, Robert. **Sistemas de Planejamento e Controle da Produção para Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos** (5ª ed.). São Paulo: Bookman, 2006.
- [14] Shingo, Shigeo. **Sistema Toyota de Produção: Do Ponto de Vista de Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Bookmann, 1996.
- [15] KNOREK, Reinaldo, e Olvieira, Jean. **Gestão do agronegócio: implantação do sistema de qualidade total utilizando o programa 5S na indústria ervateira**. Revista de Administração Geral, v. 1, nº 1, p. 89-109, 2015.
- [16] Gil Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa** (5ª ed.). São Paulo: Atlas, 2016, 184 p.
- [17] Boe, Warren e Cheng, Chun. **A close neighbour algorithm for designing cellular manufacturing systems**. International Journal of Production Research, v. 29, issue 10, p. 2097-2116, 1991.



Technical-economic feasibility of the use of rainwater for non-potable purposes in the classroom passage of the Federal University of Viçosa - Campus Rio Paranaíba

Ana Luiza Ferreira Costa¹, Lineker Max Goulart Coelho², Leandro Neto Junqueira³

^{1,2,3}Universidade Federal de Viçosa (UFV). Campus Rio Paranaíba (UFV-CRP). Rio Paranaíba - MG.

Email: analuiza.fc@hotmail.com, linekermail@gmail.com, leandrojunqueiraneo@gmail.com

ABSTRACT

Water is an essential resource for life and is present in the development of various human activities. However, this resource is becoming more scarce everyday due to misuse, population growth and pollution. Thereby, rainwater utilization appears as a promising alternative, as it reduces the consumption of clean water in situations where it is not needed, such as sanitary unloading, yards washing and irrigation of gardens, with environmental and economic advantages. Thus, this study aims to verify the technical and economic feasibility of a rainwater utilization system for non-potable use on the Pavilhão de Aulas da Universidade Federal de Viçosa – campus Rio Paranaíba. For this, the volume of preservation was calculated using the methods specified in the standard and appropriate to the campus reality because the reservoir is the most expensive component, its design is critical to the functioning of the whole system. The hydraulic design, and the geometry and structural calculation of the lower reservoir was defined and developed to obtain the steel and concrete consumption used. At the end, an economic feasibility analysis of this investment was made through estimates of cost of materials, labor and verification of the time for return. A considerable volume of reservoir of 534 m³ was obtained and economic viability was weakened due to the time for return of approximately 24 years. For comparison, the system efficiency was decreased by reducing the storage capacity of the reservoir to 316 m³ and then the economic analysis for this was made and provided a return period of 17 years, proving more attractive from an economic point of view.

Keywords: Rainwater utilization, Reservoir, Feasibility.

Estudo de viabilidade técnica-econômica do aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis no pavilhão de aulas da Universidade Federal de Viçosa – Campus Rio Paranaíba

RESUMO

A água é um recurso essencial à vida e está presente no desenvolvimento das diversas atividades humanas. Entretanto, este recurso vem tornando-se cada dia mais escasso, devido a sua má utilização, aliada ao aumento demográfico e a poluição. Dessa forma, o aproveitamento de água pluvial se apresenta como uma alternativa promissora, visto que reduz o consumo de água potável em situações em que a mesma não é necessária, como descarga sanitária, lavagem de pátios e rega de jardins, apresentando vantagens ambientais e econômicas. Assim, o presente estudo tem por objetivo verificar a viabilidade técnica-econômica de um sistema de aproveitamento de água de chuva para uso não potável no Pavilhão de Aulas da Universidade Federal de Viçosa – *campus* Rio Paranaíba. Para isso, o volume de reservação foi calculado utilizando os métodos prescritos em norma e adequado à realidade do *campus*, pois, como o reservatório é o componente mais dispendioso, o seu correto dimensionamento é fundamental para o funcionamento de todo o sistema. Realizou-se o dimensionamento hidráulico, definiu-se e elaborou-se a geometria e o cálculo estrutural do reservatório inferior, visando obter os consumos de aço e concreto utilizados. Ao final, foi realizada uma análise de viabilidade econômica deste investimento, por meio de estimativas de custo de materiais, mão de obra e a verificação do tempo de retorno. Obteve-se um volume de reservatório considerável, de 534 m³, e a viabilidade econômica apresentou-se fragilizada em função do tempo de retorno ser de, aproximadamente, 24 anos. Para efeitos comparativos, diminuiu-se a eficiência do sistema, reduzindo a capacidade de armazenamento do reservatório, para 316 m³, em seguida, refez-se a análise econômica para este, que forneceu um tempo de retorno de 17 anos, se mostrando mais atraente do ponto de vista econômico.

Palavras-chave: Aproveitamento de água de chuva, Reservatório, Viabilidade.

Received: March 18th, 2017

Accepted: April 17th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



I. INTRODUÇÃO

Atualmente, a sociedade vem demonstrando uma grande preocupação em relação à conservação dos recursos naturais. Dentre estes, a água, que é um elemento vital e insubstituível na manutenção da vida, sendo também fundamental no desenvolvimento das atividades humanas, estando presente no uso doméstico, comercial, industrial, público e agrícola. A curva populacional crescente, a pressão por mais alimento e o uso ineficiente dos recursos hídricos, aliada ao crescimento econômico e das atividades produtivas, fez com que houvesse um aumento na demanda de água em todos os setores, ocasionando um problema quantitativo e qualitativo.

A consequência desses fatores é que ano após ano a água tem se tornado um recurso cada vez mais valioso e escasso [1]. Em 1958, o Conselho Econômico e Social das Nações Unidas estabeleceu uma política de gestão para áreas carentes de recursos hídricos que suporta esse conceito: “a não ser que exista grande disponibilidade, nenhuma água de boa qualidade deve ser utilizada para usos que toleram águas de qualidade inferior.” [2].

Portanto, as águas de qualidade inferior, como esgotos de origem doméstica, água de chuva, água de drenagem agrícola e água salobra, devem, sempre que possível, serem utilizadas como fontes alternativas para fins não potáveis. O consumo de água destinado aos usos não potáveis em uma residência varia de 30 a 40% do total de água consumida [3]. Dentre os fins não potáveis, pode-se citar descarga de vasos sanitários, torneiras de jardins, lavagem de roupas, limpeza de casas e automóveis. Logo essa parcela poderia ser atendida pela água pluvial, com o objetivo de conservar a água e gerar economia para o consumidor. Atualmente, a meta é encontrar práticas que aprimorem a gestão da água, como programas de conservação, baseados em medidas técnicas e em mudanças de comportamento, motivadas por incentivos que vão desde a educação ambiental até a regulamentação de leis e de estrutura tarifária [3].

Desta forma, vê-se a necessidade de utilizar novas técnicas de gestão e aproveitamento de água. Uma das soluções mais simples e bem aceitas é o aproveitamento de água de chuva, um recurso natural e amplamente disponível na maioria das regiões brasileiras. Esta solução tem potencial para adiar a construção de novas barragens, reduzir as exigências dos sistemas de abastecimento de água e de drenagem de águas pluviais, diminuindo, portanto, os impactos ao meio ambiente [4].

No ano de 2015 a Universidade Federal de Viçosa – *campus* Rio Paranaíba (UFV–CRP) contou com, aproximadamente, 1.900 pessoas circulando pelo campus diariamente, o que aumentou a demanda de água total e conseqüentemente o volume de água tratada utilizada para fins não potáveis no pavilhão de aulas (PVA). Por se tratar de uma instituição ligada à produção do conhecimento, entende-se que a Universidade Federal de Viçosa poderia adotar tecnologias que promovessem a redução de gastos no funcionamento de suas edificações, baseando-se na utilização consciente dos recursos naturais.

O presente trabalho teve o objetivo de analisar a implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva para consumo não potável no PVA da UFV–CRP, estimar o volume ideal do reservatório de água pluvial, por meio de um estudo de compatibilização entre a disponibilidade da água de chuva e a demanda pela mesma e elaborar o dimensionamento estrutural do reservatório de armazenamento de água de chuva,

visando analisar a viabilidade econômica da implantação do sistema.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

O objeto de estudo desta pesquisa foi o Pavilhão de Aulas, que se encontra na Universidade Federal de Viçosa - campus de Rio Paranaíba, localizado na Rodovia MG-230, km 7 – Zona Rural, na cidade de Rio Paranaíba. Atualmente, a UFV-CRP oferece oito cursos de graduação e um de pós-graduação, recebendo 1.711 alunos e mais de 200 funcionários, segundo informações da própria UFV.

O pavilhão de aulas é destinado a todos os cursos. O prédio possui dois pavimentos, onde estão distribuídas 30 salas de aula, 6 banheiros, a lanchonete, a reprografia e os laboratórios de informática, totalizando, aproximadamente, 10.000 m² de área construída.

A demanda de água não potável no PVA foi resultado da soma dos percentuais de consumo da água em descargas sanitárias, limpeza geral do prédio e irrigação de jardins, conforme Eq. 1.

$$C_{\text{não potável}} = C_{\text{descarga}} + C_{\text{limpeza}} + C_{\text{irrigação}} \quad (1)$$

Para [5] apresenta seis métodos para o dimensionamento do reservatório de água de chuva. São eles: Método de Rippl, Método da Simulação, Método Azevedo Neto, Método Prático Alemão, Método Prático Inglês e Método Prático Australiano. A intenção dos métodos de dimensionamento é compatibilizar o volume de reservação com a demanda, resultando em uma maior eficiência e redução de custos que podem inviabilizar a implantação do sistema. Portanto, a decisão tomada deve levar em conta fatores técnicos, econômicos e ambientais, além das boas práticas de engenharia.

Para a análise econômica, faz-se necessária a verificação dos custos de implantação, incluindo materiais, equipamentos e mão-de-obra, e a operação do sistema, que está relacionada ao custo de energia elétrica para o bombeamento da água. Contabilizou-se também a redução das despesas da UFV relacionadas ao abastecimento de água. Depois determinou-se o período de retorno do investimento, com o objetivo de verificar a viabilidade econômica do sistema de aproveitamento de água pluvial,

Para realizar o orçamento preliminar da construção do sistema considerou-se os preços dos materiais e serviços constantes na tabela da [6], para a região do Triângulo e Alto Paranaíba de junho de 2015. Para [7], o orçamento preliminar é uma avaliação de custo obtida através de estimativa de quantidades de materiais e de serviços e preços médios, efetuada na etapa do anteprojeto.

Para [8] esclarece que o orçamento preliminar deve incluir o Benefício e Despesas Indiretas (BDI), que caracteriza a margem adicionada para determinar o valor do orçamento. Alguns componentes do sistema pluvial já estão instalados no edifício e não foram incluídos na estimativa de custo de materiais, como calhas, condutores verticais e horizontais. Para outros itens, como moto-bomba, reservatórios elevados, filtro auto-limpante e reservatório enterrado são considerados os custos com materiais e mão-de-obra.

O BDI calculado é referente à construção de redes de abastecimento de água, coleta de esgoto e construções correlatas, conforme a planilha [5].

Os custos de operação do sistema incluem o consumo de energia elétrica gasto com bombeamento de água de chuva para o reservatório superior, que foi dado pela Equação 2.

$$\text{Custo}_{\text{energia elétrica}} = P_{\text{moto-bomba}} \times t \times N \times V_{\text{cemig}} \quad (2)$$

Onde: $\text{Custo}_{\text{energia elétrica}}$ = custo mensal de energia elétrica para o bombeamento do sistema (R\$/mês); $P_{\text{moto-bomba}}$ = potência da moto-bomba (kW); t = tempo de funcionamento da moto-bomba (h/dia); N = número de dias de funcionamento da moto-bomba no mês; V_{cemig} = valor cobrado pela CEMIG, pela energia consumida (R\$/kWh).

O custo mensal de energia elétrica gasto com bombeamento de água para o reservatório superior considerou uma bomba com potência de 0,756 kW, funcionando 5,85 horas por dia e 22 dias no mês, com vazão de 1,6 m³/hora. Além disso, leva em conta o valor cobrado pela CEMIG pela energia consumida, que é 0,35 R\$/kWh.

De acordo com informações fornecidas pela COPASA, verificou-se em qual categoria e faixa de consumo a UFV-CRP se enquadra, assim como o valor cobrado pelo m³ de água. Por meio da Equação 3 obtém-se o novo custo de água potável após a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial.

$$\text{Custo}_{\text{água potável 2}} = C_{\text{mensal}} \times [1 - (P_{\text{economia}}/100)] * V_{\text{copasa}} \quad (3)$$

Sendo: $\text{Custo}_{\text{água potável 2}}$ = custo mensal de água potável após a implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva (R\$/mês); C_{mensal} = consumo médio mensal de água no prédio (m³/mês); P_{economia} = potencial de economia de água potável obtido através do uso de água de chuva (%); V_{copasa} = valor cobrado pela COPASA pela água potável consumida (R\$/m³).

Para o cálculo do custo mensal de água potável propiciada após a implantação do sistema, segundo a Equação 3, utilizou-se a tarifa de água estabelecida pela COPASA para fornecimento de consumo público entre 100 e 300 m³, que é de 8,571 R\$/m³ e o volume de 273 m³ para consumo médio mensal de água no prédio.

Em seguida, foi calculada a diferença entre o custo mensal de água potável e o custo mensal após a implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva, o que representa a economia em reais, relativa ao novo consumo de água, como apresentada na Equação 4.

$$E = \text{Custo}_{\text{potável 1}} - \text{Custo}_{\text{potável 2}} + \text{Custo}_{\text{energia elétrica}} \quad (4)$$

Onde: E = gastos evitados com o uso de água pluvial (R\$/mês); $\text{Custo}_{\text{potável 1}}$ = custo mensal de água potável antes da implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva (R\$/mês); $\text{Custo}_{\text{potável 2}}$ = custo mensal de água potável após a implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva (R\$/mês); $\text{Custo}_{\text{energia elétrica}}$ = custo mensal de energia elétrica para o bombeamento do sistema (R\$/mês).

O tempo de retorno do investimento representa a relação entre o benefício obtido com o investimento e o valor investido no mesmo, fornecendo, em meses ou anos, o período necessário para se reaver o capital investido, como objetivo de avaliar a viabilidade econômica do sistema. Para isto, utilizou-se a Equação 5. O TRI basicamente é calculado dividindo-se os custos de implantação do sistema pelos gastos evitados anualmente.

$$\text{TRI} = C/B \quad (5)$$

Onde: TRI = tempo de retorno do investimento em anos; C = custo total de implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva; B = gastos evitados anualmente com a adoção do sistema de aproveitamento de água de chuva, sendo obtido multiplicando-se o valor E por doze.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da soma dos percentuais de consumo de água nas atividades consideradas para fins não potáveis, conforme Equação 1, foi verificado que o percentual de água potável que poderia ser substituída, nos meses de maio a setembro, resultou em, aproximadamente, 75,5 % do volume total consumido, resultando em 206 m³/mês. Já nos outros meses o consumo não potável não inclui a irrigação de jardins, sendo composto apenas pelo consumo relativo a descarga e limpeza, somando 57,9%, o que representou 158 m³/mês. Por meio destas demandas mensais, analisou-se os diferentes métodos de cálculo do volume do reservatório, que estão compilados na Tabela 1.

Tabela 1: Cálculo do volume do reservatório utilizando os métodos da ABNT.

Método de cálculo	Volume do reservatório (m³)
Rippl	534
Simulação	534
Azevedo Netto	534
Prático Alemão	128
Prático Inglês	443
Prático Australiano	514

Fonte: [5].

Os métodos práticos apesar de fácil aplicação são os que apresentam maiores limitações, visto que adotam relações de simples proporcionalidade entre a precipitação e o volume do reservação, não avaliando o comportamento sazonal da precipitação. Sendo assim, foi adotado o volume de 534 m³ para o reservatório, garantindo que, em condições normais, o fornecimento de água pluvial não apresentará falhas.

Para isso foram utilizados dois reservatórios, um inferior enterrado e outro superior, localizado sobre a laje da cobertura. Neste caso, há necessidade de bombeamento da água para o reservatório superior, realizado por moto-bomba, já o reservatório superior abastece as instalações hidráulicas por gravidade. Foi adotado um volume de 532 m³ para o reservatório inferior e um volume de 2 m³ para o superior.

A análise econômica é apenas uma estimativa preliminar de custos e tempo de retorno de investimento, podendo servir como referência para outras instituições de ensino com padrões semelhantes ao da UFV-CRP, que pretendem implantar um sistema de aproveitamento de água de chuva.

O BDI obtido foi de 27,11%. O orçamento preliminar para o reservatório de 532 m³ apresentou um valor de R\$ 289.625,56, sem a adição do BDI, e que já inclui nos custos de cada serviço o material, a mão-de-obra, os encargos sociais e complementares. Após esse acréscimo, foi obtido o custo total de R\$ 368.143,05. A esse valor foi adicionado um acréscimo de 20% incluindo dessa maneira, o projeto e execução de fundação, assim como as instalações elétricas necessárias, resultando em R\$ 441.771,66.

Aplicando na Equação 2 os valores relativos ao consumo de energia citados na metodologia, foi obtido custo mensal de energia elétrica relativo ao bombeamento de água pluvial de 34,05 R\$/mês. Por meio da Equação 3 calculou-se o novo custo de água

potável após a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial, que foi de 814,28 R\$/mês. Em seguida foi calculada a diferença entre o custo mensal de água potável atual e o custo mensal após a implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva, por meio da Eq. 4, o que representou a economia de 1.491,83 R\$/mês, relativa ao novo consumo de água.

O tempo de retorno foi calculado pela Equação 5, que resultou em 296 meses, aproximadamente, 24 anos. Foi considerado o horizonte de projeto como o tempo de vida útil da estrutura de concreto, que é de 50 anos, uma vez que, a demanda do PVA não vai variar muito, pois o prédio já é quase plenamente utilizado o tempo de retorno do investimento é muito alto. Com o intuito comparativo para o tempo de retorno do investimento, calculou-se a confiança do sistema de aproveitamento de água pluvial para diferentes volumes, utilizando o método australiano, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: Diferentes volumes de reservação.

Volume do reservatório (m ³)	Número de meses com falha	Confiança (%)	Redução de volume em relação ao reservatório ideal de 534 m ³ (%)
172	3	75	67,8
316	2	83,3	40,8
400	2	83,3	25,1
514	1	91,7	3,7
534	0	100	0

Fonte: Autores, (2016).

Apesar de não atender a eficiência mínima recomendada, que é de no mínimo 90%, foi analisado o reservatório de 316 m³, para compará-lo com o reservatório ideal de 534 m³, verificando, dessa forma, a viabilidade de implantação do sistema. Ao utilizar o reservatório de 316 m³ fez-se uma redução de 40,8 % no volume inicialmente adotado e a redução na eficiência foi de apenas 16,7 %.

Para este reservatório, o volume total de aço foi de 532 m³ foi de, aproximadamente, 29.289,05 kg, o que representa uma taxa de 40,36 kg de aço por m³ de reservatório, foi considerado o volume externo total é de 725,65 m³. A taxa de 40,36kg/m³ foi utilizada para o cálculo do consumo de aço para o reservatório de 316 m³, como a altura de ambos é a mesma, globalmente as armaduras seriam próximas, no entanto, destaca-se que este cálculo é apenas para efeito de comparação de viabilidade econômica entre os dois volumes de reservação.

O reservatório de 316 m³ foi calculado a favor da segurança, uma vez que, reservatórios menores geram taxas de armaduras menores devido aos menores vãos das paredes. Para este reservatório, o volume total externo calculado foi de 442,93 m³, logo tem-se que o consumo de aço foi de 17.876,57 kg. O consumo total de concreto é de, aproximadamente, 70 m³.

O orçamento preliminar para o volume de 316 m³ apresenta um valor de R\$ 202.942,77, sem a adição do BDI, e que já incluiu nos custos de cada serviço o material, a mão-de-obra, os encargos sociais e complementares. Após esse acréscimo, foi obtido o custo total de R\$ 257.960,55. A esse valor foi adicionado um acréscimo de 20% incluindo dessa maneira, o projeto e execução de fundação, assim como as instalações elétricas necessárias, resultando em R\$ 309.552,67. O tempo de retorno foi calculado pela Equação 5 e utilizou o valor da economia mensal, dado por 1.491,83 R\$/mês, sendo assim, o tempo de retorno do investimento resultou em 200 meses, aproximadamente, 17 anos.

Observa-se que o maior volume obtido, o que consequentemente apresenta a maior eficiência para o sistema (100%), refere-se ao reservatório de 534 m³.

Já o menor volume, de 316 m³, o qual apresenta uma eficiência de 83,3%, é mais interessante do ponto de vista econômico, visto que reduz, aproximadamente, 216 m³ no volume do reservatório maior, apresentando uma variação na eficiência de apenas 16,7%. Porém, o reservatório menor apresentou 2 meses de falha durante o ano, sendo necessário a reposição do reservatório com água potável, mas ainda assim se mostra atrativo, uma vez que diminui o tempo de retorno do investimento em 7 anos, o que representa uma economia de R\$132.218,93.

IV. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi realizado o estudo de viabilidade técnica-econômica do aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis no pavilhão de aulas da Universidade Federal de Viçosa, *campus* Rio Paranaíba. Para efeitos comparativos, foram analisados dois reservatórios, um maior, com capacidade para 532 m³ de água e outro menor, com volume útil de 316 m³. Para o primeiro obteve-se um custo aproximado de R\$ 441.771,66, o que representa um tempo de retorno longo, de 24 anos, porém, este reservatório atenderia a demanda com eficiência, não havendo, supostamente, falhas no abastecimento de água não potável. Já o segundo reservatório, gerou um custo de, aproximadamente, R\$ 309.552,67 e 17 anos de tempo de retorno do investimento, entretanto, este reservatório possui uma eficiência 16,7 % menor que o primeiro, possibilitando 2 meses de falhas com o abastecimento pluvial.

Ainda assim, o reservatório com capacidade para 316 m³ seria mais viável economicamente. Após a realização de todas as etapas deste estudo e discussão dos resultados obtidos, técnica e economicamente, fica determinada a viabilidade da implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva no pavilhão de aulas da UFV-CRP. Porém, antes da construção deste sistema é necessário que as questões técnicas e econômicas sejam estudadas de forma mais minuciosa e complexa, além de realizar estudo sobre os impactos social e ambiental que a implantação do projeto pode gerar, temas recomendados para futuros trabalhos.

Por fim, evidencia-se a importância do surgimento de iniciativas privadas e governamentais, com leis e financiamentos, que viabilizem e estimulem amplamente o emprego deste tipo de sistema, tornando os custos menos onerosos, não somente no setor público, mas também no setor industrial, agrícola, comercial e residencial.

V. REFERÊNCIAS

- [1] Alt, R. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**: estudo baseado no curso ABNT de 11/02/2009 SP/SP do Engenheiro Plínio Tomaz. 2009.
- [2] Mancuso, P. C. S. e Santos, H. F. dos. **Reuso de Água**. 2 ed. Editora Manole, Barueri, 2003.
- [3] Tomaz, P. **Aproveitamento de Água de Chuva**: Para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis. Editora Navegar. São Paulo, 2003.
- [4] Bertolo, E. de J. P. **Aproveitamento da água da chuva em edificações**. Dissertação de Mestrado, Engenharia do Ambiente, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto. Porto, 2006.

[5] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15527. **Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2007.

[6] Sampaio, F. M. **Orçamento e custo da construção**. Editora Hemus. Brasília, 1989.

[7] SETOP – Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas. **Planilha Referencial de Preços Unitários para obras de edificação e infraestrutura**. Disponível em:< http://www.setop.mg.gov.br/images/documentos/precosetop/prec_o_setop_triangulo.pdf>. Acesso em: 10 nov 2015.

[8] Tisaka, M. **Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução**. 2 ed. Editora Pini. São Paulo, 2011.



Comparison of Self-Cleaning devices in an Experimental Unit of Rainwater Harvesting in Federal University of Pará

Karissa Auad Carvalho Duarte¹; Andrelle Soares Dantas Farias²; Marina Scarano Corrêa³; Danilo Cunha de Oliveira⁴; Luiza Carla Girrard Mendes Teixeira⁵

^{1,2,3,4,5}Universidade Federal do Pará (UFPA).

Email: karissaauad@gmail.com, andrellefaria@gmail.com, marina_scarano@ymail.com, danielocunhadeoliveira@hotmail.com, luiza.girard@gmail.com

Received: January 28th, 2017

Accepted: March 14th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

The use of rainwater is becoming a more common source in recent years, due to the nature water problems. However, sometimes the rainwater does not have sufficient quality for cleaning fruits or drinkability, for example, requiring thus a pre-treatment. The self-cleaning function is to reduce the variables harmful to health, in the best possible use, therefore, there are several manner of self-cleaning. This work show self-cleaning with discharges of 1L / m² (75mm) and 3L / m² (100mm) comparing the results of apparent color, turbidity, pH and electric conductivity of the atmosphere, the channel and the reservoir. The self-cleaning showed significant reduction in turbidity variable minimization reaching 40% to 43%, while the pH have kept in the neutral range. The self-cleaning 75mm provided a 26% reduction in apparent color as compared to the roof.

Keywords: Self-cleaning, rainwater, impurities removal.

Comparação dos Dispositivos de Autolimpeza em uma Unidade Experimental de Captação de Água da Chuva na Universidade Federal do Pará – Belém/PA

RESUMO

O uso de água proveniente do meio pluvial está se tornando uma fonte mais comum nos últimos anos, devido aos problemas de cunho hídrico. Porém, a água pluvial não possui, por vezes, a qualidade suficiente para potabilidade ou limpeza de frutas, por exemplo, necessitando, assim, de uma pré tratamento. A autolimpeza tem como função reduzir as variáveis prejudiciais a saúde, visando o melhor grau possível de uso, sendo assim, diversas são as formas de autolimpezas, neste trabalho trataremos de autolimpezas com descartes de 1L/m² (75 mm) e 3L/m² (100 mm) comparando os resultados de cor aparente, turbidez, pH e condutividade elétrica à atmosfera, à calha e ao reservatório. As autolimpezas apresentaram reduções consideráveis para a variável turbidez, atingindo minimizações de 40% a 43%, enquanto mantiveram o pH em escala neutra. A autolimpeza de 75 mm proporcionou uma redução de 26% na cor aparente quando comparada à calha.

Palavras Chaves: Autolimpeza, água pluvial, remoção de impurezas.

I. INTRODUÇÃO

As disseminações de problemas de escassez dos recursos hídricos e dos impactos sociais e ambientais causados pelo seu uso têm alertado a conscientização da população quanto ao seu uso, como planejamento e a gestão os quais são considerados uma prioridade social, assim como também a conscientização pelo uso racional da água. O crescimento populacional, das indústrias e dos centros urbanos, é responsável pelo aumento do consumo de água.

Além disso, a crescente poluição dos rios e mares por complexos industriais, esgotos, produtos tóxicos, pragas de algas e o tratamento falho desses efluentes vem diminuindo a disponibilidade *per capita* de água potável nos países desenvolvidos e em desenvolvimento [1][2][3].

Existem diversas tecnologias que possibilitam o reuso da água de chuva para uso não-potável em diferentes países, como Austrália, EUA, África do Sul, Japão e Alemanha, onde são

construídos sistemas de captação de água de chuva, os quais são compostos de telhados ou superfícies coletoras, filtros construídos por variados meios filtrantes, filtração por autolimpeza, um reservatório e uma rede de canalização para direcionar a água aos pontos planejados [4].

Diante disso, a captação e o aproveitamento da água pluvial tem se mostrado como uma alternativa viável para melhorar a disponibilidade de água e auxiliar na sua distribuição, seja para fins potáveis ou não, dependendo do tratamento aplicado à água ou a legislação consultada, sobretudo em comunidades ribeirinhas na Amazônia, as quais são desprovidas de abastecimento de água potável, a qual não atende aos padrões estabelecidos na portaria de potabilidade 2.914 [5].

A forma de coleta em fontes desprotegidas, uma forma de tratamento ineficaz e uma má configuração dos sistemas de captação, podem influenciar na qualidade da água resultante podendo ocasionar doenças à população abastecida [6].

Cerca de 20% de toda a água que escoar no planeta origina-se na Bacia Amazônica, devido à mesma apresentar uma abundância de água doce [2].

A região Hidrográfica Amazônica apresenta vazões de aproximadamente 74 mil m³/s [7], mas apesar dessa região possuir o maior volume de água do mundo, uma parte significativa dela não é aproveitada, o que é possível perceber pela sua má distribuição e pelo seu deficiente fornecimento [8].

Em vista disso, torna-se pertinente a busca por novos meios de reuso da água da chuva que envolvam o seu uso controlado e eficiente [9]. Existem diversas tecnologias que possibilitam o reuso desse recurso, como o aproveitamento da água de chuva, a dessalinização da água do mar e o reuso de águas

servidas, sendo a primeira destacada como uma das alternativas mais simples e viáveis economicamente [10].

A cidade de Belém apresenta uma potencialidade para a captação da água de chuva, pois a mesma possui elevados índices pluviométricos em torno de uma média de 2.800 mm/ano [11], já que a potencialidade depende das características atmosféricas da região [12] [13][14].

O tratamento da água de chuva requer um tratamento antes de sua utilização, pois esta água pode ser facilmente contaminada por microorganismos, substâncias químicas presentes no ar que interferem no ciclo hidrológico e na qualidade desse recurso, além de partículas brutas presentes na natureza como folhas e galhos. O tipo de tratamento depende de diversos fatores, podendo ser para uso potável ou não a partir de diferentes superfícies coletoras. [15][16].

Existem umas grandes variedades de filtros utilizados no tratamento de água de chuva, constituídos por membrana [17], areia [18] e carvão ativado granular [19].

Além disso, existe o sistema de autolimpeza, o qual é um mecanismo de filtração com operação e instalação simples e sem o uso de energia [20].

Dessa forma, o presente artigo visa contribuir nesta temática através da construção de um sistema experimental de captação e tratabilidade de água de chuva constituído por captação em telhado cerâmico, filtração em autolimpeza com descartes de 1L/m² (75mm) e 3L/m² (100mm) e reservação, o qual tem objetivo de atender comunidades rurais que não possuem abastecimento de água com qualidade, avaliando a melhor eficiência do tratamento para a remoção de partículas entre as duas autolimpezas instaladas.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi delineada em três etapas, a primeira foi à montagem do sistema experimental de captação e tratamento de água de chuva, posteriormente, foi realizada a coleta das amostras e análises dos resultados e finalmente, a seleção da autolimpeza com o melhor custo-benefício.

O Sistema Experimental De Captação E Tratamento De Água De Chuva (CTAC) foi instalado na Latitude de 1° 28'26.71" S

e Longitude de 48°27'12.23" próximo ao Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental (LAESA) no campus da Cidade Universitária José Silveira Netto da Universidade Federal do Pará, no município de Belém/PA, compondo, portanto, a 1ª etapa. Na Figura 1 está a localização do sistema.

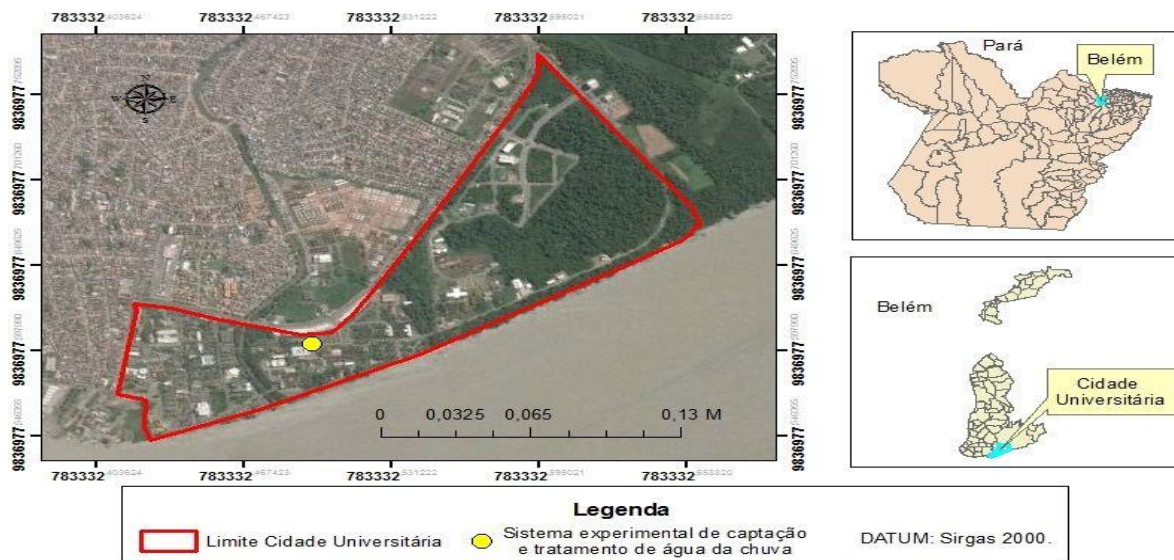


Figura 1 - Localização do CTAC, Campus Profissional, da UFPA, Belém – PA, Brasil.
Fonte: CTAC/UFPA, (2016).

A unidade constitui-se, basicamente, de uma estrutura de madeira de lei de 6 m², cobertura de telha cerâmica tipo plan (área de 6m x 4m), calhas de PVC, tubulações de autolimpeza com diâmetros de 75 mm e 150 mm, cujo descarte é de 1 L/m² e 3 L/m², respectivamente, e um reservatório de fibra de vidro com

capacidade de 500 litros. A captação de água bruta foi realizada em um telhado com telhas de barro, encaminhada por calhas de PVC até as duas alternativas de dispositivo de lavagem do telhado e finalmente direcionada ao reservatório, conforme Figura 2.



Figura 2: Esquema da unidade experimental.

Fonte: Autores, (2017).

A captação da água bruta é realizada no telhado de cobertura cerâmica, recolhida pela calha e logo em seguida sendo direcionada por tubos de PVC que distribuem a água coletada para os dispositivos de auto limpeza. Após o preenchimento das auto limpezas o reservatório é alimentado. Os pontos de coleta estão identificados na figura a seguir. As amostras foram coletadas no período de dezembro a março, totalizando 20 campanhas. Para a recomendações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA/AWWA/WEF). Todas as determinações foram realizadas no Laboratório Multiusuário de Tratabilidade de Águas (LAMAG) vinculado ao Grupo de Estudos em Gerenciamento de Água e Reuso de Efluentes (GESA) situados no Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental (LAESA) no campus da

coleta, utilizaram-se frascos de vidro com tampa rosqueada e previamente esterilizados, cada um com capacidade de 200 ml, compondo a 2ª etapa da pesquisa. Após as coletas, foram realizadas análises físico-químicas de cor aparente, turbidez, pH e condutividade, de acordo com a metodologia da Tabela 1. Os procedimentos analíticos seguiram as

Cidade Universitária José Silveira Neto da Universidade Federal do Pará, no município de Belém/PA. A 3ª etapa foi relativa a análise da eficiências dos dispositivos autolimpantes do telhado nas diferentes capacidades (1 L/m² e 3 L/m²). A Tabela 1 mostra os pontos de coleta de amostras, a etapa correspondente, bem como a justificativa.

Tabela 1: Pontos de coleta de amostras e justificativa.

Pontos	Justificativa
Intercepção Atmosférica	Analisar a água da chuva
Telhado	Verificar a influência do telhado na qualidade da água, o quanto pode contribuir para a deterioração da qualidade da água em comparação com valores qualitativos do ponto a montante.
Após autolimpeza – AL 1 L/m ² (75 mm)	Verificar a influência da utilização das linhas de lavagem do telhado na qualidade da água bem como o impacto do tamanho do reservatório na qualidade da água. Serão avaliados reservatórios de autolimpeza totalizando 1 L/m ² .
Após autolimpeza – AL 3 L/m ² (150 mm)	Verificar a influência da utilização das linhas de lavagem do telhado na qualidade da água bem como o impacto do tamanho do reservatório na qualidade da água. Serão avaliados reservatórios de autolimpeza totalizando 3 L/m ² .

Fonte: Autores, (2016).

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 3 estão expostos os resultados na forma de Boxplot referentes a cada variável e as análises de cor aparente, turbidez, pH e condutividade elétrica. Para a variável cor aparente, conforme a figura 3a, observa-se o valor da amostra ambiente (atmosfera) com média amostral de 6,0 UC, e que ao interceptar o telhado cerâmico a média da variável passou a ser 23,9 UC. O volume da auto limpeza de 75 (1 L/m²) proporcionou uma redução de 26% no valor da variável, alcançando uma média de 17,5 UC, para a auto limpeza de 150 (3 L/m²) a concentração ficou situada em 15,4 UC. No reservatório (4 L/m²) a concentração média da variável foi de

14 UC. Observa-se que as concentrações da variável cor aparente foram aproximadas para as autolimpezas de 1L/m² e 4L/m².

Para a variável turbidez observou-se os valores de mínimo e máximo de 0,2 e 5,6 UT respectivamente. O valor da água da calha sofreu uma redução de 40% em relação a água da auto limpeza de 75 (1 L/m²) que apresentou um valor na média de 6,1 UT, para a auto limpeza de 150, a redução foi de 43%, com média de 5,8 em relação a água da calha. Valor sem diferença estatisticamente significativa comparando os dois meios de tratamento. Para a abstração do reservatório (4 L/m²) houve redução significativa na turbidez de 58 %, atingindo uma média de 4,2 UT quando comparada com a água captada na calha. Figura 3b.

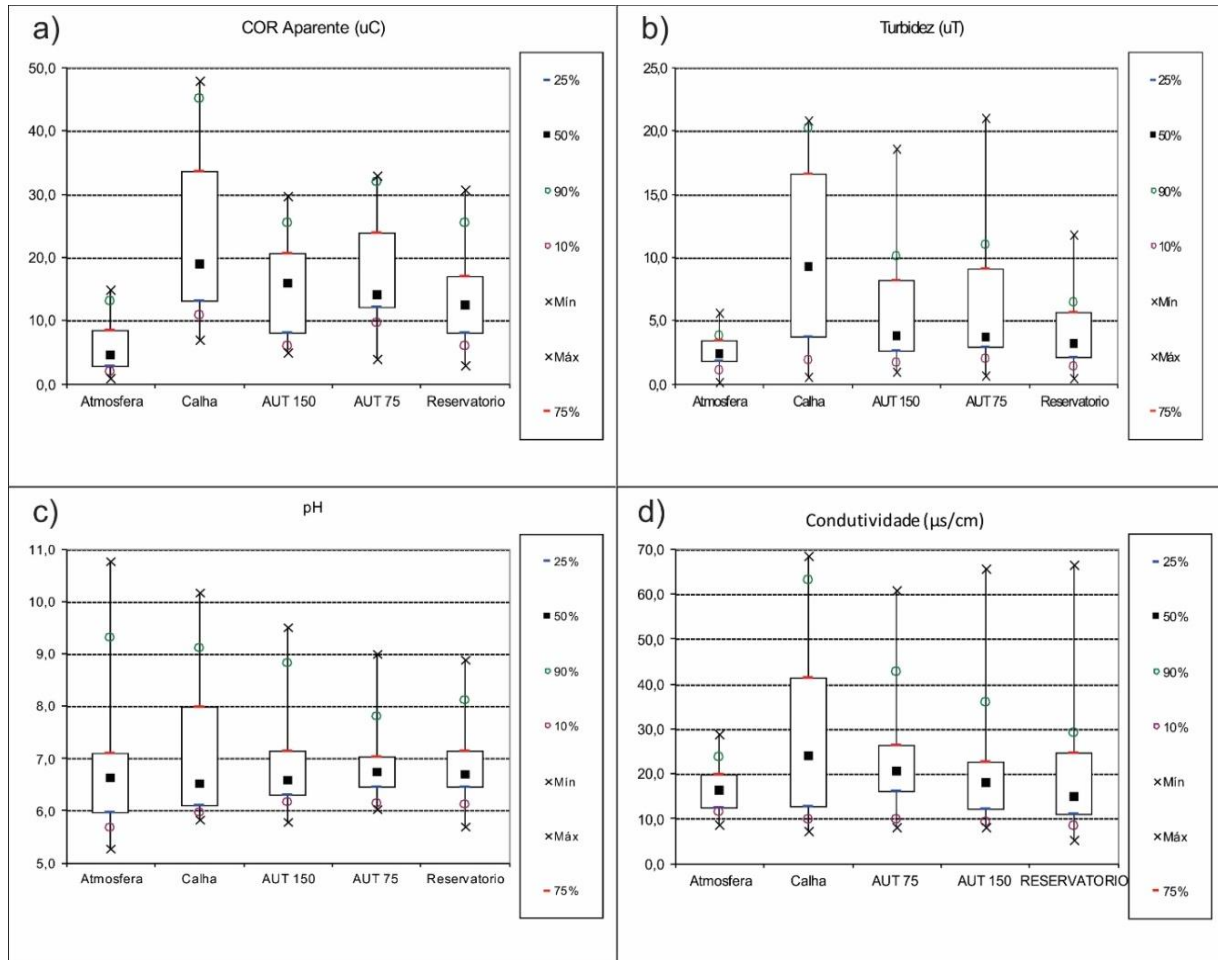


Figura 3 - Boxplot das análises determinadas: a) cor aparente; b) turbidez; c) pH; d) condutividade elétrica. Fonte: Autores, (2016).

Os valores de pH (Figura 3c) permaneceram neutros desde o ponto da captação da calha (média de 7) até a abstração inicial, isto é, as coberturas cerâmicas não influenciaram significativamente no valor do pH e a abstração inicial também não modificou significativamente a variável, conforme verificado na pesquisa de [21][13].

Para a variável condutividade não foi verificada diferença estatisticamente significativa nas etapas do tratamento, assim os valores das variáveis na amostra ambiente (16,7 µs/cm), contato com a cobertura cerâmica (31,1 µs/cm) e autolimpeza de 75 com descarte de 1 mm (23,7 µs/cm), a auto limpeza com descarte de 3 L/m² (21,2 µs/cm) e no reservatório (19,1 µs/cm) não foram significativamente alteradas ao longo do tratamento, conforme a

figura 3d. Vale ressaltar que condutividade não é um padrão de potabilidade segundo a portaria nº 2.914 [5].

IV. CONCLUSÕES

A autolimpeza de 1L/m² demonstrou-se mais eficaz, apesar da diferença entre as autolimpezas, quanto as variáveis analisadas, demonstrar que o descarte de 3L/m² ocasiona uma maior limpeza. A escolha da tubulação de 75 mm deve-se ao menor desperdício de água visto que a mesma descarta somente 25 litros, enquanto a de autolimpeza de 100 mm contribui com um desperdício de 75 litros. Sendo assim, a qualidade da água não justifica o gasto para proporcionar tal limpeza, uma vez que a diferença de cor aparente e turbidez para os pontos não é suficientemente distinta.

V. REFERÊNCIAS

- [1] Oliveira, Nancy; **Aproveitamento de água de chuva de cobertura para fins não potáveis de próprios da educação da rede municipal de Guarulhos.** Guarulhos, 2008.
- [2] Villiers, M.; **Água: como o uso deste precioso recurso natural poderá acarretar a mais séria crise do século XXI**, Rio de Janeiro: Ediouro, 2002.
- [3] Fernandes, D.; Medeiros, V.; Mattos, K.; **Viabilidade econômica do uso da água da chuva: um estudo de caso da implantação de cisterna na UFRN/RN.** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXVII, 2007, Foz do Iguaçu - PR.
- [4] Fernandes, L.; Terêncioa, D.; Pacheco, F.; **Rainwater harvesting systems for low demanding applications.** *Science of The Total Environment*. Volume 529, 1 October 2015, Pages 91–100.
- [5] BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914**, de 12 de dezembro de 2011.
- [6] Matos, M. **Avaliação de risco em sistemas de captação e tratamento de água de chuva na região metropolitana de Belém**, Belém-PA, 2014.
- [7] Agência Nacional de Água (ANA). **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional.** 2010.
- [8] Veloso, N. S. L.; Mendes, R. L. R. **Aproveitamento da água da chuva em escala local: o caso das ilhas de Belém/PA.** In: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 8., 2012. Campina Grande
- [9] Carvalho, I.de.C; *et al.* **Sustainable airport environments: a review of water conservation practices in airports.** *Resources, Conservation and Recycling*, 74, pp. 27–36, 2013.
- [10] Anecchini, K. P. V. **Aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis na região metropolitana de Vitória (ES).** 2005. 124f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.
- [11] Instituto Nacional De Meteorologia. INMET. Acesso em 17/03/2016. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/observacoes.php>.
- [12] Bauer, R.; **Removal of bacterial fecal indicators, coliphages and enteric adenoviruses from waters with high fecal pollution by slow sand filtration.** *Water Research* 2011;45:439–52.
- [13] Mendez, C. B.; Klenzendorf, J. B.; Afshar, B. R.; Simmons, M. T.; Barrett, M. E.; Kinney, K. A.; Kiristis, M. J. **The effect of roofing material on the quality of harvested Rainwater.** *Water Research, New Zealand*, V. 45, n. 5, p. 2049-2059, 2011.
- [14] Tomaz, P.; **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis [Rainwater use for non-potable uses in urban areas].** São Paulo: Editora Navegar; 2009.
- [15] Moreira, N.; *et al.* **Rainwater treatment in airports using slow sand filtration followed by chlorination: Efficiency and costs.** *Resources, Conservation and Recycling* 65, 2012, Pages 124–129.
- [16] B. Helmreich; H. Horn. **Opportunities in rainwater harvesting.** *Desalination* 2009; 248 (1–3), pp. 118–124.
- [17] Kim J.; *et al.* **Application of a metal membrane for rainwater utilization: filtration characteristics and membrane fouling.** *Desalination* 2005; 177: 121–32.
- [18] Guozhen, Z; *et al.* **Research and application of harvested rainwater in the villages and towns of China Loess Plateau region.** *Energy Procedia* 2011; 5(2011): 307–13.
- [19] Ku, Wai Lim, *et al.* **"Interpreting patterns of gene expression: signatures of coregulation, the data processing inequality, and triplet motifs."** *PloS one* 7.2 (2012): e31969.
- [20] Vieira, A. Silva; *et al.* **Self-cleaning filtration: A novel concept for rainwater harvesting systems;** *Resources, Conservation and Recycling*; Volume 78, September 2013, Pages 67–73.
- [21] Gikas, G. D.; Tsihrintzis, V. A. **Assessment of water quality of first-flush roof runoff and harvested rainwater.** *Journal of Hydrology, Estados Unidos*, V. 466, p. 115-126, 2012.



Rainwater utilization of potential in Abaetetuba-PA Municipality

Jairo Lima Martins¹; Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes², Ricardo Angelim da Silva³; Larissa Lima Rodrigues⁴ e Beatriz Oliveira Leite de Sá⁵.

^{1,2,3,4,5}Universidade Federal do Pará (UFPA). Cidade Universitária. Belém-PA.

Email: l64jairo@gmail.com, rmendes@ufpa.br, ricardoesa@hotmail.com, larissa_lr@hotmail.com, bea3leite@hotmail.com

ABSTRACT

Received: February 18th, 2017

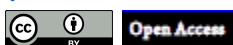
Accepted: March 13th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



The urban area of the municipality of Abaetetuba/PA has only 66% of households served by the public system of water supply. This study aims to evaluate the rainwater utilization potential of this area, in order to contribute to the reduction of the deficit in attendance. The studies were carried out following the methodology in which three variables are critical: precipitation, drinking water demand and catchment area available, the latter variable obtained through statistical sampling, following the method. Thus: (1) Rain - obtained by HIDROWEB system of the National Water Agency (ANA) - there are two distinct periods: a rainy season (January to May) with 289 mm monthly average to 432 mm, and less rainy season (June to December), with monthly averages ranging from 67 mm to 203 mm.; (2) Demand - obtained by the National Sanitation Information System (SNIS 2010) - is 150 liters / person / day; and (3) catchment areas available - were measured from Google Earth system - ranging from 17 m² to 300 m², in which 47.9% has an area up to 80 m². The potential obtained in the rainy season fully meets 74% of housing conditions investigated. In the less rainy season, still meets 21% of the investigated housing conditions. It is concluded that the urban area of the municipality of Abaetetuba / PA has a significant potential for rainwater utilization, especially in the rainy season. And as for the least rainy season it is possible to book water accumulated at the end of the previous period, as is traditionally done in the Brazilian semiarid region. Thus the Amazon area uses its potential, given the adaptive strategies of other regions of Brazil.

Keywords: Potential, funding, supply, rainwater.

Potencial de aproveitamento de água da chuva no município de Abaetetuba-PA

RESUMO

A área urbana do município de Abaetetuba/PA possui apenas 66% de domicílios atendidos pelo sistema público de abastecimento de água. Este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial de aproveitamento de água de chuva desta área, com vistas a contribuir com a diminuição do déficit no atendimento. Os estudos foram desenvolvidos seguindo a metodologia de Ghisi *et al* (2006), na qual três variáveis são fundamentais: precipitação pluviométrica, demanda de água potável e área de captação disponível, sendo esta última variável obtida por meio de amostragem estatística, seguindo o método de Flores *et al* (2012). Assim: (1) Pluviosidade – obtida pelo sistema HidroWeb da Agência Nacional de Águas (ANA) - há dois períodos distintos: um período chuvoso (janeiro a maio) com médias mensais de 289 mm a 432 mm, e período menos chuvoso (junho a dezembro), com médias mensais variando de 67 mm a 203 mm.; (2) Demanda – obtida pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS 2010) – é de 150 litros/pessoa/dia; e (3) Áreas de captação disponível - foram medidas a partir do sistema Google Earth - variaram de 17 m² a 300 m², em que 47,9% tem área até 80 m². O potencial obtido no período chuvoso atende integralmente a 74% das condições de habitação investigadas. No período menos chuvoso, ainda atende a 21% das condições de habitações investigadas. Conclui-se que a área urbana do município de Abaetetuba/PA possui um significativo potencial de aproveitamento de água de chuva, especialmente no período chuvoso. E que para o período menos chuvoso é possível reservar água acumulada ao final do período anterior, como tradicionalmente é feito na região do Semiárido brasileiro. Assim a área amazônica usa seu potencial, atento a estratégias adaptativas de outras regiões do Brasil.

Palavras-Chave: Potencial, captação, abastecimento, água de chuva.

I.INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira vive hoje um paradoxo com relação à água, apesar das riquezas em recursos hídricos, parte da

população que vive na região amazônica não possui acesso à água própria para o consumo. Possui cerca de 12% de toda deflúvio médio anual dos rios do planeta[1] (ANA 2010), ainda assim o acesso à água potável é um grave problema na região. Com base no

[2], estima-se que cerca de 10 milhões de pessoas não sejam atendidas na Amazônia Legal por sistema de abastecimento. São cerca de 5 milhões de pessoas em áreas rurais e outros 5 milhões em áreas urbanas. O aproveitamento de água da chuva é uma eficaz alternativa para atender as necessidades humanas, já sendo bastante utilizados em países como Austrália, Alemanha, Estados Unidos e Japão e no Brasil empregado na região nordeste minimizando os problemas de escassez no Semiárido [3].

Na região Amazônica esta forma de abastecimento vem tomando corpo especialmente nos Estados do Pará e do Amazonas, nos quais já foram instalados milhares de sistemas de água de chuva em dezenas de municípios, onde os recursos são do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS) e Ministério da Integração Nacional (MI).

Com a finalidade de impulsionar o aproveitamento de água de chuva, são realizados estudos sobre o potencial de aproveitamento deste recurso. Ao estudar o estado de Santa Catarina [4], revelam grande potencial do aproveitamento de água da chuva como fonte de abastecimento. Isto em um estado com pluviosidades anuais menores que os estados amazônicos (em torno de 1.700 mm) e maior densidade demográfica. Ao realizar os mesmos estudos na porção Ocidental da Amazônia, para 40 cidades situadas em 4 estados (Amazonas, Rondônia, Acre e Roraima), [5] também obtiveram elevado potencial de aproveitamento. No município de Abaetetuba o abastecimento de público de água é de apenas 66%. Este trabalho tem por objetivo estimar o potencial de aproveitamento de água da chuva na área urbana do município de Abaetetuba propondo uma alternativa ao déficit do abastecimento de água.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

O método utilizado para realização desse estudo foi o criado por [4] e replicado por [5], onde 3 variáveis são fundamentais para determinar o potencial de aproveitamento de água da chuva. São elas: precipitação pluviométrica, demanda do consumo de água e infraestrutura de captação (área de telhado).

a) Pluviosidade

Foram usadas médias mensais com séries históricas de 29 anos no período de 1984 a 2013. Os dados foram obtidos da base da [1] através do sistema HidroWeb.

b) Demanda

A demanda de água potável foi obtida através do [2]. São aplicados em litros/pessoa/dia.

c) Área de captação

Não há informações sobre a área de telhado do município de Abaetetuba, para estimar a área foi utilizado o método proposto por [5], no qual foi selecionado uma determinada amostra de áreas de telhado a serem medidas. Para definir este número de amostras foi aplicado cálculo estatístico sobre um nível de confiança de 95% e margem de erro de 3%. Cada amostra foi obtida levando em consideração o total de domicílios particulares permanentes na área urbana da cidade, cujos dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [6].

As amostras de telhados foram selecionadas de maneira aleatória. Em cada quarteirão foi realizada contagem no sentido horário onde as casas propostas ficavam num intervalo de cinco casas umas das outras. A medição das áreas dos telhados foi realizada com o auxílio da ferramenta Google Earth.

De posse de todos os dados é possível assim estimar o volume de água que poderia ser captado e se este pode suprir a demanda a ser atendida. Os dados são interpretados e manipulados da seguinte maneira:

$$1 \text{ mm de chuva} = 1 \text{ litro} / \text{m}^2$$

$$\text{Disponibilidade de água (litros / mês)} = \text{mm de chuva} / \text{mês} \times \text{área de captação (m}^2\text{)}.$$

d) Potencial de aproveitamento

Para calcular o volume que pode ser captado foi determinado através dos dados de precipitação mensais, área de telhado e o coeficiente de *runoff* indicando que 20% da água de chuva poderá ser perdida pelo sistema e por evaporação. O potencial de água de chuva que pode ser captado e se este é capaz de atender a demanda ao longo do ano, é calcula usando-se a seguinte equação 1.

$$Pot = AxPxRc \quad (1)$$

Pot: Potencial de captação de água da chuva;

A: Área total de captação (m²);

P: Precipitação média mensal (mm/mês);

Rc: Coeficiente de *runoff*.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Pluviosidade

Abaetetuba apresenta duas estações de chuvas bem definidas, um período chuvoso que se estende de Janeiro até Maio, e um período menos chuvoso que se estende de Junho até Dezembro como mostra a Figura 1.

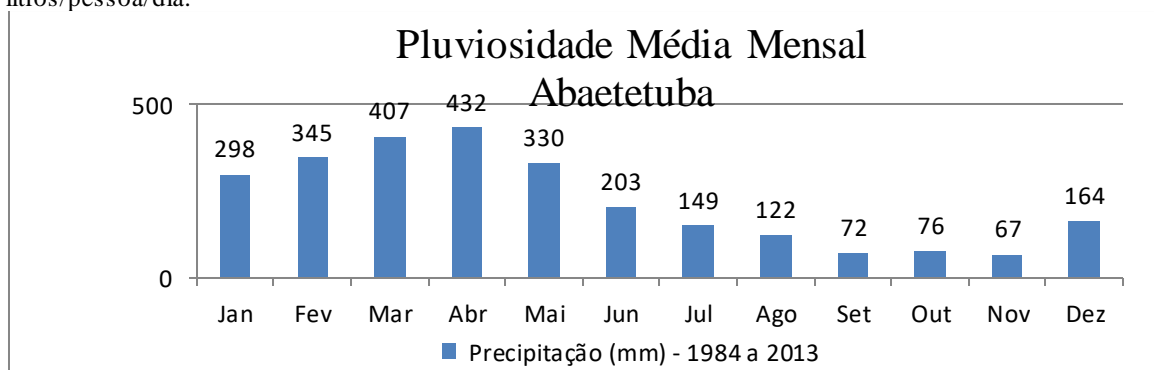


Figura 1: Precipitação média mensal de Abaetetuba.

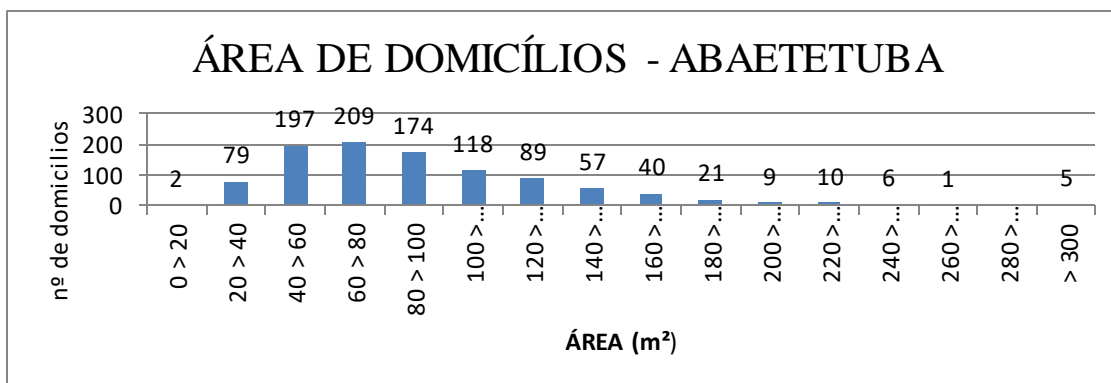
Fonte: Autores, (2016).

b) Demanda

A demanda por água potável na cidade de Abaetetuba foi obtida por meio do [2]. O qual o município apresenta um consumo médio per capita de água de 150 L/hab.dia.

Área de telhado

Através do método estatístico descrito anteriormente para a realização desse estudo, foram selecionadas apenas domicílios localizados na área urbana um total de 21.365, dos quais foram selecionadas 1.017 como amostra. E foi constatada a predominância de edificações com áreas de telhado compreendidas entre 20 m² e 80 m², representando 47,7% dos domicílios desta cidade (Figura 2).

Figura 3: Área total de telhado (m²).

Fonte: Autores, (2016).

e) Potencial de aproveitamento

Utilizando o método para calcular o volume de água da chuva que pode ser captado e se este é capaz de atender a demanda ao longo do ano, foram avaliados dois períodos climatológicos [7]. O primeiro período analisado foi o chuvoso que abrange o mês de janeiro a maio e o período não chuvoso que abrange os meses de junho a dezembro. Para uma avaliação mais segura foram simuladas as situações mais desfavoráveis de cada período

admitindo à precipitação média mensal mínima de cada período [8].

Para a demanda foram feitas simulações de residências com até 8 moradores. A partir da iteração entre os dados de precipitação, área de captação e demanda, foi definir o nível de aproveitamento de água da chuva para cada período estudado (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1: Potencial de aproveitamento de água da chuva no período chuvoso.

Área dos Telhados (m ²)	Menor Área (m ²)	Nº de Telhados	Janeiro a Maio (pluviosidade: 298 - 432 mm, considerando 298mm)							
			Nº DE MORADORES / DEMANDA							
			1	2	3	4	5	6	7	8
			150	300	450	600	750	900	1050	1200
0 > 20	17	2	168	168	168	168	168	168	168	168
20 > 40	20	79	199	199	199	199	199	199	199	199
40 > 60	40	197	397	397	397	397	397	397	397	397
60 > 80	60	209	596	596	596	596	596	596	596	596
80 > 100	80	174	795	795	795	795	795	795	795	795
100 > 120	100	118	993	993	993	993	993	993	993	993
120 > 140	120	89	1192	1192	1192	1192	1192	1192	1192	1192
140 > 160	140	57	1391	1391	1391	1391	1391	1391	1391	1391
160 > 180	160	40	1589	1589	1589	1589	1589	1589	1589	1589
180 > 200	180	21	1788	1788	1788	1788	1788	1788	1788	1788
200 > 220	200	9	1987	1987	1987	1987	1987	1987	1987	1987
220 > 240	220	10	2185	2185	2185	2185	2185	2185	2185	2185
240 > 260	240	6	2384	2384	2384	2384	2384	2384	2384	2384
260 > 280	260	1	2583	2583	2583	2583	2583	2583	2583	2583
>280	300	5	2980	2980	2980	2980	2980	2980	2980	2980

Fonte: Autores, (2016).

Tabela 2: Potencial de aproveitamento de água da chuva no período não chuvoso.

Área dos Telhados (m ²)	Menor Área (m ²)	Nº de Telhados	Junho a Dezembro (pluviosidade: 67 - 202, considerando 67 mm)							
			Nº DE MORADORES / DEMANDA							
			1	2	3	4	5	6	7	8
			150	300	450	600	750	900	1050	1200
0 > 20	17	2	38	38	38	38	38	38	38	38
20 > 40	23	79	51	51	51	51	51	51	51	51
40 > 60	40	197	89	89	89	89	89	89	89	89
60 > 80	60	209	134	134	134	134	134	134	134	134
80 > 100	80	174	179	179	179	179	179	179	179	179
100 > 120	100	118	223	223	223	223	223	223	223	223
120 > 140	120	89	268	268	268	268	268	268	268	268
140 > 160	140	57	313	313	313	313	313	313	313	313
160 > 180	160	40	357	357	357	357	357	357	357	357
180 > 200	180	21	402	402	402	402	402	402	402	402
200 > 220	200	9	447	447	447	447	447	447	447	447
220 > 240	220	10	491	491	491	491	491	491	491	491
240 > 260	240	6	536	536	536	536	536	536	536	536
260 > 280	260	1	581	581	581	581	581	581	581	581
>280	300	5	670	670	670	670	670	670	670	670

Fonte: Autores, (2016).

IV. CONCLUSÕES

Ao se analisar o potencial de aproveitamento de água da chuva da área urbana do município de Abaetetuba, percebe-se esta é uma excelente alternativa para minimizar o déficit de abastecimento desta área, visto que no período chuvoso é possível atender cerca de 74% das situações investigadas. E mesmo no período menos chuvoso, ainda pode atender 21% das situações. Ainda assim, o uso neste período pode ser ampliado se os excedentes dos meses chuvosos forem reservados para uso nos meses subsequentes menos chuvosos. É a estratégia adaptativa empregado na região do Semiárido brasileiro. Assim a área amazônica usa seu potencial, atento a estratégias adaptativas de outras regiões do Brasil.

V. REFERÊNCIAS

- [1] AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. Sistema de Informações Hidrológicas. 2016. Disponível em <<http://hifroweb.ana.gov.br>>. Acessado em Fevereiro de 2016.
- [2] SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. **Diagnóstico dos serviços de água e esgoto 2015**. Disponível em <<http://www.snis.gov.br>>. Acessado em fevereiro de 2016.
- [3] **ARTICULAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO – ASA**. 2015. Disponível em: <<http://www.asabrasil.org.br>>. Acesso em Agosto de 2015.
- [4] Ghisi, E.; Montibeller, A.; Schmidt, R.W. 2006. **Potential for potable water savings by using rainwater: an analysis over 62 cities in southern Brazil**. Building and Environment, 41(2): 204-210.
- [5] Lima, J. A.; Dambros, M. V. R.; Antonio de, M. A. 2010.
- [6] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo demográfico. 2016. Disponível em <[HTTP://www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)> Acessado em Fevereiro de 2016.
- [7] P. M.; Jansen, J. G; Marchetto, M. 2011. **Potencial da economia de água potável pelo uso de água pluvial: análise de 40 cidades da Amazônia**. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, 16(3): 291-298.
- [8] Ministério da Integração Nacional – MI. Acesso a informação. 2016. Disponível em <<http://www.mi.gov.br/>>. Acessado em Fevereiro de 2016.



The effect of the presence of censorship an application in lifetime data of electrical lamps

Tainara Nadingy da Silva Pereira¹ e Paulo José Pereira²

^{1,2}Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).

Email: tainaranadiny@hotmail.com, paulo.pereira@univasf.edu.br

Received: February 13th, 2017

Accepted: March 11th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

The Survival Analysis is the set of statistical techniques that evaluate the time until the occurrence of a certain event, even with the presence of elements that do not provide complete information about their respective times, called censored data. The objective of this work is to present the effects of the insertion of censored data in the reliability analysis of electric lamps using three non-parametric estimators, Kaplan-Meier, Nelson-Aalen and Life Table as comparative methods. The results showed that the difference between the survival function with the censored and uncensored data is more intense in the case of the presence of type I censorship. It was verified that the estimators tend to overestimate the survival with the censorship increase, independently of the Type of this, however, they maintain the same downward trend of survival over time. In the overestimation question, the estimator Nelson-Aalen showed ahead of the others.

Key Words: Censorship, Kaplan-Meier, Life Table, Nelson-Aalen.

O efeito da presença de censura: uma aplicação em dados de tempo de vida de lâmpadas elétricas

RESUMO

A Análise de Sobrevivência é o conjunto de técnicas estatísticas que avalia o tempo até a ocorrência de um determinado evento, mesmo com a presença de elementos que não forneçam a informação completa sobre seus respectivos tempos, denominados dados censurados. Este trabalho temo objetivo de apresentar os efeitos da inserção de dados censurados na análise de confiabilidade de lâmpadas elétricas, utilizando, como métodos comparativos, três estimadores não paramétricos, Kaplan-Meier, Nelson-Aalen e Tabela de Vida. Os resultados mostraram que a diferença entre a função de sobrevivência com os dados censurados e os sem censura é mais intensa no caso da presença de censura do tipo I. Foi verificado que os estimadores tendem a superestimar a sobrevida com o acréscimo de censura, independentemente do tipo desta, porém, eles mantêm a mesma tendência de sobrevivência decrescente ao longo do tempo. No quesito de superestimação, o estimador Nelson-Aalen se mostrou à frente dos demais.

Palavras-Chaves: Censura, Kaplan-Meier, Tabela de Vida, Nelson-Aalen.

I. INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico tem permitido a evolução da indústria devido ao aprimoramento dos meios de produção e, a partir disso, a possibilidade de inclusão de diversas funções aos produtos fabricados. Em ambientes virtuais, por exemplo, a tecnologia proporciona uma proximidade das pessoas para com o mundo, permitindo o acesso rápido e fácil a qualquer tipo de conhecimento. Essa disponibilidade de informações estimula o consumidor a ter a necessidade de conhecer as especificações do produto requerido e as experiências de outros com o mesmo, provocando, assim, um crescente grau de exigência no mercado.

O acréscimo de várias funções ao produto provoca maiores dificuldades para a empresa na questão de garantir a execução de todas elas de forma satisfatória. Com base nisso e no alto grau de exigência do mercado, o nível competitivo das organizações se eleva, já que todas as companhias tendem a aprimorar sua produção visando conquistar a confiança do cliente. Para [1] adotam a definição de que "confiabilidade é a probabilidade de um item desempenhar satisfatoriamente a função requerida, sob condições de operação estabelecidas, por um período de tempo predeterminado". Logo, para possuir a garantia de um bom funcionamento, é necessária a existência de estimativas que relatem como o produto reage a tal situação e quanto tempo ele a

suporta. Estas informações podem ser obtidas a partir de testes de tempo de falha.

De acordo com [1], a análise de tempo de falha é um conjunto de técnicas estatísticas executado com o auxílio de informações a respeito da durabilidade do objeto em estudo. Os dados com tais informações podem ser obtidos em campo ou em testes de vida. Nesse último caso é simulado as mesmas condições observadas no campo no intuito de adquirir os tempos até a ocorrência da falha. O objetivo da análise de tempo de falha é estimar quantidades de interesse tais como: o tempo médio de falha, a fração esperada de falhas no período de garantia, etc.

Contudo, é possível ocorrer particularidades durante a realização dos testes, como por exemplo, a ocorrência de falhas devido a razões diferentes às analisadas ou por causa da ausência de falhas no período de tempo em que o teste foi programado. Essas situações provocam dados com informações incompletas, estes então são denominados dados censurados. Mesmo que incompletos esses dados devem ser considerados na análise. O objetivo deste trabalho foi analisar e identificar a influência da inclusão de dados censurados na análise de tempos de vida fazendo uso de tradicionais estimadores não paramétricos da Análise de Sobrevivência.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo [2], “a Análise de Sobrevivência é o conjunto de técnicas estatísticas para analisar tempos de vida que envolve dados censurados (observações incompletas ou parciais sobre indivíduos que fizeram parte do experimento)”. Para [2] ainda explica que, “os dados de tempo de vida de indivíduos são aqueles medidos a partir do início do experimento até a perda ou falha destes”.

Ao longo dos anos esta metodologia passou a ter sua aplicação em diversas áreas do conhecimento, tais como:

- Medicina, onde o foco da análise é a trajetória do paciente. Nesses casos o tempo de falha pode ser entendido como o tempo até a morte do paciente, bem como até a cura ou recidiva de uma doença e a censura pode ser a morte por causas independentes à doença estudada. Um exemplo dessa aplicação pode ser encontrado no estudo de [3] sobre a sobrevivência de mulheres tratadas com câncer de mama no estado do Rio de Janeiro; e na pesquisa de [4] e [5] acerca dos fatores prognósticos de pacientes com câncer de próstata;
- Engenharia, na qual esse tipo de análise é mais conhecido como confiabilidade. O evento de interesse passa a ser a ocorrência de falha no produto. São estudos como esse que determinam o prazo de garantia aplicável a determinado produto, por exemplo. Uma aplicação similar pode ser conferida no trabalho de [5], neste a análise de confiabilidade é realizada em equipamentos elétrico-eletrônicos que possuem o tempo censurado. Outro estudo que pode ser citado é o de [6] que trata da aplicação da análise de sobrevivência a testes que avaliam a eficiência de preservativos de madeira;
- Ciências sociais, em que várias situações de interesse têm como resposta o tempo entre eventos. Como em relação à durabilidade de casamentos; o tempo falha nesse caso é o período em que o casamento resistiu ao divórcio, ou seja, a separação do casal é a falha. Essa situação foi abordada

por [7] em seu trabalho Análise de sobrevivência aplicada ao tempo de duração de casamentos. Já [2] focalizou seu estudo para os processos de adoção buscando descobrir se os perfis das crianças e adolescentes influenciam na duração do processo de adoção [8].

II.1. CENSURA

Para [8] ressaltam que a análise estatística deve considerar todos os resultados advindos dos testes de sobrevivência, independente da existência de censura ou não. De acordo com [1] existem três mecanismos de censura:

- Censura por tempo ou do tipo I: caracterizada pelo estabelecimento de um tempo limite para a realização do teste;
- Censura por falha ou do tipo II: é aquela que determina uma quantidade aceitável de falhas nos itens sob teste, sendo que depois de conseguido esse número de falhas, o teste é encerrado;
- Censura do tipo aleatório: esta ocorre devido a falhas por causas alheias àquelas estudadas ou quando os itens são excluídos do teste sem ter atingido a falha.

Esses mecanismos estão ilustrados na Figura 1:

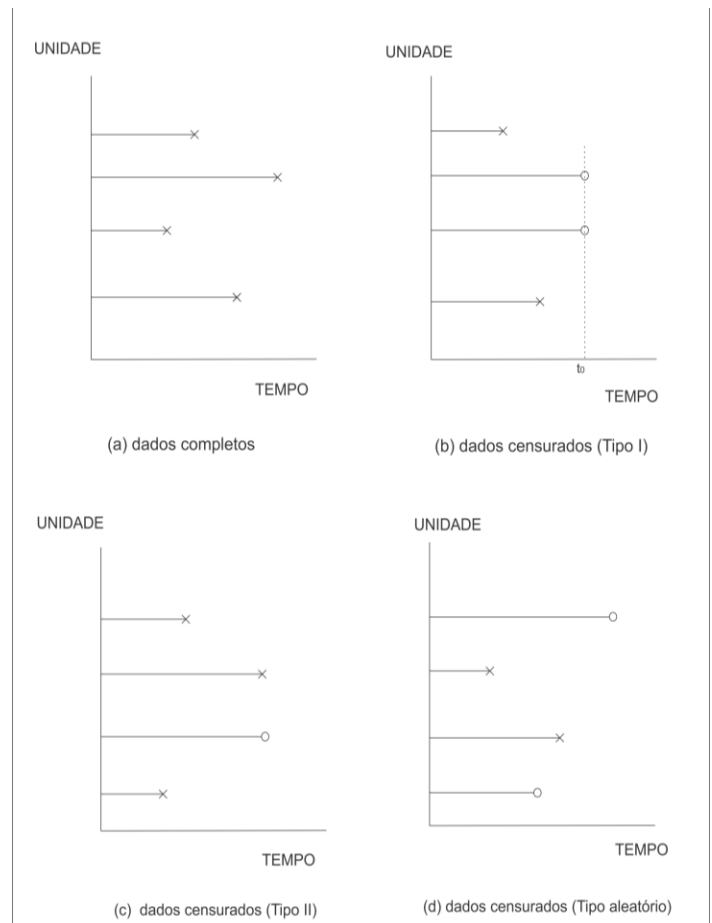


Figura 1: Tipos de dados de confiabilidade (X: falha; O: censura).
Fonte: Adaptado de [1].

II.2. FUNÇÃO SOBREVIVÊNCIA

De acordo com [8], a função de sobrevivência é definida como sendo a probabilidade de uma observação não falhar até certo tempo t [...]. Em termos probabilísticos isso é descrito como:

$$S(t) = P(T \geq t) \quad (1)$$

III. METODOLOGIA

III.1. INFERÊNCIA NÃO-PARAMÉTRICA

As funções de confiabilidade e de taxa de falha são facilmente estimadas quando não há presença de dados censurados. Por outro lado, com a existência dessas informações incompletas é exigida a utilização de técnicas especializadas para que seja possível realizar a análise. Essa alteração ocorre devido ao desconhecimento, provocado pelas censuras, referente à frequência exata associada a alguns intervalos. As técnicas que analisam os dados de tempo de falha na presença de censura e não necessitam especificar uma distribuição para a variável *tempo até a falha* são conhecidas como estimadores não-paramétricos [1]. Os estimadores não-paramétricos abordados neste trabalho foram: Tabela de vida, Kaplan-Meier e Nelson-Aalen.

III.2. ESTIMADOR TABELA DE VIDA

De acordo com [1], “a tabela de vida ou método atuarial é uma das mais antigas técnicas estatísticas utilizadas para estimar características associadas à distribuição dos tempos de falha”. Há registros de Tabelas de vida sendo utilizadas desde o século XVII, inicialmente por companhias de seguro.

Para [1] explicam que para construir uma tabela de vida é necessário sectionar o eixo do tempo em intervalos. Supondo que esse número seja $k+1$ intervalos definidos pelos pontos de corte, t_1, t_2, \dots, t_k e $t_0 = 0$. Para cada um dos intervalos vamos estimar a seguinte probabilidade:

$$q_i = P(T \in [t_{i-1}, t_i] / T \geq t_{i-1}) \quad (2)$$

isto é, q_i é a probabilidade de um item falhar no intervalo $[t_{i-1}, t_i]$ sabendo-se que ele sobreviveu até t_{i-1} . A partir destes valores obtemos a função de confiabilidade. [...]

A função de confiabilidade pode ser entendida como um percentual de certeza de que um item não falhará até o tempo t_i , $i = 1, \dots, k$. Isto é dado em termos de q 's como:

$$S(t_i) = (1 - q_1) \dots (1 - q_i) \quad (3)$$

III.3. ESTIMADOR KAPLAN-MEIER

Com base em [8], Kaplan e Meier propuseram a utilização do estimador não paramétrico que carrega os seus nomes em 1958 a partir da adaptação da função de sobrevivência empírica. Este estimador também é chamado de limite-produto e sua versão na ausência de censuras, é definida como:

$$\widehat{S}(t) = \frac{\text{no.de observações que não falharam até o tempo } t}{\text{no.total de observações no estudo}} \quad (4)$$

" $\widehat{S}(t)$ é uma função escada com degraus nos tempos observados de falha de tamanho $1/n$, em que n é o tamanho da amostra. Se existirem empates em certo tempo t , o tamanho do degrau fica multiplicado pelo número de empates" [8].

Ainda com base em [8] é entendido que a metodologia de construção do estimador de Kaplan-Meier consiste em utilizar o número de falhas distintas como a quantidade de intervalos de tempo. Os limites dos intervalos de tempo são os tempos de falha da amostra. Para os casos em que as censuras e falhas ocorrem simultaneamente, deve-se considerar que a censura ocorre imediatamente depois da falha, ou seja, o tempo de falha será menor que o tempo de censura. Em situações como esta situação é dito que há censuras e falhas empatadas.

O estimador de Kaplan-Meier de $S(t)$ é definido como:

$$\widehat{S}(t) = [(n_1 - d_1)/n_1][(n_2 - d_2)/n_2] \dots [(n_{t_0} - d_{t_0})/n_{t_0}] \quad (5)$$

Onde t_0 é o maior tempo de falha menor que t .

III.4. ESTIMADOR NELSON-AALEN

De acordo com [8], o estimador Nelson-Aalen foi proposto a princípio por além em 1972 e depois aprimorado por Aalen em 1978. Este tem como base a função de sobrevivência expressa por:

$$S(t) = \exp\{-\Lambda(t)\}, \quad (6)$$

em que $\Lambda(t)$ é a função de risco acumulado.

E possui a seguinte forma:

$$\widehat{\Lambda}(t) = \sum_{j:t_j < t} \left(\frac{d_j}{n_j}\right), \quad (7)$$

III.5. PROCESSO METODOLÓGICO

Inicialmente, foram realizadas pesquisas acerca da análise de sobrevivência com aplicações em várias áreas do conhecimento. Através destas foi encontrado o estudo de [9] que trata da determinação da confiabilidade de lâmpadas elétricas por meio da função de distribuição de Weibull. Os autores utilizaram dados colhidos em um dos ensaios realizados mensalmente por uma fábrica de lâmpadas. Estes mesmos dados foram disponibilizados no trabalho e escolhidos para servir de base para a presente pesquisa. No intuito de avaliar o comportamento dos três estimadores citados perante a censura, foram utilizados dois tipos desta, a censura do tipo 1 e a aleatória [10]. Cada tipo de censura foi submetido a três situações, a cada situação a porcentagem de dados censurados era dobrada, os percentuais utilizados foram 5%, 10% e 20% do maior tempo falha do teste. Para a censura aleatória foi realizado um sorteio por meio do software Microsoft Office Excel®, versão 2010, com o propósito de conhecer os elementos que seriam censurados. O quantitativo de elementos sorteados foi equivalente ao número de ocorrências englobadas pelo tempo de falha censurado.

Após o conhecimento dos dados que seriam censurados, foi realizada a análise dos estimadores Kaplan Meier e Nelson Aalen por meio do software RGUI®, versão para Microsoft Windows. Já a estimativa da Tabela de Vida foi efetuada com auxílio do software BioEstat 5.0®.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos no estudo de Dias e Leite na ausência de censura.

Tabela 1: Estimação da sobrevivência na ausência de censura.

Tempo falha	Nº Risco	Ocorrências	Estimativa S(t)	IC - 95%
1394	20	2	0,9166	0,7838 a 0,9819
1451	18	2	0,8186	0,6563 a 0,9286
1470	16	1	0,7696	0,5989 a 0,8959
1501	15	1	0,7205	0,5444 a 0,8604
1550	14	1	0,6715	0,4921 a 0,8226
1591	13	2	0,5735	0,3935 a 0,7413
1706	11	1	0,5245	0,3469 a 0,6980
1750	10	3	0,3774	0,2170 a 0,5580
1773	7	1	0,3284	0,1773 a 0,5078
1797	6	2	0,2303	0,1040 a 0,4010
1888	4	2	0,1323	0,0412 a 0,2826
1980	2	2	0,0343	0,0025 a 0,1391

Fonte: Adaptado de [9].

As tabelas de resultados de todos os estimadores fornecem as mesmas análises. Na coluna referente ao tempo de falha é encontrado o sinal de soma (+) em alguns períodos, este é o indicador de que houve pelo menos uma censura naquele tempo. Na coluna de “Nº Risco” é apresentado o quantitativo de elementos vivos no início daquele intervalo. As ocorrências são os eventos de interesse, ou seja, as falhas. A taxa de risco indica as chances daqueles que estão vivos de falharem antes do final do período. O intervalo de confiança (IC) para estes dados possui 95% de confiança.

IV.1. CENSURA TIPO 1

As censuras deste tipo estão sempre situadas nas últimas observações. Os dados mostram que o percentual de sobrevivência é decrescente ao longo do tempo, como era esperado. Verifica-se

que a probabilidade de sobrevivência é conservada quando todos os dados do próximo intervalo são censurados, além disso, nesta mesma situação, a taxa de risco é nula.

IV.1.1. ANÁLISE COM 5% DE TEMPO CENSURADO

A Tabela 2 está relacionada à inserção de 5% de censura do tipo I, o que equivale a quatro elementos do banco de dados. Os resultados dos estimadores Kaplan-Meier e Tabela de vida expressam valores idênticos quanto à sobrevivência, porém os intervalos de confiança são um pouco divergentes. Já o estimador Nelson-Aalen apresenta valores similares, referente à sobrevivência, mesmo que um pouco maiores, cerca de 0,2% no início e 2% nas últimas observações.

Tabela 2: Análise de sobrevida por meio dos três estimadores não paramétricos com 5% do tempo com censura do tipo I.

Tempo falha	Nº Risco	Ocorrências	Kaplan Meier		Nelson Aalen		Tabela de vida	
			S(t)	IC - 95%	S(t)	IC - 95%	S(t)	IC - 95%
1394	20	2	0,9	0,7777 a 1	0,902	0,7828 a 1	0,9	0,7685 a 1
1451	18	2	0,8	0,6426 a 0,996	0,805	0,6505 a 0,996	0,8	0,6548 a 0,9452
1470	16	1	0,75	0,5823 a 0,966	0,756	0,5914 a 0,967	0,75	0,6314 a 0,8686
1501	15	1	0,7	0,5254 a 0,933	0,707	0,5355 a 0,934	0,7	0,5738 a 0,8262
1550	14	1	0,65	0,4712 a 0,897	0,659	0,4823 a 0,899	0,65	0,5151 a 0,7849
1591	13	2	0,55	0,37 a 0,818	0,561	0,3827 a 0,823	0,55	0,3539 a 0,7461
1706	11	1	0,5	0,3226 a 0,775	0,512	0,3359 a 0,781	0,5	0,3301 a 0,6699
1750	10	3	0,35	0,1926 a 0,636	0,366	0,2072 a 0,647	0,35	0,066 a 0,634
1773	7	1	0,3	0,1536 a 0,586	0,317	0,1683 a 0,599	0,3	0,0408 a 0,5592
1797	6	2	0,2	0,0832 a 0,481	0,22	0,0974 a 0,496	0,2	0 a 0,5772
1888+	4	0	0,2	0,0832 a 0,482	0,22	0,0974 a 0,497	0,2	0,2 a 0,2
1980+	2	0	0,2	0,0832 a 0,483	0,22	0,0974 a 0,498	0,2	0,2 a 0,2

Fonte: Autores, (2016).

Considerando as estimativas de sobrevivência com dados não censurados fornecidos na Tabela 1 e as comparando com os resultados obtidos pelos três estimadores não paramétricos após a inserção de 5% de censura na Tabela 2, observa-se que as estimativas de sobrevivência dos três estimadores demonstraram desempenho semelhante nesta situação. Porém, nos tempos falha

1888 e 1980, nos quais as censuras são inseridas, as estimativas se conservam e a efetividade da análise é afetada. Para o estimador Kaplan-Meier e Tabela de Vida, as diferenças entre os resultados destas duas tabelas são de 6,77% e 16,57%, para os tempos 1888 e 1980 respectivamente, e 8,77% e 18,57% para o estimador Nelson-Aalen.

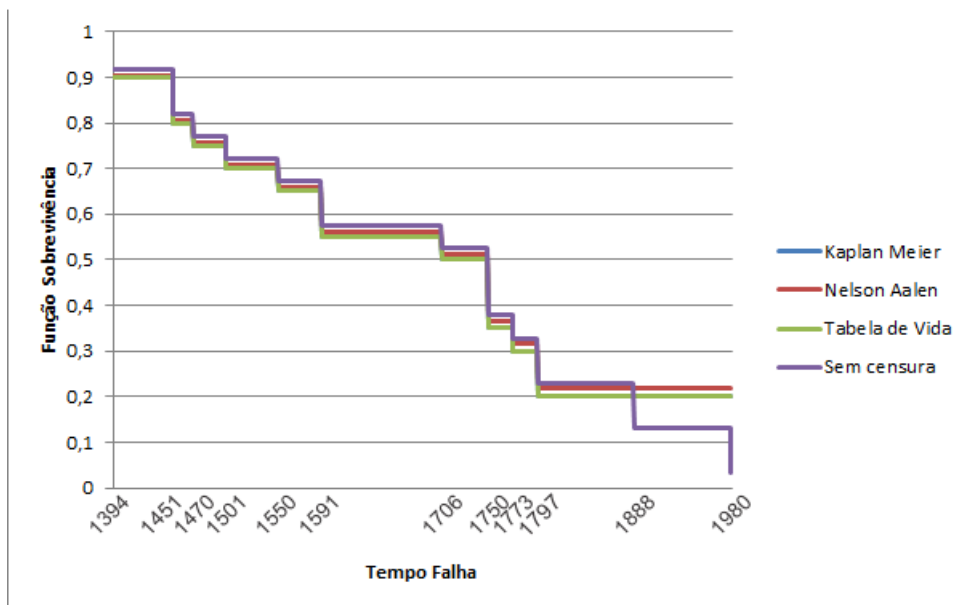


Figura 2: Funções de sobrevivência com 5% de censura do tipo I.
Fonte: Autores, (2016).

IV.1.2. ANÁLISE COM 10% DE TEMPO CENSURADO

A Tabela 3 se refere às análises com os dados submetidos a 10% do seu tempo censurado. Este percentual equivale a seis elementos censurados. É perceptível que apesar de dobrada a porcentagem de censuras inseridas, os valores iniciais das análises

se mantém os mesmos do cenário anterior. Isto se deve a característica da censura do tipo 1 de limitar o tempo da análise, afetando assim as últimas observações. É observado também que os intervalos de confiança se alteram de forma sutil nas primeiras observações que não são afetadas pela censura e de modo mais intenso naquelas afetadas.

Tabela 3: Análise de sobrevida por meio dos três estimadores não paramétricos com 10% do tempo com censura do tipo I.

Tempo falha	Nº Risco	Ocorrências	Kaplan Meier		Nelson Aalen		Tabela de Vida	
			S(t)	IC - 95%	S(t)	IC - 95%	S(t)	IC - 95%
1394	20	2	0,9	0,778 a 1	0,902	0,783 a 1	0,9	0,7685 a 1
1451	18	2	0,8	0,643 a 0,996	0,805	0,65 a 0,996	0,8	0,6548 a 0,9452
1470	16	1	0,75	0,582 a 0,966	0,756	0,591 a 0,967	0,75	0,6314 a 0,8686
1501	15	1	0,7	0,525 a 0,933	0,707	0,536 a 0,934	0,7	0,5738 a 0,8262
1550	14	1	0,65	0,471 a 0,897	0,659	0,482 a 0,899	0,65	0,5151 a 0,7849
1591	13	2	0,55	0,37 a 0,818	0,561	0,383 a 0,823	0,55	0,3539 a 0,7461
1706	11	1	0,5	0,323 a 0,775	0,512	0,336 a 0,781	0,5	0,3301 a 0,6699
1750	10	3	0,35	0,193 a 0,636	0,366	0,207 a 0,647	0,35	0,0606 a 0,634
1773	7	1	0,3	0,154 a 0,586	0,317	0,168 a 0,599	0,3	0,0408 a 0,5592
1797+	6	0	0,3	0,154 a 0,586	0,317	0,168 a 0,599	0,3	0,3 a 0,3
1888+	4	0	0,3	0,154 a 0,586	0,317	0,168 a 0,599	0,3	0,3 a 0,3
1980+	2	0	0,3	0,154 a 0,586	0,317	0,168 a 0,599	0,3	0,3 a 0,3

Fonte: Autores, (2016).

As divergências entre os resultados dos dados censurados e os que não são foram intensificadas devido ao fato de que os 10% de censura alcançaram um novo tempo falha, conservando assim, a sobrevida obtida no tempo anterior a este. Com isso, as diferenças entre os resultados de Kaplan-Meier, Tabela de vida e os originais

sem censura passaram a ser 6,97%; 16,77%; 26,57% para os respectivos tempos falha 1797, 1888, 1980. Já referente ao Nelson-Aalen, para os mesmos tempos, a diferença é de 8,67%; 18,47%; 28,27%.

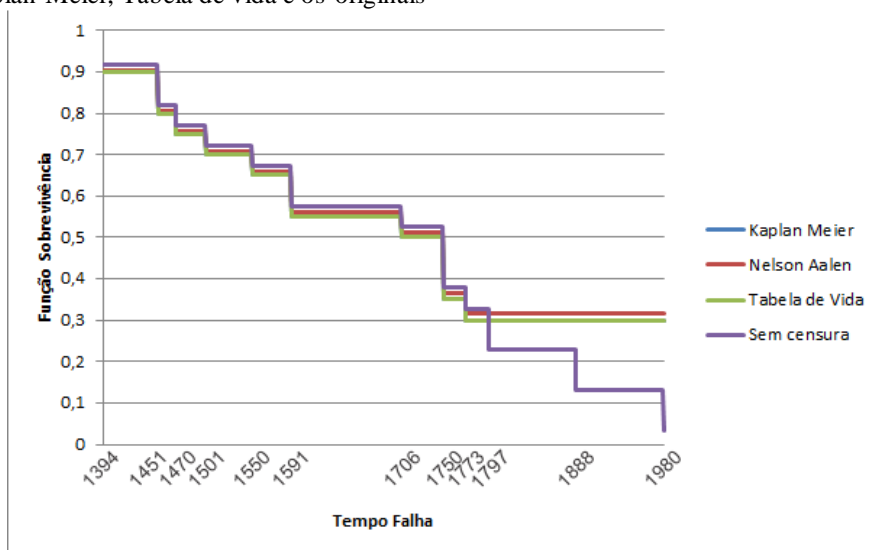


Figura 3 - Funções de sobrevivência com 10% de censura do tipo I
Fonte: Autores, (2016).

IV.1.3. ANÁLISE COM 20% DE TEMPO CENSURADO

Redobrando a porcentagem, o tempo censurado chega a 20%, o equivalente ao alcance de 13 elementos. Essa porcentagem de censura afeta 58,33% dos tempos falha e 65% dos elementos analisados. Estes valores indicam que os dados em risco nos tempos afetados terão suas sobrevidas superestimadas, pois suas estimativas serão baseadas na sobrevida do tempo falha 1550. As discrepâncias das estimativas se iniciam no tempo falha 1591 com uma diferença de 7,65% comparando o estimador Kaplan-Meier e

Tabela de Vida com os dados sem censura, e 8,55% para o estimador Nelson-Aalen, até o tempo 1980 com uma diferença de 61,57% para Kaplan-Meier e Tabela de Vida e 62,47% para Nelson-Aalen.

Todas essas informações podem ser conferidas na Tabela 6. A diferença média entre os dados originais e os resultados obtidos nessa etapa foi: 18,77% para os estimadores Kaplan-Meier e Tabela de vida, 19,53% para Nelson-Aalen.

Tabela 4: Análise de sobrevida por meio dos três estimadores não paramétricos com 20% do tempo com censura do tipo I.

Tempo falha	Nº Risco	Ocorrências	Kaplan Meier		Nelson Aalen		Tabela de Vida	
			S(t)	IC - 95%	S(t)	IC - 95%	S(t)	IC - 95%
1394	20	2	0,9	0,778 a 1	0,902	0,783 a 1	0,9	0,7685 a 1
1451	18	2	0,8	0,643 a 0,996	0,805	0,65 a 0,996	0,8	0,6548 a 0,9452
1470	16	1	0,75	0,582 a 0,966	0,756	0,591 a 0,967	0,75	0,6314 a 0,8686
1501	15	1	0,7	0,525 a 0,933	0,707	0,536 a 0,934	0,7	0,5738 a 0,8262
1550	14	1	0,65	0,471 a 0,897	0,659	0,482 a 0,899	0,65	0,5151 a 0,7849
1591+	13	0	0,65	0,471 a 0,897	0,659	0,482 a 0,899	0,65	0,65 a 0,65
1706+	11	0	0,65	0,471 a 0,897	0,659	0,482 a 0,899	0,65	0,65 a 0,65
1750+	10	0	0,65	0,471 a 0,897	0,659	0,482 a 0,899	0,65	0,65 a 0,65
1773+	7	0	0,65	0,471 a 0,897	0,659	0,482 a 0,899	0,65	0,65 a 0,65
1797+	6	0	0,65	0,471 a 0,897	0,659	0,482 a 0,899	0,65	0,65 a 0,65
1888+	4	0	0,65	0,471 a 0,897	0,659	0,482 a 0,899	0,65	0,65 a 0,65
1980+	2	0	0,65	0,471 a 0,897	0,659	0,482 a 0,899	0,65	0,65 a 0,65

Fonte: Autores, (2016).

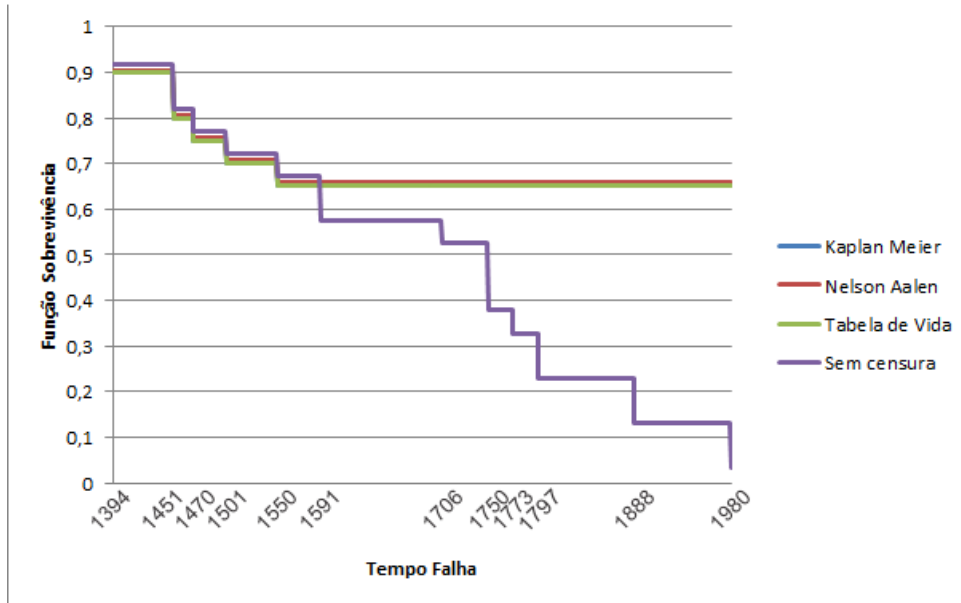


Figura 4 - Funções de sobrevivência com 20% de censura do tipo I
Fonte: Autores, (2016).

IV.2. CENSURA ALEATÓRIA

IV.2.1. ANÁLISE COM 5% DE TEMPO CENSURADO

A Tabela 9 apresenta as análises de sobrevivência com 5% do tempo censurado de modo aleatório. Os elementos sorteados e censurados foram: 5, 7, 10 e 20; nos tempos de falha 1470, 1550 e 1706, respectivamente. Coincidentemente, os elementos censurados eram as únicas ocorrências de seus respectivos tempos falha, assim, as sobrevidas desses tempos se tornaram iguais às

sobrevidas dos tempos que os antecediam. O estimador Tabela de Vida apresenta a sobrevida dos dados que receberam censura com 100% de certeza, pois a amplitude do intervalo de confiança é nula nesses tempos.

As sobrevidas dos estimadores não paramétricos são mais otimistas do que as originais. Essa superestimação dos elementos é mais intensa no tempo 1706 por alcançar 10,73% de discrepância, para o estimador Kaplan-Meier e Tabela de Vida; e 11,7% para o estimador Nelson-Aalen.

Tabela 5: Análise de sobrevida por meio dos estimadores não paramétricos com 5% do tempo censurado de modo aleatório.

Tempo falha	Nº Risco	Ocorrências	Kaplan Meier		Nelson Aalen		Tabela de Vida	
			S(t)	IC - 95%	S(t)	IC - 95%	S(t)	IC - 95%
1394	20	2	0,9	0,77767 a 1	0,9025	0,7828 a 1	0,9	0,7685 a 1
1451	18	2	0,8	0,64257 a 0,996	0,8049	0,6505 a 0,996	0,8	0,6548 a 0,9452
1470+	16	0	0,8	0,64257 a 0,996	0,8049	0,6505 a 0,996	0,8	0,8 a 0,8
1501	15	1	0,7467	0,57715 a 0,966	0,753	0,5865 a 0,967	0,7467	0,6204 a 0,8729
1550+	14	0	0,7467	0,57715 a 0,966	0,753	0,5865 a 0,967	0,7467	0,7467 a 0,7467
1591	13	2	0,6318	0,4468 a 0,893	0,6415	0,4591 a 0,896	0,6318	0,4357 a 0,8279
1706+	11	0	0,6318	0,4468 a 0,893	0,6415	0,4591 a 0,896	0,6318	0,6318 a 0,6318
1750	10	3	0,4423	0,25939 a 0,754	0,4584	0,2759 a 0,762	0,4423	0,1582 a 0,7263
1773	7	1	0,3791	0,20529 a 0,7	0,3974	0,2225 a 0,71	0,3791	0,1198 a 0,6383
1797	6	2	0,2527	0,10971 a 0,582	0,2754	0,1272 a 0,596	0,2527	0 a 0,6164
1888	4	2	0,1269	0,03488 a 0,458	0,1537	0,0499 a 0,473	0,1264	0 a 0,6299
1980+	2	1	0,0632	0,00953 a 0,419	0,0932	0,021 a 0,414	0,0421	0 a 0,7965

Fonte: Autores, (2016).

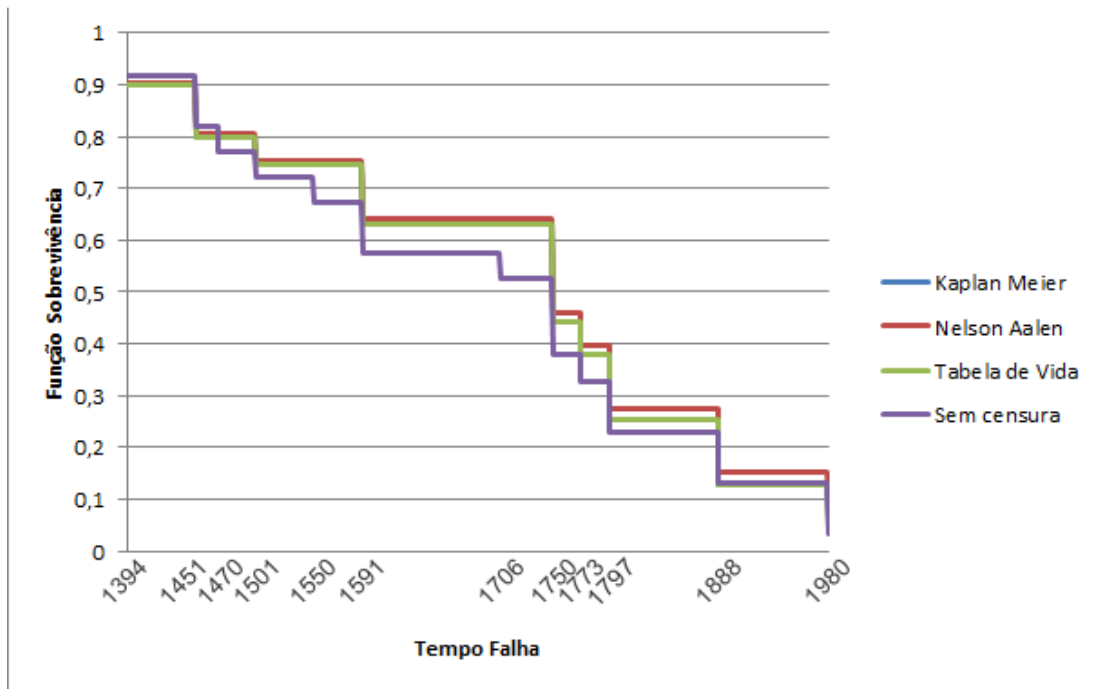


Figura 5: Funções de sobrevivência com 5% de censura aleatória.
 Fonte: Autores, (2016).

IV.2.2. ANÁLISE COM 10% DE TEMPO CENSURADO

Os resultados das análises de sobrevivência referentes aos 10% de censura do tipo aleatório estão expressos na Tabela 12. A partir do tempo de falha 1750 as estimativas de Kaplan-Meier e

Tabela de Vida passam a ser distintas, e a divergência entre as análises com e sem censura se intensificam. As diferenças das estimativas no tempo 1706 se mantêm, porém a diferença no tempo 1750 chega a 12,8% no estimador Kaplan-Meier, 14,16% para o Nelson-Aalen e 12,16% para a Tabela de Vida.

Tabela 4: Análise de sobrevida por meio dos estimadores não paramétricos com 10% do tempo censurado de modo aleatório.

Tempo falha	Nº Risco	Ocorrências	Kaplan Meier		Nelson Aalen		Tabela de vida	
			S(t)	IC - 95%	S(t)	IC - 95%	S(t)	IC - 95%
1394	20	2	0,9	0,7777 a 1	0,902	0,7828 a 1	0,9	0,7685 a 1
1451	18	2	0,8	0,64257 a 0,996	0,805	0,6505 a 0,996	0,8	0,6548 a 0,9452
1470+	16	0	0,8	0,64257 a 0,996	0,805	0,6505 a 0,996	0,8	0,8 a 0,8
1501	15	1	0,7467	0,57715 a 0,966	0,753	0,5865 a 0,967	0,7467	0,6204 a 0,8729
1550+	14	0	0,7467	0,57715 a 0,966	0,753	0,5865 a 0,967	0,7467	0,7467 a 0,7467
1591	13	2	0,6318	0,4468 a 0,893	0,642	0,4591 a 0,896	0,6318	0,4357 a 0,8279
1706+	11	0	0,6318	0,4468 a 0,893	0,642	0,4591 a 0,896	0,6318	0,6318 a 0,6318
1750+	10	2	0,5054	0,3175 a 0,805	0,519	0,333 a 0,81	0,4988	0,2396 a 0,758
1773	7	1	0,4332	0,2488 a 0,754	0,45	0,2662 a 0,762	0,4275	0,1683 a 0,6868
1797	6	2	0,2888	0,1308 a 0,638	0,312	0,15 a 0,649	0,285	0 a 0,6622
1888+	4	1	0,2166	0,0818 a 0,573	0,243	0,1007 a 0,587	0,2036	0 a 0,6769
1980+	2	1	0,1083	0,0199 a 0,589	0,147	0,0395 a 0,551	0,0679	0 a 0,8223

Fonte: Autores, (2016).

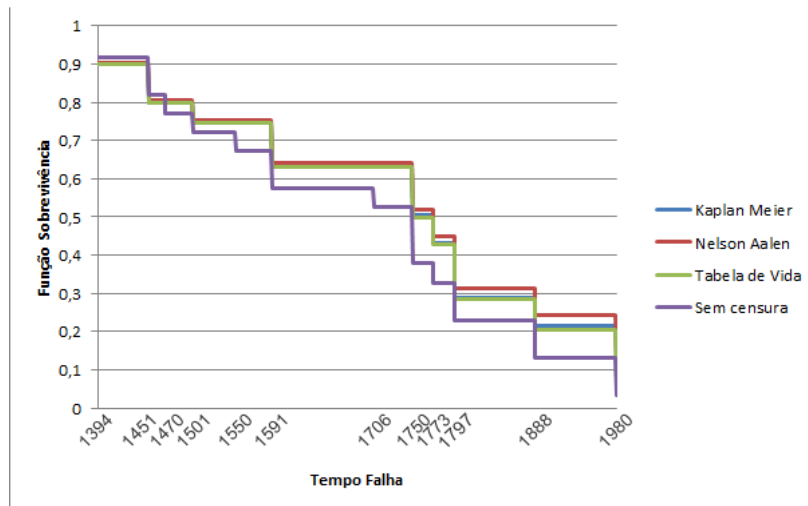


Figura 6: Funções de sobrevivência com 10% de censura aleatória.
Fonte: Autores, (2016).

IV.2.3. ANÁLISE COM 20% DE TEMPO CENSURADO

A análise que representa 20% dos elementos com mecanismo de censura aleatório é a última situação a ser analisada, os resultados desta se encontram na Tabela 15. Neste caso os efeitos são de alta proporção o que provoca uma superestimação da confiabilidade desse produto. Todas as estimativas são

prejudicadas. As médias de erro são: 24,13% para Kaplan-Meier, 25,19% para Nelson-Aalen e 23,27% para a Tabela de Vida. As estimativas mais errôneas se encontram no tempo falha 1980 com as diferenças de 35,32%, 38,47% e 32,31%, seguindo a mesma ordem.

Tabela 7: Análise de sobrevida por meio dos três estimadores não paramétricos com 20% do tempo censurado de modo aleatório.

Tempo falha	Nº Risco	Ocorrências	Kaplan Meier		Nelson Aalen		Tabela de vida	
			S(t)	IC - 95%	S(t)	IC - 95%	S(t)	IC - 95%
1394+	20	1	0,95	0.859 a 1	0,951	0.862 a 1	0,9487	0.8508 a 1
1451+	18	0	0,95	0.859 a 1	0,951	0.862 a 1	0,9487	0.9487 a 0.9487
1470+	16	0	0,95	0.859 a 1	0,951	0.862 a 1	0,9487	0.9487 a 0.9487
1501+	15	0	0,95	0.859 a 1	0,951	0.862 a 1	0,9487	0.9487 a 0.9487
1550+	14	0	0,95	0.859 a 1	0,951	0.862 a 1	0,9487	0.9487 a 0.9487
1591	13	2	0,8038	0.624 a 1	0,810	0.636 a 1	0,8028	0.6066 a 0.9989
1706+	11	0	0,8038	0.624 a 1	0,810	0.636 a 1	0,8028	0.8028 a 0.8028
1750+	10	1	0,7234	0.522 a 1	0,733	0.537 a 1	0,7136	0.5082 a 0.9189
1773	7	1	0,6201	0.397 a 0.968	0,636	0.418 a 0.967	0,6116	0.3524 a 0.8709
1797	6	1	0,5167	0.292 a 0.915	0,538	0.316 a 0.916	0,5004	0.1781 a 0.8228
1888+	4	1	0,3876	0.173 a 0.866	0,419	0.203 a 0.863	0,3574	0 a 0.8307
1980+	2	0	0,3875	0.173 a 0.866	0,419	0.203 a 0.863	0,3574	0.3574 a 0.3574

Fonte: Autores, (2016).

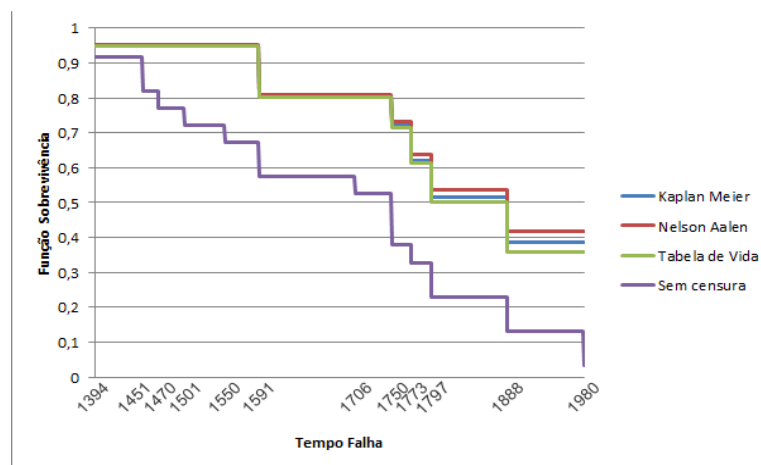


Figura 7: Funções de sobrevivência com 20% de censura aleatória.
Fonte: Autores, (2016).

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estimadores não paramétricos possuem comportamentos semelhantes quando submetidos à censura, demonstrando sobrevidas decrescentes ao longo do tempo e os dados censurados estimam sobrevidas mais elevadas que as originais. A superestimação ocorre nos dois tipos de censura, porém ela ocorre de modo mais intenso na censura do tipo I, mesmo que seja mais facilmente percebida nos casos de censura do tipo aleatória. Dos três estimadores, Nelson-Aalen foi o que relatou as maiores estimativas em todas as situações dos dois tipos de censura trabalhados. Os resultados mais divergentes entre Nelson-Aalen e os outros estimadores se encontram no momento em que são inseridos 10% de censura do tipo aleatório, sendo 3,87% em relação ao Kaplan-Meier e 7,91% com a Tabela de Vida.

A presença de censura do tipo I afeta apenas as sobrevidas dos dados que receberam a censura, ou seja, as últimas estimativas. Observando o último tempo falha, 1980, censurado nos três casos apresentados de censura de tipo I, é visto o modo como a censura influencia a estimativa. Com base no estudo original, na ausência de censuras a sobrevida neste tempo foi de 3,43%. Para Kaplan-Meier e Tabela de vida, as estimativas obtidas foram 2%, 3% e 65%, para os respectivos casos com 5%, 10% e 20% de censura. Para Nelson-Aalen as sobrevidas foram: 2,2%, 3,17% e 65,9%, respeitando a mesma ordem. A partir de um simples comparativo é perceptível que a reação das estimativas não respeita a proporção com que as censuras são inseridas, ou seja, duplicando-se.

Já as censuras aleatórias influenciam até mesmo os dados que não foram censurados, por se encontrarem em um tempo de falha maior que o do elemento censurado. Um exemplo desta situação é o tempo falha 1797, que mesmo não obtendo nenhuma censura, sua sobrevida cresce 3,61% do primeiro caso para o segundo e 22,79% do segundo para o terceiro, considerando as estimativas de Kaplan-Meier; 3,66% e 22,6% segundo Nelson-Aalen e de acordo com a Tabela de Vida estes aumentos foram de 3,23% e 21,54%.

Por outro lado, os tempos falha censurados desde a inserção de 5% de informações incompletas, como o tempo 1470, não sofreram alterações em sua sobrevida do primeiro para o segundo caso, somente do segundo para o terceiro. Com o olhar voltado para outro tempo falha que também recebeu censura aleatória desde o início, como o 1550, a alteração sofrida no segundo momento tem maior proporção do que aquela sofrida pelo tempo 1470. Com isso, pode-se afirmar que, se tratando deste tipo de censura, não é apenas a quantidade de dados censurados que afetam a confiabilidade da análise, mas também a posição destes na linha do tempo do teste.

VI. REFERÊNCIAS

- [1] Freitas, Marta Afonso; Colosimo, Enrico Antônio. **Confiabilidade: análise de tempo de falha e testes de vida acelerados**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de engenharia da UFMG, 1997.
- [2] Pereira, Paulo José. **Estudo da viabilidade da aplicação da análise de sobrevivência em dados entomológicos**. Tese (Mestrado Agronomia – Estatística e Experimentação Agropecuária). Lavras: UFLA, 2002.
- [3] Brito, Claudia; Portela, Margareth; Vasconcelos, Maurício. **Sobrevida de mulheres tratadas por câncer de mama no estado do Rio de Janeiro**. Revista Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2009.
- [4] Migowski, Arn; Silva, Gulnar. **Sobrevida e fatores prognósticos de pacientes com câncer de próstata clinicamente localizado**. Revista Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2010.
- [5] Silva, Josiane. et al. **Estudo da confiabilidade de equipamento elétrico-eletrônico com tempo censurado**. Encontro Nacional de Engenharia Produção. Anais. Fortaleza, Ceará, 2015.
- [6] Matos, Carlos. **Modelagem não paramétrica de análise de sobrevivência aplicada aos testes de estaca usados na avaliação da eficiência de preservativos de madeira**. Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira. Anais. Curitiba, Paraná, 2016.
- [7] Simões, Eivaldo. **Análise de sobrevivência aplicada a casamentos**. Trabalho de Conclusão de Curso. Campina Grande: Universidade Estadual da Paraíba, 2014.
- [8] Colosimo, Enrico Antônio; Giolo, Suely Ruiz. **Análise de sobrevivência aplicada**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.
- [9] Dias, José & Leite, Maria. **Uma aplicação de confiabilidade na indústria de lâmpadas elétricas**. Encontro Nacional de Engenharia Produção. Anais. 1998.
- [10] Pereira, Paulo José. **Adoção realidades e desafios para um Brasil do século XXI**. Tese (Doutorado em Demografia). Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2012.



Water treatment with SODIS for riverine Communities

Nayandra Carvalho da Silva¹, Maria Cecilia Rosinski Lima Gomes²

^{1,2}Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSMA). Bolsista PIBIC do CNPq, Estrada do Bexiga, 3584. Tefé-AM.

Email: nayandracarvalho1@hotmail.com, cecilia@mamiraua.org.br

Received: March 13th, 2017

Accepted: May 14th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

SODIS (Solar Water Disinfection) is an alternative to traditional methods of water disinfection and consists of exposing under the sun containers filled with water to be disinfected. This research aims to check SODIS efficiency in the representative context of riverine communities which use rainwater for drinking. The analysis included turbidity, pH, temperature, *E. coli* and total coliforms (MPN/100ml). The samples were raw water at 0h; after 6 hours of sun exposure; and water 24 hours after the use of SODIS for identifying bacterial regrowth. We conducted an experiment on sunny and cloudy days, analyzing the base supporting the bottles and half-face painted bottles. We obtained the following results: a) the experiment conducted in sunny day decreased from 4 to 0NMP/100 ml coliform bacteria and *E. coli*, resulting in 100% inactivation, without regrowth after 24 hours; the temperature was 55 ° C on average and maximum of 57 ° C in bottles painted with half face black; b) on cloudy day SODIS decreased total coliforms and *E. coli* from 4 to 0NMP/100 mL after 6 hours of exposure; the temperature was 45°C and maximum 47°C in painted bottles. The results indicated that the metal surface had no positive influence on the water temperature; the pH remained on average 7.3; Turbidity was 2UNT. We concluded that the SODIS method is effective for the household treatment of rainwater.

Keywords: Rainwater, Amazonas, Tefé, SODIS, solar water disinfection

Tratamento de água da chuva com SODIS para comunidades ribeirinhas

RESUMO

SODIS (*Solar Water Disinfection*) é uma alternativa aos métodos tradicionais de desinfecção da água e consiste em expor ao sol recipientes preenchidos com água a ser desinfetada. A presente pesquisa verificou a eficiência da SODIS no contexto representativo das comunidades ribeirinhas, que utilizam água de chuva para consumo. Os experimentos foram realizados na sede do Instituto Mamirauá em Tefé-Amazonas. As análises incluíram turbidez, pH, temperatura, *E. coli* e coliformes totais (NMP/100 mL). As amostras coletadas foram: água bruta às 0h; após 6h de exposição ao sol; e água após 24h do uso da SODIS, para identificação de recrescimento bacteriano. Realizaram-se um experimento em dia de céu aberto e céu nublado, analisando-se a superfície de apoio das garrafas e a pintura de meia-face das garrafas de cor preta. Obteve-se como resultados: a) o experimento realizado em céu aberto apresentou redução de 4 para <0,3NMP/100 mL de coliformes e ausência de *E.coli* após 6 horas de exposição da água ao sol, resultando em 100% de inativação, não havendo recrescimento após 24h; a temperatura teve média 55°C e máxima de 57°C nas garrafas pintadas com meia face de preto; b) em dia de céu nublado houve redução de coliformes totais e *E. coli* de 4 para <0,3NMP/100 mL após 6h de exposição; a temperatura média foi 45°C e máximo de 47°C nas garrafas pintadas de preto. Os resultados indicaram que a superfície de metal não teve influência positiva na temperatura da água; o pH manteve-se em média 7,3; a turbidez perto de 2UNT. Conclui-se que o método SODIS é eficiente para o tratamento domiciliar da água da chuva.

Palavra-Chave: Águas pluviais, Ribeirinhas, Desinfecção Solar, SODIS.

I. INTRODUÇÃO

O uso da energia solar para tratamento de água vem sendo testado em diversas pesquisas ao passo que a sua utilização vem

acontecendo mais notadamente em países em desenvolvimento ou em áreas rurais e isoladas quando não existe nenhum tratamento de água para população dessas localidades.

Diante desse cenário, surgiram alternativas de tratamento de água partindo dos métodos convencionais, ao passo que os desinfetantes

químicos que tratam a água têm permitido melhora na qualidade de vida e diminuição da mortalidade infantil por doenças entéricas, com uma eficiência sem precedentes na história [1]. Porém, alguns desinfetantes podem gerar subprodutos prejudiciais à saúde e esta geração dependerá do controle da qualidade da água, do seguimento desinfecção e há rejeição ao consumo de água com cloro [2]. A [3] SODIS é um tratamento de água domiciliar que assim como a fervura busca a eliminação total de bactérias nocivas à saúde com um diferencial: a energia utilizada nesse método é natural da combinação de raios UV e temperatura provenientes da energia solar.

Nesse sentido, as comunidades ribeirinhas do médio Solimões onde estão localizadas as Reservas de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá e Amanã (RDSM e RDSA) vêm sendo acompanhadas pelo Instituto Mamirauá em oficinas sobre os tratamentos de água existentes, como cloração, fervura e ainda a tecnologia SODIS, (sendo o último um tratamento fácil de ser aplicado e que em comunidades como as das Reservas é viável já que existe a dificuldade de acesso à água com qualidade). Além disso, segundo o último Censo Demográfico realizado pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá nas Reservas as garrafas PET aparecem em segundo lugar como os recipientes mais usados pelas famílias para armazenar água para o consumo, demonstrando que existe grande potencial para o uso do SODIS [4]. Diante dos expostos acima, a presente pesquisa teve como objetivo estudar a eficiência da desinfecção solar no contexto representativo das comunidades ribeirinhas, onde foi possível verificar a eficiência do método para o tratamento da água de



Figura 1: Experimentos de desinfecção solar de água de chuva: superfície de metal na imagem da esquerda e superfície de madeira na imagem da direita.

Fonte: Autores, (2016).

Para ratificar a eficiência do método utilizamos uma garrafa controle (garrafa sem exposição ao sol) com a amostra no mesmo tempo de exposição das garrafas no sol (6 h), isso proporcionou a verificação da crescimento/decrescimento de bactérias na água sem o uso do método SODIS [5].

do tratamento, do tempo de contato, do pH, temperatura, etc.

Uma alternativa de desinfecção por agentes físicos é a utilização da energia solar. Reconhecida mundialmente por meio da tecnologia SODIS, testada em diversas pesquisas, é aplicável aos usuários individuais quando não existem sistemas públicos de

consumo, através de experimentos que levaram em consideração a qualidade da água disponível e o clima da região.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

A água da chuva foi coletada na sede do Instituto Mamirauá, a partir do telhado do estacionamento e armazenada em uma caixa d'água de 500 litros. Após a coleta de água ela ficava depositada nessa caixa e passava por um tempo de decantação antes de se utilizar nos experimentos. Para o transporte da água até o laboratório foram usados dois galões de água mineral de 20 litros, higienizados no laboratório.

As análises da qualidade da água incluíram turbidez, pH, temperatura, além de *Escherichia coli* e coliformes totais com a Técnica Miniaturizada para identificação do Número Mais Provável de micro-organismos por 100 mL (NMP/100 mL). As amostras coletadas foram: água bruta às 0h; após 6h de exposição ao sol; e água após 24h do uso da SODIS, para identificação de recrescimento bacteriano. Realizaram-se dois experimentos: um experimento em dia de céu aberto (Figura 1) e um em dia de céu nublado. Analisou-se ainda a superfície de apoio das garrafas e a pintura de meia-face das garrafas de cor preta (garrafas pintadas e garrafas não pintadas), teve-se um total de 12 garrafas e 1 controle (garrafa sem exposição ao sol).

Para verificar se houve diferença estatística significativa dos resultados de temperatura e concentração de coliformes totais durante os experimentos foram realizadas análises de variância não paramétrica de Kruskal-Wallis [6].

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresenta-se os resultados da variação de temperatura na Figura 2.

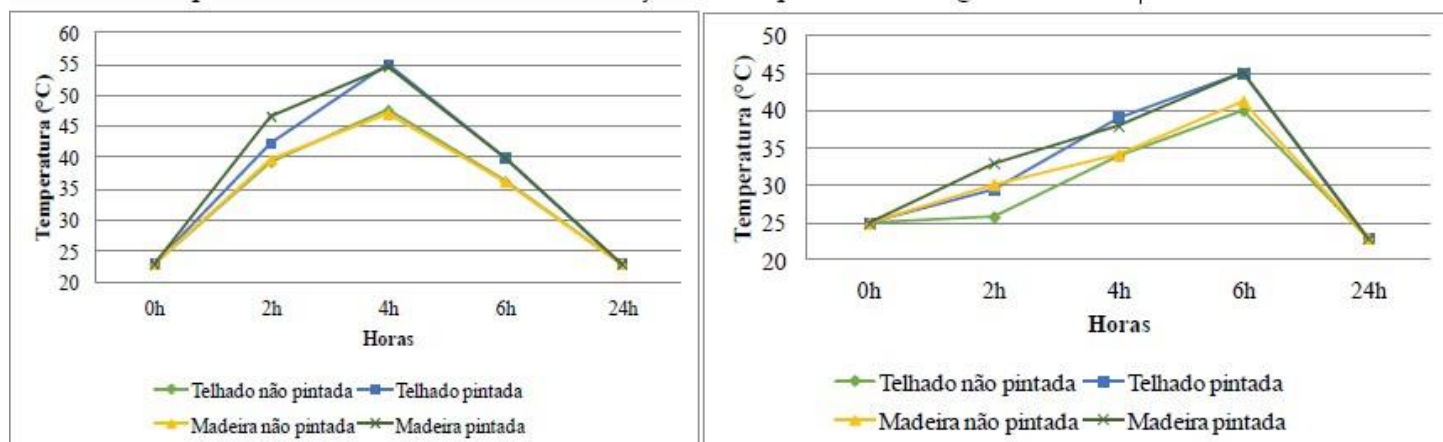


Figura 2: Temperatura média nos horários de exposição ao sol em dia ensolarado (esquerda) e nublado (direita).
Fonte: Autores, (2016).

No experimento realizado em condição ambiental de céu aberto apresentou redução de 4NMP/100 mL para <0,3NMP/100 mL de coliformes e ausência de *E. coli* após 6h de exposição ao sol, portanto resultando em 100% de inativação, não havendo recrescimento após 24h do uso do método. Os valores de temperatura chegaram em média a 55°C e tiveram máxima de 57°C nas garrafas pintadas com meia face de preto; foi verificada a presença de *E. coli* e coliformes apenas na garrafa que não foi exposta ao sol (garrafa controle) indo de 9NMP/100 mL no tempo de 6h para 23NMP/100 mL após 24h de armazenamento da água nessa garrafa.

No experimento realizado em dia de céu nublado houve inativação de coliformes totais e *E. coli* de 4NMP/100 mL na amostra bruta para <0,3NMP/100 mL após 6h de exposição; neste dia verificou-se a presença desses microrganismos apenas na garrafa controle, indo de 9NMP/100mL para 150 NMP/100MI após 24h do armazenamento da água nessa garrafa (que não foi exposta ao sol). Em dia nublado, registrou-se os valores de temperatura em média igual a 45°C e máximo de 47°C nas garrafas pintadas de preto.

Os resultados indicaram que a superfície de metal não teve influência positiva na temperatura da água, uma vez que a superfície de madeira aumentou a temperatura 5°C a mais que a superfície de metal, sendo, portanto, mais eficiente que a reflexiva. O pH manteve-se em média 7,3 não havendo variação durante o processo;

A turbidez da água de chuvã não influenciou no processo de desinfecção durante os ensaios e manteve-se por volta de 2UNT, ou seja, quanto às análises físico-química a água estava dentro do padrão (pH entre 6 e 9, turbidez até 5UNT) de potabilidade estabelecido pela Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde.

A análise de variância Kruskal-Wallis resultou em valor de $p < 0,05$, ou seja, houve diferença estatística significativa nas comparações dos resultados de temperatura e concentração de coliformes totais antes e depois da exposição ao sol, comprovando a eficácia da tecnologia.

IV. CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, chega-se às seguintes conclusões: as garrafas pintadas tiveram maiores valores de

temperatura em ambos os experimentos; houve inativação total de *E. coli* em todos os experimentos; a superfície de madeira foi mais eficiente para o aumento de temperatura da água nas garrafas, em oposição à superfície de metal; a turbidez encontrada na água da chuva foi baixa e por esse motivo não impediu a inativação de *E. coli* e coliformes totais, e ainda foi possível confirmar a eficiência da desinfecção da água com as análises de controle que apresentaram recrescimento bacteriano. Com isso verificou-se a eficiência do método para o tratamento da água da chuva para uso domiciliar.

V. REFERÊNCIAS

- [1] Daniel, L. A. (coordenador). **Processos de Desinfecção e Desinfetantes Alternativos na Produção de Água Potável**. PROSAB II tema I. Rima: São Carlos, 2001.
- [2] Martín-Domínguez, A.; Alarcón-Herrera, T.; Martín-Domínguez, I.; González-Herrera, A. **Efficiency in the disinfection of water for human consumption in rural communities using solar radiation**. *Solar Energy*, 2005.
- [3] SODIS: **MANUAL DE TREINAMENTO PARA DIVULGAÇÃO DO SODIS**. Dubendorf: EAWANG; SANDEC, (Report No.13/06), 35 p. 2006.
- [4] Gomes, M. C. R. L; Nascimento, A. C. S.; Corrêa, D. S. S.; Moura, E. A. F. **Condições De Uso Da Água Em Comunidades Das Reservas De Desenvolvimento Sustentável Mamirauá E Amanã Em 2010**. **Livro de Resumos do 10º Simpósio sobre Conservação e Manejo Participativo na Amazônia**. Tefé, 2013.
- [5] Paterniani, J. E. S. e Silva, M. J. M. **Desinfecção de efluentes com tratamento terciário utilizando energia solar (SODIS): avaliação do uso do dispositivo para concentração dos raios solares**. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, 2005.
- [6] Ayres, Manoel. **Elementos de Bioestatística: A seiva do açaizeiro**. Belém, 2010.



Feasibility Study of rainwater use in housing development

Joabe Mota Ramos², Silvio Roberto Magalhães Orrico², Eduardo Henrique Borges Cohim³, Luan Moreira Fernandes de Almeida⁴

^{1,2,3,4}Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Feira de Santana–BA.

Email: joabemota.jm@gmail.com, silvio.orrico@uefs.br, edcohim@gmail.com, fernandes.uefs@gmail.com

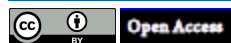
Received: February 11th, 2017

Accepted: May 24th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

The scarcity of water resources caused by poor distribution and demographic limitation of drinking water, make the reuse techniques, relevant measures to minimize the impacts caused by the lack of this feature in many locations. On this basis, this paper proposed the implantation of a system that is to capture rainwater through the roof in order to take advantage of it in toilets in a residential condominium. The technical-economic evaluation consisted on the relationship between the rainwater harvesting potential of the proposed system, demand supplied by him and the economy generated with its use as an alternative source of water supply. Rainfall data from the study area were collected from the database of the Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) in a monthly series between the years 2000 to 2014. The study presented condominium is technically feasible, since the volume that can be captured by it is able to meet the monthly demand stipulated. By surveying costs of investment and the economy with water supply costs, it was found that the time needed to recoup the initial investment for the rainwater utilization system is 7 years, noting its economic viability.

Keywords: Rain Water Reuse, Economic Viability, Water Resources.

Estudo da viabilidade do aproveitamento da água da chuva em empreendimento habitacional

RESUMO

A escassez dos recursos hídricos ocasionada pela má distribuição e a limitação demográfica da água potável, tornam as técnicas de reuso, medidas relevantes para a minimização dos impactos causados pela falta deste recurso em muitas localidades. Com base neste quadro, este trabalho propôs a implantação de um sistema que consiste em captar água da chuva por meio dos telhados afim de aproveitá-la em bacias sanitárias em um condomínio habitacional. A avaliação técnica-econômica consistiu-se na relação entre o potencial de captação de água pluvial do sistema proposto, demanda suprida por ele e a economia gerada com a sua utilização como fonte alternativa de abastecimento de água potável. Os dados pluviométricos da região estudada foram coletados a partir do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), em uma série mensal entre os anos de 2000 à 2014. O condomínio estudado apresentou-se viável tecnicamente, visto que o volume que pode ser captado por ele é capaz de atender a demanda mensal estipulada. Através do levantamento de custos de investimentos e a economia com custos de abastecimento de água, verificou-se que o tempo necessário para a amortização do investimento inicial para o sistema de aproveitamento de água da chuva é de 7 anos, constatando a sua viabilidade econômica.

Palavras Chaves: Aproveitamento de água de chuva, Viabilidade Econômica, Recursos Hídricos.

I. INTRODUÇÃO

A adoção de sistemas de abastecimento de água que visam à diminuição de consumo e a busca por fontes alternativas de água têm se tomando uma prática cada vez mais necessária sob o ponto

de vista da disponibilidade dos recursos hídricos e da sustentabilidade ambiental. Nesse contexto, o aproveitamento de águas pluviais se apresenta como uma alternativa socioambiental

responsável e possível economicamente, no sentido de suprir diversos tipos demandas, como abastecimento humano, irrigação de jardins e áreas verdes, lavagem de pisos, calçadas e fachadas, além de descargas em sanitários, desde que atendidos os adequados parâmetros de qualidade [1].

O aproveitamento da água de chuva apresenta a vantagem de minimizar o consumo de água do sistema público de abastecimento e o custo de fornecimento da mesma, além de diminuindo o volume de água e o pico de vazão no sistema de drenagem urbana, reduzindo erosões e inundações provocadas pelas

O Brasil registra um elevado desperdício de água tratada. Segundo dados da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) em 2013, cerca de 40% da água tratada para consumo se perde no caminho entre a captação de água e a distribuição predial, por conta das condições de implantação, operação e manutenção dos sistemas de abastecimento com um grande número de vazamentos em conexões e tubulações ao longo da rede.

Além destes, os desperdícios residenciais como o tempo necessário para se tomar um banho, mal uso de jatos d'água para limpeza de calçadas e na lavagem de carros, aumentam desnecessariamente a demanda de água dos mananciais.

O aproveitamento de água pluvial tem se mostrado importante para o abastecimento de águas em zonas rurais, em especial nas regiões semiáridas, onde as principais fontes disponíveis sofrem severas variações em decorrência da sazonalidade, no tempo e espaço [2]. Assim com o intuito de atenuar essa problemática, é comum encontrar cidades no semiárido nordestino a combinação de sistemas coletivos e sistemas individuais alternativos [3].

Como em Mairi, município localizado na região do semiárido baiano, onde muitas técnicas de manejo e aproveitamento da água da chuva tem sido adotadas pelos moradores, com a finalidade de contornar o péssimo serviço de abastecimento de água prestado pela concessionária local, [4] afirma que no município, as técnicas de armazenamento de água de chuva em reservatórios particulares são eficientes, visto que a cidade registrou em 2013, um dos mais baixos consumos per capita de água encanada do estado.

Além da região do semiárido baiano, em muitas outras regiões brasileiras tem-se adotado práticas de aproveitamento de água pluvial.

Em Vitória, ES, em um edifício residencial com uma população de 260 pessoas, foi projetado com um sistema de captação e tratamento de água de chuva e de águas cinzas (água provenientes da pia da cozinha) objetivando-se a reutilização destas águas para irrigação de jardins e alimentação dos terminais sanitários dos apartamentos do prédio. Este projeto rendeu à construtora, o selo de pioneirismo em aproveitamento de águas no estado do Espírito Santo [5].

Na cidade do Rio de Janeiro, o edifício da Universidade Petrobrás, com 52.500 m² de área construída, possui um sistema de aproveitamento de água da chuva com alto padrão de automação e atende as demandas de uso de vasos sanitários do prédio. Estima-se que atualmente a economia no consumo e no custo de água potável deste prédio alcance um percentual de 25% [5].

As vantagens financeiras e ambientais proporcionadas pelos diversos métodos de aproveitamento de água pluvial despertam o interesse das incorporadoras, tomando-os, em medidas relevantes na concepção de novos projetos, aumentando

ainda mais o número de edificações sustentáveis dotadas de sistemas de reutilização de água pelo território nacional.

A utilização de um Sistema de Aproveitamento da Água Pluvial (SAAP) pode promover a independência de um edifício em relação ao abastecimento de água pelo sistema público e contribui para a conservação da água e energia, além de reduzir erosões e enchentes ocasionadas pelas chuvas.

De acordo com [6] a implantação de SAAP em condomínios horizontais apresenta tempos de retorno aceitáveis, desde que se realize uma análise de Demanda do SAAP e Custos, visto que, na maioria das vezes, os custos com materiais, principalmente os reservatórios oneram o projeto de maneira significativa.

De maneira geral, nos vários tipos de edificação, um SAAP define-se em 6 etapas: Captação da água da chuva; Tratamento; Transporte da água; Armazenamento; Bombeamento (quando necessário) e a distribuição até o ponto de utilização da água aproveitada, sendo de crucial importância, a adoção de algumas recomendações, para a melhor eficiência do sistema.

O presente trabalho consiste na elaboração do projeto de um sistema de utilização da água da chuva para alimentação dos pontos de descargas sanitárias dos apartamentos do conjunto habitacional.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em um conjunto habitacional, localizado na cidade de Feira de Santana-BA, composto por 18 blocos de 4 pavimentos, totalizando 696 apartamentos compostos por sala, cozinha, 2 quartos e um banheiro social. As 18 torres são distintas em suas tipologias: 7 com 8 apartamentos por andar, 7 com 10 apartamentos por andar e 4 com 12 apartamentos por andar.

O suprimento de água é realizado pela concessionária de abastecimento de água local, não sendo previsto inicialmente nenhuma prática de aproveitamento de água da chuva para atender as demandas de consumo de água.

O projeto foi baseado nos requisitos estabelecidos pela [7], Água da Chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. O Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva para o condomínio estudado possui 6 etapas:

- ✓ Captação realizada pelas coberturas das 18 torres do condomínio;
- ✓ Transporte da água da chuva pelas calhas e tubulações;
- ✓ Tratamento por dispositivos de limpeza como filtros, ralos e grelhas;
- ✓ Armazenamento em reservatórios inferiores;
- ✓ Bombeamento da água dos reservatórios inferiores para os reservatórios superiores;
- ✓ Distribuição da água por meio de tubulações, saindo dos reservatórios superiores até os pontos de utilização em vasos sanitários.

A estimativa de consumo da água em descargas sanitárias foi feita adotando-se coeficientes de consumo residenciais sugeridos na literatura, adaptando-os à finalidade do SAAP proposto por este trabalho. A tabela 1 a seguir, apresenta as estimativas de consumo de água para os diversos pontos de consumo nas instalações prediais.

Tabela 1: Estimativas de consumo diário de água em residências.

EQUIPAMENTO	CONSUMO DIÁRIO	
	(L/habitação.dia)	(%)
Bacia sanitária com caixa acoplada (6 L de descarga Ipd)	24	5
Chuveiro	238	55
Lavadora de roupa	48	11
Lavatório	36	8
Pia	80	18
Tanque	11	3
TOTAL	437	100

Fonte: Autores, (2016).

Baseado nas recomendações da [8], utilizou-se a equação $I = \frac{716 * T_R^{0,241}}{(t+11)^{0,761}}$ para a determinação da intensidade pluviométrica de Feira de Santana.

Para o cálculo da demanda para alimentação de vasos sanitários do empreendimento estudado, considerou-se uma ocupação média de 3 habitantes/apto (baseado na atual ocupação do condomínio).

Estimou-se que o SAAP deveria atender a 25% da demanda necessária para alimentação de vasos sanitários de todos os apartamentos. Sendo assim, adotou-se que diariamente cada morador utilizará em média uma descarga com água coletado pelo sistema. Além disso, atribuiu-se o valor mínimo de 6,0 litros/descarga e um percentual de perda de 20% de água em cada descarga realizada, valores sugeridos por [9].

Baseado nas recomendações da [8], para a determinação da intensidade pluviométrica de Feira de Santana, utilizou-se a equação $I = \frac{716 * T_R^{0,241}}{(t+11)^{0,761}}$

Com base nas diretrizes citadas em norma, dimensionaram-se os tubos de queda para o SAAP. Para as descidas horizontais; adotou-se tubos de PVC DN 100mm com inclinação mínima de 0,5%, as tubulações PVC (coeficiente de rugosidade = 0,011) dispostos em tal inclinação possuem capacidade de vazão de 204 l/min.

Para o dimensionamento do volume de armazenamento deste projeto, foram utilizados os dados de precipitações mensais entre os anos de 2000 e 2014, disponíveis no banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) Provenientes da Estação Climatológica 83.221, localizada na Universidade Estadual de Feira de Santana.

Para o estudo de viabilidade econômica, foram utilizados os valores das tarifas de fornecimento de água tratada e serviço de esgoto sanitário cobradas pela EMBASA e o da tarifa de energia elétrica cobrada pela Companhia de Energia Elétrica da Bahia (COELBA) em 2015 (R\$0,54/KWh). A taxa de juros adotada foi de 1% ao mês [10].

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base no projeto arquitetônico do condomínio estudado, foram definidas as áreas de contribuição do telhado (ATC) área de contribuição horizontal (ACH) e a área de contribuições verticais (ACV). Destinadas ao aproveitamento de água da chuva, conforme apresentado na Tabela 2 a seguir:

Tabela 2: Áreas de contribuição do telhados para captação de água de chuva.

TIPOLOGIA	ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO DO TELHADO (m²)			
	ACT	ACH	ACB	TOTAL
Blocos com 8 apt. por andar	373,50	12,5	104,00	490,00
Blocos com 10 apt. por andar	484,00	20,00	112,00	616,00
Blocos com 12 apt. por andar	576,00	27,00	126,00	730,00
TOTAL	437	100		10.662,00

Fonte: Autores, (2016).

Com base no projeto arquitetônico do condomínio estudado, as calhas possuem seção transversal de 0,20 x 0,70 m, confeccionadas por alvenaria convencional (coeficiente de rugosidade = 0,01) com declividade de 1%. Com base nas diretrizes da norma, os tubos de queda para o SAAP foram dimensionados, tendo o comprimento total de cada um destes de 12,30 metros. Para as descidas verticais, foram adotadas tubulações de PVC DN 100 mm, visando a simplificação do projeto ao se padronizar o diâmetro dos condutores para todas as 3 tipologias de blocos. As tubulações de PVC (com coeficiente de rugosidade de 0,011) dispostos nesta inclinação, possuem capacidade de vazão de 204 l/min. O valor de intensidade de chuva encontrado foi de 178 mm/h. Os valores de precipitação são apresentados na Tabela 3 a seguir:

Tabela 3: Simulação do volume dos reservatórios de captação.

MÊS	Volume de Chuva Mensal (m³)	Demanda de Chuva (m³)	Diferença Acumulada (m³)	Nível do Reservatório
Janeiro	583,42	-126,42	0,00	E
Fevereiro	530,80	-73,80	0,00	E
Março	382,55	74,45	74,45	D
Abril	528,52	-71,58	2,87	S
Mai	710,26	-253,26	0,00	E
Junho	793,68	-336,38	0,00	E
Julho	604,41	-147,41	0,00	E
Agosto	419,14	37,86	37,86	D
Setembro	315,85	141,15	179,00	D
Outubro	312,95	144,05	323,05	D
Novembro	514,85	=57,85	265,21	S
Dezembro	382,38	74,62	339,82	D

Fonte: Autores, (2016).

No que se refere às diferenças acumuladas, admitiu-se a hipótese inicial do reservatório estar cheio. Os valores negativos não foram computados, pois, correspondem a meses em que há excesso de água (volume disponível superando a demanda). Os valores positivos foram somados, prosseguindo-se até a diferença se anule, desprezando-se todos os valores negativos seguintes, recomeçando-se a soma quando aparecer o primeiro valor positivo. A maior diferença acumulada encontrada corresponde ao volume de armazenamento necessário para a demanda para descargas sanitárias, que é de 339,80 m³.

Visando a padronização dos reservatórios e otimização na execução do sistema, adotou-se um conjunto de 18 reservatórios (cada torre possuirá 1 reservatório inferior) com capacidade para 20.000 litros (totalizando 360 mil litros) para o sistema que

atenderá as demandas internas. Além dos reservatórios inferiores, o SAAP conta com reservatórios superiores, cujo volume de armazenamento em cada bloco foi obtido através do produto entre o coeficiente de armazenamento e o consumo diário obtido através da demanda mensal. A tabela 4, a seguir, mostra o dimensionamento dos reservatórios para demanda em descargas sanitárias:

Tabela 4: Dimensionamento do reservatório superior de cada torre.

ITENS	VALORES
Demanda mensal (m ³)	25,64
Consumo diário (L)	854,53
Coeficiente de armazenamento inicial	1,80
Armazenamento necessário (L)	1.538,16
Armazenamento adotado (L)	2.000,00
Coeficiente de armazenamento final	2,34

Fonte: Autores, (2016).

Os custos de implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial são basicamente os custos com materiais e equipamentos e custos de serviços. E os materiais e equipamentos necessários ao sistema são os reservatórios de fibra de vidro, boias, filtros de limpeza, tubulações em PVC, conexões e registros, quadros elétricos e cabos elétricos. As tabelas 5 e 6 a seguir mostram os resumos dos custos com materiais, equipamentos e mão de obra para o sistema:

Tabela 5: Custo de materiais e equipamentos para instalação do sistema.

MATERIAIS EQUIPAMENTO	Und	Quant.	CUSTO (R\$)	
			Unitário	Total
Reservatório de 20.000 litros	Und	18	7.211,90	129.814,20
Reservatório de 1.000 litros	Und	36	455,78	16.444,08
Motor Bomba 0,5 CV	Und	36	428,95	15.442,20
Filtro de Areia	Und.	18	1.172,87	21.111,66
Filtro para descarte	Und	18	2.892,31	52.061,58
Tubos e Conexões – Água Fria	Conj.	18	3.756,29	67.613,22
Tubos e Conexões – Água Pluvial	Conj.	18	2.758,15	49.646,70
Adaptações e Reformas	Vb	1	27.500,00	27.500,00
TOTAL			379.663,64	

Fonte: Autores, (2016).

Tabela 6: Custo de Serviço do SAAP.

SERVIÇO	Und	Quant	CUSTO (R\$)	
			Unitário	Total
Retroescavadeira	Dia		1.055,00	4.220,00
Mini-Carregadeira	Dia		670,00	3.350,00
Caçamba	Dia		1.000,00	5.000,00
Pedreiro	Dia		84,20	10.946,00
Encanador	Dia		84,20	11.788,00
Eletricista	Dia		84,20	505,20
Serventes	Dia		61,30	21.078,20
TOTAL				

Fonte: Autores, (2016).

O custo total para implementação do SAAP é então de R\$436.530,04 reais. Considerando custo do empreendimento de R\$ 44.500.000,00 (informação da construtora responsável), o custo de implantação deste SAAP representa apenas 1% do orçamento da obra.

Estima-se que mensalmente, o conjunto de 18 bombas de 0,5CV consuma cerca de 325 KWh (18,05 KWh por cada bomba). Sendo assim, o custo com o funcionamento das bombas é de R\$ 175,35. Além deste custo, estimou-se que cerca de R\$ 500,00 devam ser gastos mensalmente com limpezas e manutenção de todo o sistema perfazendo um total de R\$ 675,35.

Com a utilização do sistema de aproveitamento de água pluvial haveria uma redução mensal de 457,00 m³ da água fornecida pela Embasa, uma economia mensal de cerca de R\$ 9.113,00. Este custo corresponde a cerca de R\$ 109.000,00 de economia anual com abastecimento de água para o condomínio.

Com o valor de Implantação do Sistema de R\$ 480.183,05 a economia mensal de R\$ 8.187,94 pela redução de custos de fornecimento de água e os custos operacionais mensais do SAAP, resultando em uma economia de. Obtendo, para o SAAP estudado, um tempo de retorno do investimento de 89 meses.

IV. CONCLUSÃO

A viabilidade de um sistema de aproveitamento de água pluvial depende basicamente dos fatores de precipitações regionais, superfícies de coleta da água da chuva como também a demanda de água a qual este projeto busque atender. O volume de água captada e aproveitada pelo sistema proposto neste trabalho foi considerado satisfatório, visto que, o sistema seja capaz de reaproveitar aproximadamente, 457 m³ de água de chuva, reduzindo consequentemente cerca de R\$ 9.000,00 mensais ao condomínio com abastecimento de água pela concessionária local. Pôde-se concluir, através da análise econômica, que o sistema de aproveitamento de água da chuva se caracteriza como sendo uma técnica viável para o suprimento das demandas de vasos sanitários em um condomínio habitacional de porte semelhante ao objeto de estudo deste trabalho, visto que, o tempo de retorno de investimentos em torno de 7 anos, mesmo com previsão de adaptações e reformas.

V. REFERÊNCIAS

- [1] REDE COOPERATIVA DE PESQUISAS (PROSAB). **Manual para estudo de cianobactérias planctônicas em mananciais de abastecimento público: caso da represa Lomba do Sabão e lago Guaíba**. Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 2009.
- [2] Silva, C. V., Heller, L., e Carneiro, M. **Cisternas para armazenamento de água de chuva e efeito na diarreia infantil: um estudo na área rural do semiárido de Minas Gerais**. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v.17 n.4, out/dez 2012, PÁG. 393-400.
- [3] Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília. DF. 2015.
- [4] Almeida, L. M. F. **Apresentação de uma experiência de captação de água da chuva em localidade urbana**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DA ÁGUA DA CHUVA. 9. 2014. Feira de Santana BA.

[5] Gonçalves, R. F. **Captação e Aproveitamento de Água da Chuva no Setor Urbano: Realidade e Perspectivas.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DA ÁGUA DA CHUVA. 8. 2012. Campina Grande-PB.

[6] Silva, A.C. **Avaliação econômica do aproveitamento de água da chuva em edificações para fins não potável: Estudo de caso de um mercado em Feira de Santana. Feira de Santana, 2010.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Estadual de Feira de Santana.

[7] ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.214 - **Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público.** Rio de Janeiro, 1992.

[8] ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.844 - **Instalações prediais de águas pluviais.** Rio de Janeiro, 1989.

[9] Barreto, D. **Perfil do consumo residencial e usos finais da água.** Programa de Mestrado em Habitação do Instituto de Pesquisas Tecnológicas. São Paulo. v. 8, n. 2, Junho, 2008.

[10] ABES - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Perdas Em Sistemas De Abastecimento De Água: Diagnóstico, Potencial De Ganhos Com Sua Redução E Propostas De Medidas Para O Efetivo Combate.** 2013. Disponível em: <<http://www.abesdn.org.br/pdf/EstudoGO/perdas.pdf>>. Acessado em 10 jul. 2014.



Departmentalization in the Federal Universities of the Northeast: Isomorphism or new settings?

Patrícia de Carvalho Marques¹, José Luiz de Moreira Carvalho²

^{1,2}Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).

Email: paty-cmarques94@live.com, jose.carvalho@univasf.edu.br

Received: March 17th, 2017

Accepted: April 28th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

The beginning of the XXI Century represented a period of expansion of the Brazilian Federal Universities, which also represented a period of creation of new universities. The creation of a new university represents an opportunity for innovation in its organization, but "isomorphic forces" can act to repeat preexisting models. Therefore, the objective of this article is to analyze how the federal universities of the Northeast region are structured, at their strategic level of decision (Pro-Reitorias) and to make a comparative study between the most traditional and the most recent universities. Through a descriptive and documental research, done in a multi-case study, it was sought to know better how they are departmentalized and how much this implied or not in innovations in this structure.

Keywords: Departmentalization, Universities, Pro-Rectorates.

Departamentalização nas universidades federais do nordeste: isomorfismo ou novas configurações?

RESUMO

O início do Século XXI representou um período de expansão das universidades federais brasileiras, o que representou também um período de criação de novas universidades. A criação de uma nova universidade representa uma oportunidade à inovação na sua organização, mas "forças isomórficas" podem atuar no sentido de repetir modelos pré-existentes. Portanto, o objetivo deste artigo é analisar como estão estruturadas as universidades federais da região Nordeste, no seu nível estratégico de decisão (Pró-Reitorias) e fazer um estudo comparativo entre as universidades mais tradicionais e as mais recentes. Através de uma pesquisa descritiva e documental, feita em um estudo multi-caso, buscou-se conhecer melhor como as mesmas estão departamentalizadas e o quanto isso implicou ou não em inovações nessa estrutura.

Palavras Chaves: Departamentalização, Universidades, Pró-Reitorias.

I. INTRODUÇÃO

As universidades federais brasileiras passaram por um período de expansão nos últimos anos. Segundo informações do Ministério da Educação [1], com a criação do Plano Nacional da Educação (PNE), em 2001, foram estabelecidos por 10 anos, os programas de expansão do ensino superior federal. Sua primeira fase compreendeu o período de 2003 a 2007 e teve como meta principal interiorizar o ensino superior público federal, o qual contava até o ano de 2002 com 45 universidades federais e 148 campus/unidades. Entre 2003 e 2010, houve um aumento de 45 para 59 universidades federais e de 148 para 274 campus. Com a

interiorização, também se elevou o número de municípios atendidos por universidades federais de 114 para 272 [1].

Transformações importantes nas Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) também aconteceram por conta da Lei Nº 12.711, de 29 de agosto de 2012 [2], que estabeleceu mecanismos de acesso através de cotas raciais, sociais e para alunos de escolas públicas. E também por conta do Programa Nacional de Assistência Estudantil (PNAES), que tem como objetivo promover a permanência de estudantes em situação de vulnerabilidade social [3].

Por tudo isso, o objetivo deste artigo é analisar como estão estruturadas as universidades federais da região Nordeste, no seu nível estratégico de decisão (Pró-Reitorias) e fazer um estudo comparativo entre as universidades mais tradicionais e as criadas no Século XXI. Através de uma pesquisa descritiva e documental, feita em um estudo multi-caso focando as universidades federais da região Nordeste, busca-se conhecer melhor como as mesmas estão departamentalizadas e o quanto o surgimento de novas universidades representaram ou não inovações nessa estrutura. Nesse sentido, destaca-se também a questão do isomorfismo. Os autores agradecem à Fundação de Amparo ao Pesquisador do Estado da Bahia (FAPESB) pelo apoio.

II. METODOLOGIA APLICADA

O presente estudo consiste em uma pesquisa descritiva e documental, feita em um estudo multi-caso. Conforme [4], a pesquisa documental caracteriza-se pela restrição da fonte de coleta de dados, que se dá por documentos, escritos ou não, constituindo as fontes primárias, podendo ser realizada no momento em que o fato ou fenômeno ocorre, ou depois.

Para [5], a pesquisa documental é muito parecida com a bibliográfica, diferindo na natureza das fontes, pois esta forma vale-se de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaboradas de acordo com os objetos da pesquisa.

A análise documental, segundo [6], constitui uma técnica importante na pesquisa qualitativa, seja complementando informações obtidas por outras técnicas, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema.

Por sua vez, conforme [7], a pesquisa descritiva envolve o estudo, análise, registro e interpretação dos fatos do mundo físico sem a interferência do pesquisador. Para [5], esse tipo de pesquisa visa descrever as características de determinadas populações ou fenômenos, estando uma de suas peculiaridades na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática.

Já o estudo de caso, de acordo com [8] pode ser restrito a uma ou a várias unidades, caracterizando-o como único ou múltiplo. Para [9], nos estudos de multi-casos o pesquisador pode ter a possibilidade de estudar dois ou mais sujeitos, organizações, entre outros. Esses estudos visam analisar um objeto de estudo de maneira singular, mesmo que, posteriormente, tenham sido observadas semelhanças com outros casos, retratando a realidade de forma completa e profunda. O estudo de multi-casos tem se mostrado conveniente na identificação de três fatores: fatores comuns a todos os casos no grupo escolhido; fatores não-comuns a todos, mas apenas a alguns subgrupos; fatores únicos em caso específico.

Considerando o embasamento teórico sobre a departamentalização, através de uma pesquisa documental nas páginas das universidades na internet, buscou-se conhecer como as mesmas estão organizadas no nível estratégico das Pró-Reitorias e investigou-se o aspecto do isomorfismo e a influência das novas políticas governamentais nessas estruturas. As decisões de nível estratégico das organizações, que compreendem as grandes escolhas de objetivos organizacionais e meios para realizá-los geralmente são tomadas no nível hierárquico mais alto, já que afetam a organização inteira. A alta administração, embora sendo a responsável final pelas decisões estratégicas pode recorrer

a funcionários de outros níveis, como fonte de informação ou como participantes ativos do processo [10].

III. REFERENCIAL TEÓRICO

III.1 O ISOMORFISMO

De acordo com [11], o isomorfismo pode ser identificado segundo duas vertentes distintas: o competitivo, que considera uma racionalidade que dá ênfase ao mercado de competição, e o institucional, relacionado a uma ênfase estrutural vinculada ao escopo burocrático.

No isomorfismo institucional, os mesmos autores descrevem três tipos: (1) coercitivo, como resultado de pressões formais e informais, exercidas por outras organizações das quais as organizações dependem; (2) mimético, onde as organizações se modelam, adotando as formas das outras organizações do meio, por intermédio da transferência ou rotatividade de funcionários, e (3) normativo, em decorrência principalmente da profissionalização. Com isso, considera-se que, a partir da ideia de legitimação, as ações das organizações tornam-se homogêneas através de mecanismos isomórficos em relação ao ambiente institucional.

As organizações de um mesmo ambiente institucional têm tendência de apresentarem similaridades estruturais e de processo, pela possível comparação via profissionalização dos seus atores, como uma das causas, pois são as pessoas atuando no campo organizacional quem define as estruturas segundo um conjunto de crenças internalizadas a partir dos valores compartilhados no contexto. O isomorfismo, então, atua como um processo que limita a diferenciação, obrigando a unidade a se assemelhar com o coletivo de seu campo [12][13].

Por tudo isso, ainda que a criação de uma nova universidade representasse uma oportunidade à inovação, “forças isomórficas” podem atuar no sentido contrário, o que a levaria a repetir modelos pré-existentes em universidades tradicionais.

III.2 A DEPARTAMENTALIZAÇÃO

A departamentalização, também conhecida, segundo [14], como especialização horizontal, corresponde ao aperfeiçoamento de atividade e de conhecimentos, caracterizando-se sempre pelo crescimento horizontal do organograma. Um departamento é uma unidade de trabalho responsável por uma função ou por um conjunto de funções. Logo, para [10], a distribuição das funções entre os departamentos depende de diversos fatores, como o tamanho da organização e a disponibilidade de recursos.

Conforme [14] a especialização horizontal deve ser regida pela homogeneidade, cujo principal conceito é a designação de funções em unidades organizacionais por semelhança de conteúdo, tendo como grande objetivo alcançar operações mais eficientes e econômicas. Desta forma, para [15] a departamentalização é agrupada segundo um critério de semelhança de atividades e correspondentes recursos (humanos, financeiros, materiais e equipamento) em determinadas unidades. Seguindo o princípio citado, os gestores poderão organizar melhor as atividades sob sua responsabilidade quando estiverem agrupados de alguma forma lógica.

Logo, a departamentalização envolve o processo de determinar unidades compostas de grupos com cargos relacionados; À medida que a organização cresce, a dimensão horizontal amplia automaticamente pelo surgimento de novas unidades, e envolve ainda a descentralização, na qual as decisões devem ser tomadas pelos que detêm as informações mais importantes, não devendo se restringir ao nível mais alto, com isso há a maior participação no processo de tomada de decisão, o que eleva a moral e a motivação em todos os níveis [16].

III.3 OS TIPOS DE DEPARTAMENTALIZAÇÃO

Para [16], as técnicas de departamentalização variarão dependendo da organização e da época. Elas dependerão da tecnologia, da filosofia administrativa, do capital, da força de trabalho, do tamanho e de uma variedade de outros fatores. A seguir são apresentadas as formas de departamentalização das atividades de uma organização com seus aspectos principais:

a) *Departamentalização por Quantidade:* Para uma empresa trabalhar com a departamentalização por quantidade, segundo [15] ela deve agrupar certo número de pessoas não diferenciáveis que a partir dessa situação têm por obrigação executar tarefas sob as ordens de um superior. Para [17], esse tipo de departamentalização tem por objetivo dividir a organização pela quantidade de pessoas existente em cada conjunto.

b) *Departamentalização Funcional:* A departamentalização funcional (ou por funções) tem como principal característica, segundo [18], agrupar funções comuns ou atividades semelhantes para formar uma unidade organizacional. Este tipo de departamentalização ocorre quando se reúne pessoas em um mesmo trabalho, em um mesmo processo, para mesma clientela, em um mesmo lugar. Ademais, para [14] e [15] consiste no agrupamento das atividades e tarefas de acordo com as funções principais desenvolvidas dentro da organização. É ainda o critério mais utilizado para organizar atividades empresariais.

c) *Departamentalização Territorial:* A departamentalização territorial, que também pode ser chamada de regional, por área ou geográfica é designada por [18] como o agrupamento de atividades de acordo com os lugares onde são localizadas as operações. Para [15] esse tipo de especialização horizontal se baseia no princípio de que todas as atividades que se realizam em determinado território devem ser agrupadas e colocadas sob as ordens de um executivo. Segundo [14] é utilizada por organizações que cobrem grandes áreas geográficas e cujos mercados são extensos, como por exemplo, as empresas multinacionais.

d) *Departamentalização por Produtos ou Serviços:* A departamentalização por produto foi criada para transformar a organização em tamanho menor e mais rápida nas decisões, já que, para [18], quando é preciso tomar decisões rápidas, a abordagem funcional deixa a desejar. Conforme [14] a mesma tem como características a diferenciação e o agrupamento de atividades de acordo com o produto ou serviço realizado, ou seja, todas as atividades requeridas para suprir um produto ou serviço deverão ser agrupadas no mesmo departamento. O mesmo autor cita como exemplo uma instituição de ensino, que pode

departamentalizar suas atividades em curso fundamental, curso de secretariado, cursos de aperfeiçoamento técnico, etc.

e) *Departamentalização por Clientela:* A departamentalização por clientela (ou por cliente) consiste em agrupar atividades de maneira que focalizem o uso determinado de um produto ou serviço, este método para [18] é utilizado no agrupamento de vendas ou serviços. Além disso, este tipo de departamentalização predomina, segundo [16], quando maior ênfase é dada no atendimento ao cliente. Para [14] essa organização envolve a diferenciação e o agrupamento das atividades conforme o tipo de pessoa para quem o trabalho é executado. O que constitui a base para este tipo de departamentalização são as características dos clientes.

f) *Departamentalização por Processo:* A departamentalização por processo, para [18], consiste no agrupamento de atividades que focalizam equipamento ou processo de produção. Por exemplo, as atividades de uma fábrica podem ser agrupadas em: perfurar, esmerilhar, soldar, montar e fazer o acabamento. Tal processo é definido, segundo [14] como um conjunto de atividades estruturadas e destinadas a resultar um produto especificado para um determinado cliente ou mercado. É utilizado com mais frequência nas empresas industriais nos níveis mais baixos da estrutura organizacional (produção).

g) *Departamentalização por Projetos:* A departamentalização por projetos é uma estratégia utilizada em empresas de grande porte e que, de acordo com [14] produzem produtos que envolvem grande concentração de recursos e prolongado tempo para produção. Para [15] baseia-se na definição de projeto, que é um trabalho com datas de início e término, com resultado final previamente estabelecido, em que são alocados e administrados os recursos, tudo isso sob a responsabilidade de um coordenador.

h) *Departamentalização Matricial:* Do ponto de vista evolutivo, para [15] a departamentalização matricial surgiu por que as formas tradicionais de organizar não eram eficazes para lidar com atividades complexas, envolvendo várias áreas do conhecimento científico e com prazos determinados para a sua realização. Esta especialização horizontal, segundo [18], vem da união de um ou mais tipos de departamentalização. Um exemplo é o da estrutura funcional com a estrutura de projetos. Em consequência disso, pode haver um conflito interno, que pode ser evitado caso exista clara definição de atribuições de cada um dos elementos da estrutura organizacional.

i) *Departamentalização Mista:* A departamentalização mista é a que ocorre com mais frequência nas organizações, já que cada parte da empresa, segundo [15] deve ter uma estrutura que mais se adapte à sua realidade organizacional. Para [17], isso ocorre por ser muito difícil que as organizações grandes e complexas utilizem uma só técnica de departamentalização. Sendo assim, a estrutura organizacional dessas empresas é uma mistura das várias formas já apresentadas. Pode haver conflitos internos pela inovação e disputas de poder; conflitos internos pela falta de definição de atribuições e antipatias pessoais; e duplicação de esforços em trabalhos iguais, mas em áreas diferentes.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como já explicado, a partir de uma pesquisa descritiva e documental, pesquisou-se as formas de departamentalização utilizadas pelas universidades federais do Nordeste. Ao todo, são 18 universidades, sendo que 7 delas

(UFSB, UFOB, UFRB, UNIVASF, UFERSA, UFCA e UNILAB) são novas e as outras 11 são mais antigas.

Os Quadros 1, 2 e 3 mostram uma síntese dos resultados encontrados. Procurou-se agrupar de acordo com a denominação, mesmo com as pequenas diferenças que pode haver entre elas. Na primeira tabela estão enfocadas as atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão.

Quadro 1: Ensino, Pesquisa e Extensão nas universidades federais do Nordeste.

UNIVERSIDADES / PRÓ-REITORIAS	UFBA	UFS	UFAL	UFPE	UFPRPE	UFPB	UFMG	UFRN	UFC	UFPI	UFMA	UFSB	UFOB	UFRB	UNIVASF	UFERSA	UFCA	UNILAB
ENSINO/GRADUAÇÃO																		
Gestão Acadêmica																		
Graduação e Ações Afirmativas																		
PÓS-GRADUAÇÃO																		
Pesquisa e Pós-Graduação																		
Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação																		
Pesquisa, Pós-Graduação, Criação e Inovação																		
PESQUISA																		
Pesquisa, Criação e Inovação																		
Pesquisa e Extensão																		
EXTENSÃO																		
Extensão e Cultura																		
Extensão, Arte e Cultura																		
Extensão e Assuntos Comunitários																		
Extensão, Cultura e Empreendedorismo																		

Fonte: Autores, (2106).

✓ Ensino de Graduação:

De acordo com o quadro 1, na maioria das universidades federais nordestinas existe uma Pró-Reitoria Pós-Graduação.

Em 5 casos a Pró-Reitoria é exclusiva para a Pós-Graduação. Em outras 7, Pesquisa e Pós-Graduação estão juntas e em 4 coexistem Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação. Uma configuração diferente ocorre na UFRB, com a Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação, Criação e Inovação. Na UFSB não foi encontrado nenhum setor que trate da Pós-Graduação.

✓ Pesquisa

Como visto anteriormente, as atividades de pesquisa estão junto com a Pós-Graduação (e Inovação) em 12 das 18 universidades pesquisadas. Uma Pró-Reitoria exclusiva para a Pesquisa ocorre em 2 casos (UFRN, UFPI). Na UFBA, Pesquisa está junto com Criação e Inovação e na UFGG, junto com a

específica para Ensino/Graduação, com essa nomenclatura. Exceções são a UFPE e a UFSB, que usam o termo “Gestão Acadêmica”. Uma configuração diferente ocorre na UFOB, onde há a Pró-Reitoria de Graduação e Ações Afirmativas. Extensão. A UFSB não tem Pró-Reitoria com nomenclatura relacionada à Pesquisa.

✓ Extensão

No caso das atividades de Extensão, há também formas diversas de departamentalização. Na UFGG, já citada, há a Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão. Em 9 universidades, é exclusiva para a Extensão. Já na UNILAB, UFPE, UFOB e UFERSA, Arte e Cultura estão juntas com a Extensão. UFPB e UFS tem Pró-Reitoria de Extensão e Assuntos Comunitários. E na UFMA há a Pró-Reitoria de Extensão, Cultura e Empreendedorismo. Outro conjunto de atividades exercido pelas pró-reitorias envolve a área de gestão das universidades. Como visto no quadro 2, há uma diversidade de formas de departamentalizar essas funções.

Quadro 2: Atividades administrativas nas universidades federais do Nordeste.

UNIVERSIDADES/ PRÓ-REITORIAS	UFBA	UFS	UFAL	UFPE	UFRPE	UFPB	UFCG	UFRN	UFC	UFPI	UFMA	UFSB	UFOB	UFRB	UNIVASF	UFERSA	UFCA	UNILAB
ADMINISTRAÇÃO, PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO																		
Administração																		
Administração e Infra-estrutura																		
Gestão e Administração Financeira																		
Gestão e Orçamento																		
Gestão Institucional																		
Planejamento																		
Planejamento e Administração																		
Planejamento e Coordenação Geral																		
Planejamento e Desenvolvimento Institucional																		
Planejamento, Orçamento e Finanças																		
GESTÃO DE PESSOAS																		
Gestão de Pessoas e Qualidade de Vida																		
Desenvolvimento de Pessoas																		
Recursos Humanos																		

Fonte: Autores, (2106).

✓ Administração, Planejamento e Orçamento

Na gestão das universidades, há, claramente, uma divisão das funções de Administração (existente em 11 casos) e Planejamento (8 casos). Há algumas variações, como Administração e Infra-estrutura (UFOB), Gestão e Orçamento (UNIVASF), Planejamento e Coordenação Geral (UFRN), Planejamento e Desenvolvimento Institucional (UNIVASF, UFOB) e Planejamento, Orçamento e Finanças (UFBA, UFPE, UFCA). Na maioria dos casos, há duas pró-reitorias dedicadas às atividades administrativas. As exceções são as de Gestão e Administração Financeira (UFCG, UFMA), Gestão Institucional (UFAL), Planejamento e Administração (UFSB) e Planejamento (UFRPE), que concentram numa só todas as atividades.

✓ Gestão de Pessoas/RH

A área de RH/Gestão de Pessoas tem status de Pró-Reitoria em 12 universidades, sob diversas denominações (Gestão de Pessoas e do Trabalho, Gestão de Pessoas e Qualidade de Vida, Desenvolvimento de Pessoas, Recursos Humanos). Já em 6 casos essa área não tem esse status, ficando vinculada a outra ou então tendo uma forma diferente de departamentalização. Na UNILAB não existe uma Pró-Reitoria tratando deste assunto, mas há uma coordenação de Gestão de Pessoas vinculada à Pró-Reitoria de Administração. Já na UFSB uma Diretoria de Gestão de Pessoas vinculada à Pró-Reitoria de Planejamento e Administração. Na UFCG há uma Secretaria de Recursos Humanos que trata do assunto desta área. Na UFPI, na UFRPE e na UNIVASF existe uma Superintendência de Gestão de Pessoas. Por fim, no Quadro 3 estão as demais pró-reitorias, com destaque para as temáticas de assistência estudantil, ações afirmativas, tecnologia de informação.

Quadro 3: Outras Pró-Reitorias.

UNIVERSIDADES/ PRÓ-REITORIAS	UFBA	UFS	UFAL	UFPE	UFRPE	UFPB	UFCG	UFRN	UFC	UFPI	UFMA	UFSB	UFOB	UFRB	UNIVASF	UFERSA	UFCA	UNILAB
ASSISTÊNCIA ESTUDANTIL																		
Ações Afirmativas e Assistência Estudantil																		
Assuntos Comunitários																		
AÇÕES AFIRMATIVAS																		
Ações Afirmativas e Assistência Estudantil																		
Graduação e Ações Afirmativas																		
SUSTENTABILIDADE																		
Sustentabilidade e Integração Social																		
TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO																		
RELAÇÕES INSTITUCIONAIS																		
CULTURA																		

Fonte: Autores, (2106).

✓ Assistência Estudantil

Apesar de ser decorrente de uma política relativamente recente, o PNAES, a assistência estudantil já se encontra bem incorporada na forma como as universidades se departamentalizam. Como visto na tabela, ainda que possa haver mais de uma denominação (Assuntos ou Assistência), há pró-reitorias específicas para essa função em 16 universidades. Incluindo a UFCG, na qual a assistência estudantil é tratada pela Pró-Reitoria de Assuntos Comunitários. Já na UFOB o tema é abordado pela Pró-Reitoria de Graduação e Ações Afirmativas e na UFSB é tratado pela Pró-Reitoria de Sustentabilidade e Integração Social.

✓ Ações Afirmativas

Enquanto a Assistência Estudantil se encontra bastante consolidada, o mesmo não se observa em relação às ações afirmativas. Na UFBA, na UFRB e na UNILAB este tema é tratado pela Pró-Reitoria de Ações Afirmativas e Assistência Estudantil. E na UFOB há a Pró-Reitoria de Graduação e Ações Afirmativas. Dessa forma, ainda que possa haver algum outro órgão que trate do tema, numa instância hierarquicamente inferior, em apenas 4 universidades este tem o status de pró-reitoria. Sendo que três delas estão na Bahia, estado de maioria negra, e a UNILAB, na sua essência, foi concebida focando a cooperação solidária com os países de língua portuguesa, com destaque para os africanos.

✓ Tecnologia de Informação e Comunicação

Em 3 universidades a Tecnologia de Informação e Comunicação é tratada numa pró-reitorias específica: UFSB, UFPE e UFOB.

✓ Outras

Como casos diferenciados em relação ao conjunto das 18 universidades, um dos exemplos é a Pró-Reitoria de Sustentabilidade e Integração Social na UFSB, responsável pela formulação e execução de programas e projetos de sustentabilidade e também por assuntos comunitários e estudantis. Foi o único caso onde o tema da sustentabilidade recebeu esse destaque. Na UFCA há a Pró-Reitoria de Cultura, único caso onde a mesma recebe esse status exclusivo (ainda que haja 5 universidades onde Cultura está junto com Extensão). E na UNILAB existe a Pró-Reitoria de Relações Institucionais, que tem como objetivos promover e implementar a cooperação solidária com os outros países de língua portuguesa, com foco no sistema de mobilidade interinstitucional.

V. CONCLUSÕES

Considerando apenas o seu nível estratégico, composto pela Reitoria e pró-reitorias, foi possível perceber que neste nível predomina a departamentalização funcional, que tem por característica o agrupamento de funções ou atividades semelhantes. Além das 3 atividades primordiais das universidades, o Ensino/Graduação, a Pesquisa (geralmente junto com a Pós-Graduação) e a Extensão, na maioria há outras duas pró-reitorias dedicadas às atividades administrativas e uma à

assistência estudantil. Esse padrão é típico tanto para as mais antigas quanto as novas universidades.

Nesse sentido, poucas inovações foram identificadas. Destaca-se a UFSB como um “ponto fora da curva”, não apenas pelo número menor de pró-reitorias (4, quando a média geral está entre 6 e 7) mas pela forma como se organizou: Sustentabilidade e Integração Social, Planejamento e Administração, Gestão Acadêmica e Tecnologia de Informação e Comunicação. Das 7 novas universidades pesquisadas, em 6 delas a estrutura é muito similar às das tradicionais, o que indica um isomorfismo mimético entre elas. Considerando que os docentes das novas devem ter sido formados, em grande parte, nas já tradicionais, é de se esperar que se tenham adotando as formas das outras organizações.

Mesmo a incorporação da assistência estudantil na hierarquia das universidades aconteceu de forma similar entre as novas e as tradicionais. Diferenças pontuais foram observadas no conjunto, mas no geral, ainda que a criação de nova universidades representasse uma oportunidade à inovação, predominaram as “forças isomórficas”.

VI. REFERÊNCIAS

- [1] BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Análise sobre a expansão das Universidades Federais 2003 a 2012**. Brasília: MEC, 2012b.
- [2] BRASIL. Lei nº12.711 de 29 de Agosto de 2012, **Dispõe sobre o ingresso nas universidades federais e nas instituições federais de ensino técnico de nível médio e dá outras providências**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 30 ago.2012a.
- [3] BRASIL. Decreto Nº6.096, de 24 de abril de 2007, **Dispõe sobre o Programa Nacional de Assistência Estudantil PNAES**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 20 jul.2010.
- [4] Lakatos, E.M.; Marconi, M.A. **Fundamentos da Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2003.
- [5] Gil, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2008.
- [6] Lüdke, M.; André, M.E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- [7] Barros, A.J.S.; Lehfeld, N.A.S. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Prentice-Hall, 2007.
- [8] Yin, Robert. K. **Estudo de caso: planejamento e método**. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2015.
- [9] Triviños ANS. **Introdução à pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em Educação**. São Paulo, Atlas, 1987.
- [10] Maximiliano, A.C.A. **Introdução à administração**. São Paulo: Atlas, 2000.

[11] Dimaggio, P.J.; Powell, W.W. A gaiola de ferro revisitada: isomorfismo institucional e racionalidade coletiva nos campos organizacionais. Revista de Administração de Empresas, v.45, n.2, p.74-89, 2005.

[12] Redaelli, E. J. (2011). **Isomorfismo como vantagem competitiva**: um estudo de caso numa rede de distribuidores. Anais XIV Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais, v. 1.

[13] Redaelli, E.J. Isomorfismo como vantagem competitiva: um estudo de caso numa rede de distribuidores. In: **Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais**. XIV, 2011, São Paulo. Anais... São Paulo, 2011.

[14] Chiavenato, I. **Introdução à Teoria Geral da Administração**: uma visão abrangente da moderna administração das organizações. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

[15] Oliveira, D.P.R. **Sistemas, organizações e métodos**: uma abordagem gerencial. São Paulo: Atlas, 2005.

[16] Kwasnicka, E.L. **Introdução à administração**. São Paulo: Atlas, 2006.

[17] Manganote, E.J.T. **Organização, Sistemas & Métodos**. São Paulo: Alínea, 2001.

[18] Trigueiro, F.M.C.; Marques, N.A. **Teorias da Administração I**. Florianópolis: Capes, 2009.



Analyze the quality of rain water stored in tanks made of polyethylene of rural communities belonging to the municipality of São Domingos (located in the Semiárido da Bahia)

Thamires de Oliveira Moura¹, Iara Brandão de Oliveira², Yvonilde Dantas Pinto Medeiros³, Vânia Palmeira Campos⁴

¹Mestranda em Engenharia Ambiental e Urbana: Universidade Federal da Bahia (UFBA). Salvador -BA. Fone: (77) 99165-3983.

²Professor Associado IV, Universidade Federal da Bahia (UFBA). Salvador -BA.

³Professor Associado, Universidade Federal da Bahia (UFBA). Salvador -BA.

⁴Professor titular, Universidade Federal da Bahia (UFBA). Salvador -BA.

Email: Thamiresmoura.esa@gmail.com, oliveira@ufba.brAfiliação, yvonilde.medeiros@gmail.com, vpalmeiracampos@gmail.com

ABSTRACT

Generally rural communities of semiárido region are not served by mains system, or are close to safe water sources, making access to quality water for these communities a very complex task. The intention to improve the quality of life of the Brazilian semi-arid rural population uses rain water storage techniques, alternative this that reached major proportions with the implementation of the program one million tanks, which aims to ensure tanks for supply of water for one million households. To give speed to this program the Brazilian government decided to adopt the polyethylene tanks. However, the large-scale use in the Brazilian semiárido region is recent and little has been discussed about the tank of polyethylene with respect to its quality storage function of the stored water. In the semi-arid Bahia this scenario is no different, only recently has deployed polyethylene tanks for reserve water for human consumption to replace the conventional tanks (plate and screen-cement). Despite the short implementation period, it is important to further study, making sure that this type of tank ensures adequate water storage for human consumption. This was the objective of this work and, for this, they rose up data in the field, through questionnaires, and quality analysis of stored water in thirty-six polyethylene tanks rural communities of São Domingos - Bahia semi-arid. It was found high, temperatures typical of semi-arid regions, can affect the solubilization of substances influencing the water quality. Preliminary results for nine water samples collected in Ouro Verde locality also indicated concentrations of carbonyl compounds such as formaldehyde and acetaldehyde, substances with toxicity that may impair water quality.

Keywords: Polyethylene Tank, water quality, Semiárido of Bahia.

Análise da qualidade da água de chuva armazenada em cisternas de polietileno das comunidades rurais pertencentes ao Município de São Domingos, semiárido Baiano

RESUMO

Geralmente as comunidades rurais do Semiárido não são servidas por sistema de adutoras, nem estão próximas a fontes seguras de água, tornando o acesso à água de qualidade para essas comunidades uma tarefa bastante complexa. Na intenção melhorar a qualidade de vida da população rural do Semiárido brasileiro utiliza-se técnicas de armazenamento de água de chuva, alternativa esta que alcançou maiores proporções com a implantação do programa um milhão de cisternas, o qual tem o objetivo de garantir cisternas para abastecimento de água para um milhão de famílias. Para dar celeridade a esse programa o governo brasileiro decidiu adotar as cisternas de polietileno. Entretanto, o uso em larga escala na região semiárida brasileira é recente e pouco se tem discutido sobre a cisterna de polietileno no que tange à sua função de armazenamento de qualidade da água armazenada. No Semiárido da Bahia esse cenário não é diferente, só recentemente tem-se implantado cisternas de polietileno para reservar água para consumo humano em substituição às cisternas convencionais (placa e tela-cimento). Apesar do curto período de implantação, é importante aprofundar os estudos, verificando se esse tipo de cisterna garante o armazenamento de água adequada para consumo humano. Esse foi o objetivo do presente trabalho e, para isto, levantaram-se dados em campo, através de questionários, e análises de qualidade da água armazenada em trinta e seis cisternas de polietileno de comunidades rurais de São Domingos - Semiárido baiano. Encontrou-se temperaturas elevadas, típicas das regiões semiáridas, podem afetar a solubilização de substâncias influenciando na qualidade da água. Resultados preliminares para nove amostras de água coletadas na localidade de Ouro Verde, também indicaram concentrações de compostos carbonílicos como formaldeídos e acetaldeídos, substâncias com toxicidade que pode comprometer a qualidade da água.

Palavras Chaves: Cisterna de polietileno, qualidade de água, Semiárido baiano.

Received: March 14th, 2017

Accepted: May 17th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



I. INTRODUÇÃO

Como regra geral, as comunidades rurais localizadas no Semiárido não são servidas por sistemas de adutoras, nem estão próximas a fontes seguras de água, tornando o acesso à água de qualidade para essas comunidades uma tarefa bastante complexa. Segundo [1] a coleta e armazenamento de água de chuva é uma técnica utilizada em várias regiões áridas ou semiáridas do mundo e no Semiárido brasileiro essa técnica tem sido muito utilizada, principalmente com a implantação do Programa um milhão de cisternas, com o objetivo de garantir o abastecimento de água para um milhão de famílias.

A fim de dar celeridade a esse Programa o governo brasileiro decidiu adotar as cisternas de polietileno, uma tecnologia que tem sido utilizada em regiões e países com temperaturas semelhantes ou até mais críticas que as encontradas no Semiárido brasileiro [2].

O uso de tanques de polietileno para armazenamento de água potável é comum em áreas da zona rural do Arizona que apresentam recursos hídricos limitados. Os proprietários vivem em áreas remotas com baixa produtividade e utilizam esse modelo de cisternas como forma de armazenamento de água de chuva. Os tanques são fabricados essencialmente para o transporte e armazenamento de água potável sendo muitas vezes fabricados com um polietileno transparente com uma coloração branca, onde é possível verificar o nível da água através das paredes do tanque [3].

Entretanto, o uso em larga escala na região semiárida brasileira é recente e pouco se tem discutido sobre o desempenho da cisterna de polietileno no que tange à sua função de armazenamento e garantia de fornecimento de água de qualidade para consumo humano. Estudos relatam questionamentos e polêmicas sobre a eficiência e insatisfação dos usuários frente ao armazenamento de água em cisternas de polietileno: o trabalho de [2] comparou a variação do pH e temperatura em cisternas de Placas e Polietileno, encontrando que as cisternas de polietileno apresentam temperaturas mais altas internamente do que as cisternas de placa.

Para [4] descrevem o grau de satisfação dos moradores com relação a cisterna de polietileno e a cisterna de placa. Os autores apontaram que apesar do pequeno número de entrevistados, houve uma leve vantagem da qualidade da água armazenada em cisternas de placas em relação às águas armazenadas em cisternas de polietileno em relação às características organolépticas sabor, odor e cor e principalmente em relação à temperatura.

Também no Semiárido da Bahia tem-se implantado, recentemente, cisternas de polietileno, em grande escala em substituição às cisternas convencionais (placa e tela-cimento). Apesar do curto período de implantação, há polêmicas referentes a possível processo de migração de espécies químicas do plástico para a água armazenada.

Verifica-se a importância de se aprofundar estudos que verifiquem se as cisternas de polietileno garantem o armazenamento de água adequado para consumo humano. O presente trabalho tem este objetivo e para isso, vem realizando análises de qualidade de água armazenada em cisternas de

polietileno de comunidades rurais do município de São Domingos, na região semiárida da Bahia.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no município de São Domingos-Ba localizado na zona sisaleira da região semiárida da Bahia, para analisar o processo de captação de água de chuva em cisternas, predominante no município. As duas comunidades selecionadas para o estudo: Ouro Verde e Sítio Novo satisfizeram aos critérios quanto às condições de abastecimento, existência e uso de cisternas de polietileno para captação e armazenamento de água para consumo humano, além de denotarem condições críticas para abastecimento de água.

Foram feitas visitas a campo para coleta de dados sobre a quantidade de cisternas de polietileno existente e o uso predominante da água armazenada.

Registros fotográficos e levantamento de informações nos órgãos públicos do município, como a Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente, serviram para identificar, preliminarmente, o cenário referente às condições de abastecimento de água e utilização das cisternas de polietileno.

Também foi aplicado um questionário nas comunidades em estudo e a partir das informações coletadas em campo verificou-se a importância em aprofundar os estudos sobre as cisternas de polietileno, pois existem muitas incertezas referentes à garantia da qualidade da água para consumo humano.

Portanto, buscou-se analisar a qualidade da água armazenada nas cisternas de polietileno, que foram coletadas no fim de período seco nas duas comunidades em estudo, utilizando procedimentos indicados no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA) [5]. Foram analisados em campo, na água de trinta e seis cisternas, com um medidor multiparamétrico, da marca HACH, os parâmetros: temperatura, pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, oxigênio dissolvido, salinidade e potencial redox ou potencial eletroquímico.

Também foram analisados, utilizando cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) em nove amostras, compostos carbonílicos como formaldeído, acetaldeído e acroleína, a fim de investigar possível processo de migração da matriz polimérica para água. Os resultados foram comparados com limites estabelecidos/recomendados no Brasil e/ou outros países.

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No município de São Domingos-Ba o setor público municipal informou que há 1357 cisternas (placa, polietileno, tela-cimento) distribuídas nas 17 comunidades rurais pertencentes ao município. Do total de cisternas, 447 são de polietileno e foram implantadas pela CAR (Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional), conforme a Figura 1.

Figura 1: Distribuição do tipo de cisternas no município de São Domingos.

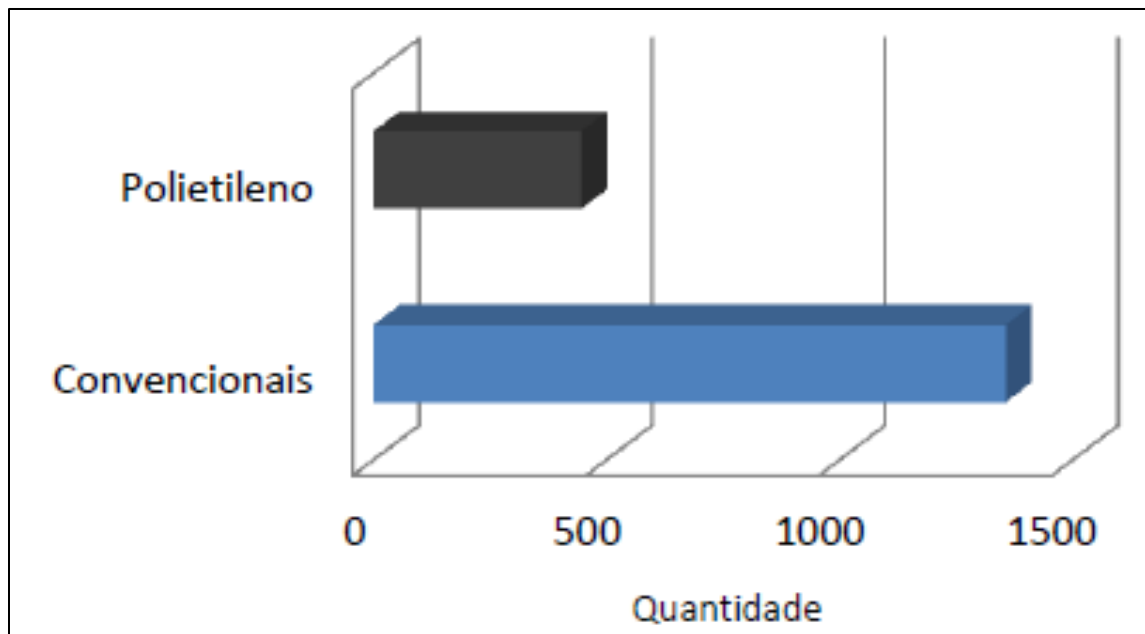


Figura 1: Distribuição do tipo de cisternas no município de São Domingos.
Fonte: Autores, (2015).

Através dos dados do questionário aplicado às comunidades, foi identificado que menos da metade dos moradores de Sítio Novo utiliza a água armazenada em cisternas de polietileno

para beber (Figura 2). Os moradores não se sentem seguros em beber a água armazenada nessas cisternas, devido ao gosto e temperaturas desagradáveis.

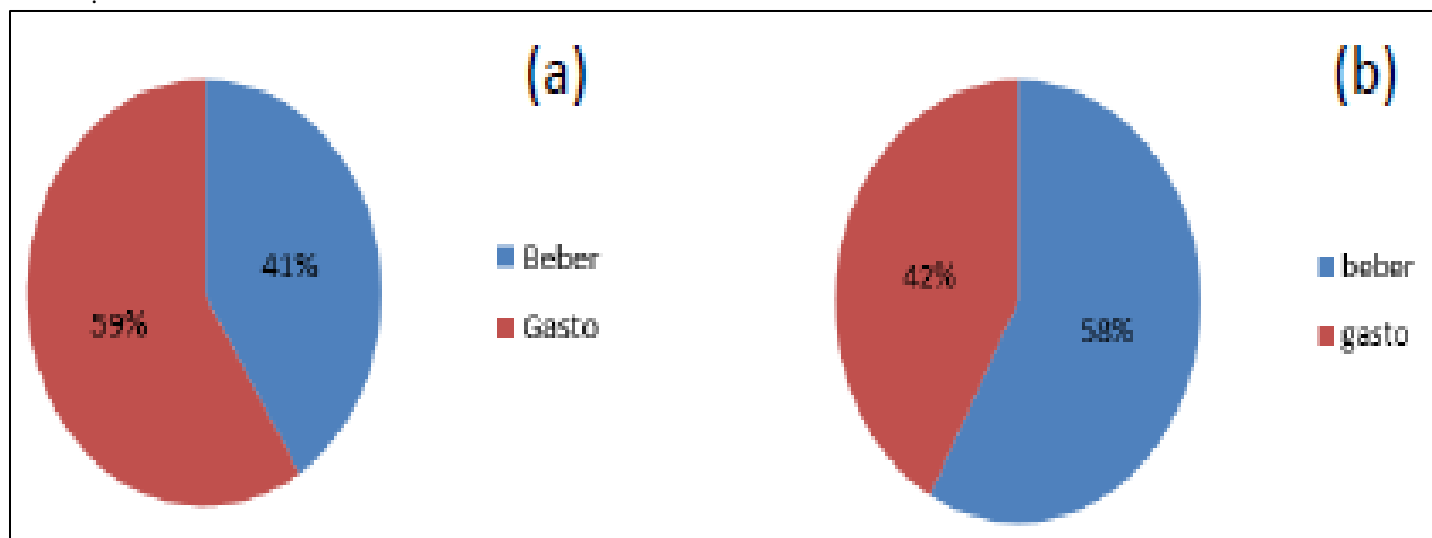


Figura 2: Uso da água armazenada em cisternas de polietileno. (a) Sítio Novo; (b) Ouro Verde. Semiárido baiano, 2015.
Fonte: Autores, (2015).

Em Ouro Verde esse cenário não é diferente, pois, pouco mais da metade dos moradores utilizam a água da cisterna para consumo humano (Figura 3). De acordo com informações disponibilizadas pela prefeitura municipal os moradores se sentem preocupados em consumir uma água armazenada em cisternas de polietileno; acreditam que essa água apresentam uma qualidade duvidosa por apresentarem gosto e temperatura diferentes da água armazenada em cisternas convencionais. A partir dessas informações verificou-se a importância de analisar a qualidade da água armazenada em cisternas de polietileno.

Análises de água foram feitas em campo com um medidor multiparamétrico, o que permitiu conhecer as condições da água armazenada nas cisternas das comunidades de Ouro Verde e de Sítio Novo em relação à Temperatura, Condutividade Elétrica (CE), Salinidade, Potencial Redox, pH, Oxigênio Dissolvido (OD) e Sólidos Totais Dissolvidos (STD). A tabela 1 apresenta as faixas e médias das medidas in loco de parâmetros de qualidade da água armazenada em cisternas das duas comunidades no Semiárido baiano.

Tabela: Faixas e médias de parâmetros de qualidade da água armazenada em cisternas de comunidades no Semiárido baiano: medidas *in loco*.

	Temperatura	CE	Salinidade	Pot. redox	pH	OD	STD
	°C	$\mu\text{S cm}^{-1}$	‰	mV		mg L^{-1}	
Comunidade: Ouro Verde							
Faixa	29,9 a 38,9	17,7 a 329	0,010 a 0,16	18 a 66	6,71 a 9,09	5,09 a 7,88	7,79 a 158
Média	34,3	169,0	0,070	41,7	7,10	7,32	48,2
Comunidade: Sítio Novo							
Faixa	31,9 a 37,2	9,72 a 253	0,0048 a 0,12	0,50 a 114	5,34 a 8,41	6,49 a 7,62	4,49 a 120
Média	33,1	45,6	0,019	56,0	6,72	6,89	46,3

Fonte: Autores, (2015).

Observa-se que não há praticamente nada a destacar em termos de diferenças entre a água armazenada nas cisternas das duas comunidades, à exceção da condutividade elétrica (CE) que apresenta valor médio mais elevado na água de Ouro Verde. Isso pode ser justificado pelo fato de que 37% das cisternas desta comunidade armazenam água de chuva misturada com água de represa. Isso no entanto não chega a comprometer a salinidade daquelas águas, com valores médios entre 0,019 e 0,070. Esse parâmetro (CE) se relaciona diretamente aos sólidos totais dissolvidos (STD) e à salinidade da água, os quais estão muito abaixo do limite máximo permitido para consumo humano (1000 mg L^{-1}) pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde [6]. Água com mais de 1000 mg L^{-1} de STD apresenta sabor e, acima de 2000 mg L^{-1} é demasiadamente salobra para ser bebida. Assim sendo, com relação à salinidade, a água armazenada nas cisternas das duas comunidades são águas doces.

Os valores elevados de temperatura são compatíveis com o período do ano em que as coletas foram feitas: dias quentes e ensolarados de final do verão. Também pelo fato das cisternas estarem colocadas em local aberto e totalmente expostas ao sol, agravado por serem de polietileno de cor escura (grafite), com grande capacidade de absorver calor. Vale lembrar que temperaturas elevadas podem afetar diretamente a migração de substâncias do plástico da cisterna para a água armazenada.

A análise dos dados individuais mostrou que quanto mais altas são as temperaturas, mais baixas são as concentrações de oxigênio dissolvido (OD), o que era esperado, em função da relação inversa entre a solubilidade dos gases e a temperatura. Além disso, também é confirmado o que [7] apontam sobre a quantidade de minerais ou a presença de elevadas concentrações de

sais dissolvidos influenciarem na capacidade da água em dissolver oxigênio; ou seja, o aumento da salinidade também diminui a solubilidade do oxigênio na água.

Da mesma forma, quanto mais alto o potencial redox da água, mais baixa é a concentração de OD. Com relação aos valores de pH, verifica-se que quando comparados à faixa limite permitida pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde [6] para água a ser usada para consumo humano, as águas das cisternas da comunidade Ouro Verde (pH 6,71 a 9,09) estão em conformidade com esta legislação e as de Sítio Novo (pH 5,34 a 8,41), que apresentaram 24% dos valores de pH < 6,0, mostram um certo nível de desconformidade.

Nesses casos, é importante salientar que aqueles valores mais baixos de pH (faixa ácida < 6,0) podem influenciar diretamente nos processos de lixiviação de elementos traço do material da cisterna e/ou presentes na área de captação, ou calha condutora, comprometendo a qualidade da água armazenada. A tabela 2 apresenta os dados parciais de análises laboratoriais de aldeídos nas águas armazenadas nas cisternas.

A partir de dúvidas levantadas sobre um possível processo de transferência de espécies químicas presentes matriz polimérica do plástico para a água armazenada, foram realizadas análises químicas da água para investigar a presença de compostos carbonílicos, utilizando-se cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) com detecção UV-Vis, sendo identificada a presença de formaldeído e acetaldeído, em nove amostras de água coletadas nas cisternas de polietileno mais antigas, localizadas na comunidade de Ouro Verde (tabela 2).

Tabela 2: Concentração de aldeídos em água armazenada nas cisternas de polietileno mais antigas, localizadas na comunidade de Ouro Verde, Semiárido baiano, 2015.

Amostra	Formaldeído	Acetaldeído
	$\mu\text{g L}^{-1}$	
A1	15,2	44,6
A2	8,10	8,74
A3	33,3	12,4
A4	13,4	8,74
A5	8,10	76,7
A6	8,69	48,8
A7	9,29	50,6
A8	17,3	27,8
A9	8,10	36,2

Fonte: Autores, (2015).

A concentração dessas espécies químicas, não se encontra limitada no Brasil por padrões de potabilidade de água. No entanto, a sua simples presença já pode significar risco à qualidade da água para uso de dessedentação humana, principalmente em relação ao formaldeído, conhecido por propriedades carcinogênicas. A possível transferência de espécies químicas como formaldeído e acetaldeído do material da cisterna para a água pode ser favorecida pelas temperaturas elevadas típicas da região semiárida.

IV. CONCLUSÃO

As águas armazenadas em cisternas de polietileno nas comunidades Ouro Verde e Sítio Novo, no município de São Domingos, Bahia, não apresentam diferenças significativas entre valores de parâmetros de qualidade, à exceção da condutividade elétrica (CE) que apresenta valor médio mais elevado na água de Ouro Verde, o que pode ser justificado pelo fato de 37% das cisternas desta comunidade armazenar água de chuva misturada com água de represa. Isso no entanto não chega a comprometer a salinidade daquelas águas, com valores médios entre 0,019 e 0,070. No entanto, para ambas as comunidades, a água armazenada nas cisternas tem baixa salinidade, sendo assim, águas doces. Com relação aos valores de pH, as águas das cisternas da comunidade Ouro estão em conformidade com limites legislados para potabilidade e as águas armazenadas em cisternas de Sítio Novo apresentam não conformidade em 24% dos casos (pH < 6,0), o que pode influenciar nos processos de lixiviação de elementos traço do material da cisterna e/ou presentes na área de captação, ou calha condutora, comprometendo a qualidade da água armazenada. Os valores elevados de temperatura, compatíveis com o período de verão das coletas, aliados ao fato das cisternas estarem colocadas em local aberto e totalmente expostas ao sol, agravado por serem de polietileno de cor escura, com grande capacidade de absorver calor, podem favorecer a migração de substâncias do plástico da cisterna para a água armazenada, como mostrado neste trabalho pela presença de formaldeído e acetaldeído nas águas armazenadas, substâncias essas que embora não estejam limitadas no Brasil por padrões de potabilidade de água, sua simples presença já pode significar risco à qualidade da mesma, principalmente em relação ao formaldeído, conhecido por propriedades carcinogênicas.

V. REFERÊNCIAS

- [1] Gnadlinger, J. **Colheita de água de chuva em áreas rurais**. Juazeiro – BA: IRPAA, 2000. 40p.
- [2] Santana, Marcos Vinícios Vidreira; Dantas, Omair; Henriques, Pedro; Amarantes, Emanuel Freitas. **Variação do PH e temperatura em cisternas de Placas e Polietileno em comunidades rurais do município de Petrolina-PE**. Revista de Extensão da UNIVASF - Volume 3, número 2. Edição Especial do Curso de Especialização Metodologias Participativas Aplicadas à Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, jul. 2015 239.
- [3] Artiola, Janick F.; Rock, Channah; Hix, Gary L. **Water Storage Tank Disinfection, Testing, and Maintenance**. The University of Arizona Cooperative Extension, nov. 2012.
- [4] Dias, Jobson Targino; Machado, Taysa Tamara Viana; Silva, Tarciso Cabral; Barros, Maria Caroline Vitoriano. **Satisfação dos usuários de águas armazenadas em cisternas no semiárido**

paraibano. II Workshop Internacional sobre Água no Semiárido brasileiro. Campina Grande, novembro de 2015.

[5] APHA - American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington D.C, 2005.

[6] BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências**. Brasília: Ministério da Saúde, 2011.

[7] Fiurucci, Antônio Rogerio; Benedetti, Edegar Filho. **A importância do Oxigênio Dissolvido em Ambiente Aquático**. Revista Química Nova. Nº. 22, 10-11, novembro, 2005.

Automation of a water supply system for residences

Leandro da Mota Farias¹, Rafael Souza da Silva²

^{1,2}Centro Universitário do Norte (UNINORTE). Manaus - Amazonas - Brasil. Avenida Leonardo Malcher. No. 715.Centro. Manaus – Amazonas. Fone: (92) 3212-5000.

E-mail: leandro_da_mota-sama@hotmail.com

Received: April 21th, 2017

Accepted: May 28th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

Water scarcity is increasingly haunting the world, and the outlook for the next few years is not enough for everyone to drink, thanks to the pollution and waste that grows every year for a population growing more and more on the globe. Water scarcity is not the only problem we face. In Brazil, the country with the largest freshwater reserve in the world, another major problem is the supply of water in the cities, in several regions the population faces an inefficient supply system, which presents faults in the water course the residence. The present work proposes an improvement in the residential water supply system that uses hydraulic pumps, automating the process of feeding the reservoirs of the residential, developing an autonomous system allowing the user to have control of the supply process in their property. The importance of the work is made by the difficulty encountered by residents of regions that suffer from the irregular water supply in their homes. The work was based on an experimental research, starting from a bibliographical research in several literatures as academic papers, researches and articles, focused on the study on water supply, hydraulic systems and automation. The studies were based on a residence in the northern part of Manaus/Amazonas, where there are irregularities in the water supply in this region, causing residents to use hydraulic systems to supply their residential reservoirs. In addition, a prototype for better observation of the automated operation of the small-scale supply process was developed for the study to perform better. Through an existing hydraulic system in the house, the automation process was carried out by the elaboration of an electrical system with the function of activating the pump through an Arduino® and for indicate the sensors responsible for the level of water in the reservoirs. A simple and practical monitoring system was developed based on an electrical principle and a hydraulic system. After the tests carried out, the model proposed in this work showed a simple and functional hydraulic supply system, facilitating for the user the monitoring of the water supply operation for the residence, the project was elaborated using elements already existing in the residence in order to reduce costs for the user, an autonomous system was implanted in the water supply process of the residence, thus enabling practicality in the activation of the hydraulic pump and the monitoring of levels in the reservoirs of the residence.

Keywords: Automation. Water Supply System. Hydraulic System.

Automatização de um sistema de alimentação de água para residências

RESUMO

A escassez de água assombra cada vez mais o mundo, e a previsão para os próximos anos não é de água potável suficiente para todos, graças a poluição e desperdício que cresce a cada ano por uma população que cresce cada vez mais no globo, mas a escassez de água não é o único problema que enfrentamos. No Brasil, o país com a maior reserva de água doce do mundo, outro grande problema presente é o de abastecimento nas cidades, em várias regiões a população enfrenta um sistema de abastecimento ineficiente, que apresenta falhas no curso da água, de sua captação até a residência. O presente trabalho propõe uma melhoria no sistema de abastecimento de água residencial que utilizam bombas hidráulicas, automatizando o processo de alimentação dos reservatórios das residenciais, desenvolvendo um sistema autônomo permitindo ao usuário ter o controle do processo de abastecimento em sua propriedade. A importância do trabalho se faz pela dificuldade encontrada por moradores de regiões que sofrem com o abastecimento irregular de água em suas casas. O trabalho foi elaborado com base em uma pesquisa experimental, partindo de uma pesquisa bibliográfica em diversas literaturas como trabalhos acadêmicos, pesquisas e artigos, voltados ao estudo sobre abastecimento de água, sistemas hidráulicos e automação. Os estudos tiveram como base de pesquisa uma residência na zona norte de Manaus/Amazonas, onde ocorre irregularidades no abastecimento de água nessa região, fazendo com que os moradores utilizem sistemas hidráulicos para abastecer seus reservatórios residenciais. Além disso, para que o estudo tivesse melhores resultados, foi aperfeiçoado um protótipo para uma melhor observação da operação automatizada do processo de abastecimento em escala menor. Através de um sistema hidráulico já existente na casa, o processo de automatização do mesmo se deu pela elaboração de um sistema elétrico com a função de acionamento da bomba através de um Arduino® e para alimentação dos sensores responsáveis por indicar o nível de água nos reservatórios. Foi desenvolvido um sistema de monitoramento simples e prático baseado em um princípio elétrico e um sistema hidráulico. Após os testes realizados, o modelo proposto neste trabalho se mostrou um sistema de abastecimento hidráulico simples e funcional, facilitando para o usuário o acompanhamento da operação de alimentação de água para a residência, o projeto foi elaborado utilizando elementos já existentes na residência afim de reduzir custos para o usuário, foi implantado um sistema autônomo no processo alimentação de água da residência, possibilitando assim a praticidade no acionamento da bomba hidráulica e o acompanhamento de níveis nos reservatórios da residência.

Palavras Chaves: Automatização. Sistema de Abastecimento de Água. Sistema Hidráulico.

I. INTRODUÇÃO

Um dos principais desafios mundiais na atualidade é o atendimento à demanda por água de boa qualidade. O crescimento populacional, a necessidade de produção de alimentos e o desenvolvimento industrial devem gerar sérios problemas no abastecimento de água nos próximos anos [1].

Com o aumento da população, se elevou o consumo de água e o homementendeu a necessidade de executar grandes obras destinadas à captação, transporte e armazenamento da água, passando então a desenvolver técnicas de tratamento interferindo assim no ciclo hidrológico natural e gerando um ciclo artificial. Nas últimas décadas o consumo de água cresceu duas vezes mais do que a população e a estimativa é que a demanda cresça ainda 55% até 2050. Mantendo os atuais padrões de consumo, em 2030 o mundo enfrentará um déficit no abastecimento de água de 40% [2].

O Brasil é um dos países mais ricos em água doce do planeta, dotado de cerca de 12% de toda a água doce do planeta. Porém, sua distribuição não é uniforme em todo o território, a Amazônia é a região que detém a maior bacia fluvial do mundo, com o maior volume de água do planeta [3].

Em várias regiões do mundo a população enfrenta algum tipo de problema de água, seja ele de coleta ou abastecimento, em regiões secas no Brasil, a coleta de água é escassa, mas no país em que detém 12% da água doce do mundo [3], um grande obstáculo enfrentado é o de abastecimento de água em várias regiões, em regiões afastadas as famílias utilizam poços artesianos ou cisternas para o abastecimento de água. A ineficiência no abastecimento em residências urbanas também leva as famílias recorrerem à utilização de um sistema auxiliar de armazenagem e distribuição para garantir o fornecimento de água. Nesse caso o abastecimento é auxiliado por uma bomba hidráulica, tanto para a coleta de água em poços quanto para a alimentação de reservatórios.

Já é comum o uso de várias tecnologias nesses sistemas de abastecimento de água residencial, para garantir a eficiência na operação, que vão desde a instalação de sensores em reservatórios residenciais para o monitoramento do volume de água, até a automatização de acionamento de bombas hidráulicas para alimentação de reservatórios, o uso desses dispositivos se torna importante para garantir o perfeito funcionamento e evitar que ocorra a ausência de água nas residências. Esse trabalho se justifica, em razão da necessidade de se tomar um sistema de abastecimento de água residencial mais eficiente, automatizar sistemas de abastecimento é uma importante ferramenta para o monitoramento da operação, com a intenção de facilitar para o proprietário o acompanhamento da operação de abastecimento e assim identificar rapidamente algum problema que venha a surgir no decorrer da condução da água para o reservatório da residência.

A automatização desse sistema permitiria ao proprietário um maior controle da operação, com o acionamento da bomba caso um reservatório atingisse o volume mínimo e precisa-se ser alimentado por um outro reservatório ou poço.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com o [4], um sistema de abastecimento de água é concebido e projetado para atender pequenas populações ou grandes cidades, de acordo com características e porte de suas instalações. Caracteriza-se pela retirada da água da natureza, adequação de sua qualidade, transporte até os aglomerados humanos e fornecimento às populações em quantidade compatível com suas necessidades.

✓ Sistema de abastecimento individual

Problemas encontrados em algumas redes de distribuição pública, como a interrupção de abastecimento, pressão e variações da vazão de água nas redes de distribuição pública, levam os proprietários, a adotarem sistemas de abastecimento individuais como soluções provisórias ou definitivas. Algumas são soluções precárias para os centros urbanos, embora indicados para as áreas rurais onde a população é dispersa. Com a ineficiência do fornecimento de água pelo sistema público, adota-se a solução de recursos hídricos locais, como o sistema de poços (poço de lençol freático) ou poço artesiano.

O mais comum meio para bombeamento de água de poços, é a utilização de uma bomba centrífuga como podemos ver na figura 1.

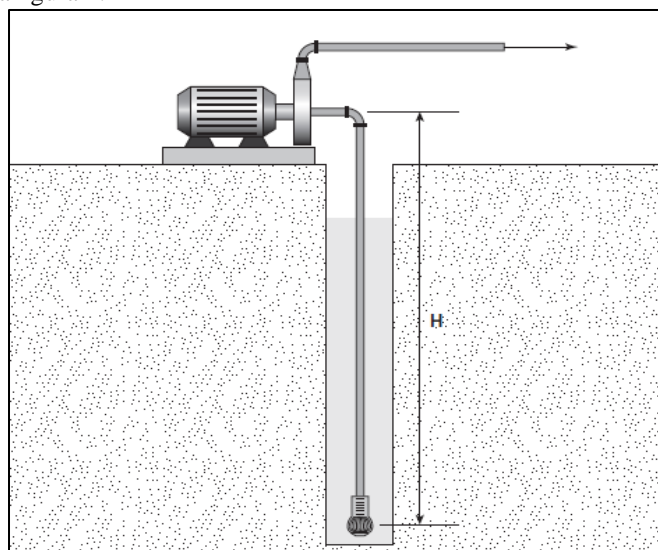


Figura 1: Bombeamento de água em poços através de bomba hidráulica.

Fonte: [5].

Esse sistema é adequado para poços pouco profundos, uma vez que a altura máxima de sucção de uma bomba centrífuga é teoricamente cerca de 10 metros. Mas na prática, devido a perdas nas tubulações, o valor máximo se situa na faixa de 7 a 8 metros [6].

➤ Reservatórios

Os reservatórios têm a função de atender residências que enfrentam algum problema de abastecimento de água, manter o abastecimento no caso de paralização do fornecimento de água. Pode agregar um sistema de poços ou cisternas, além de caixas d'água superiores funcionando como um reservatório extra, muito comum em áreas urbanas que enfrentam problemas de distribuição, onde costumam ser alimentados através de bombeamento de reservatórios inferiores [4].

São unidades hidráulicas de acumulação e passagem de água situados em pontos estratégicos do sistema de abastecimento residencial, de modo a atenderem as seguintes situações [5]:

- Garantir o fornecimento constante de água;
- Garantir a quantidade de água a ser usada;
- Garantir a vazão constante no sistema;
- Melhores condições de pressão no abastecimento.

➤ Bombas Hidráulicas

Bombas são máquinas geratrizes, com a finalidade de realizar o deslocamento de um líquido por escoamento, ela transforma o trabalho mecânico que recebe em energia [6]. A escolha por um outro sistema de abastecimento de água juntamente com o sistema de distribuição da concessionária provisório, ou permanente como ocorre em residências rurais onde não são atendidas pelo abastecimento público, requer o uso de motor-bombas para o bombeamento da água até os reservatórios, inferior ou superior de acordo com as características e necessidades da residência. De acordo com [5] as bombas d'água são recomendadas para poços com pouca profundidade, muito comum em sistemas de abastecimento hidráulico de água em residenciais.

➤ Bombas centrífugas

Bombas centrífugas são máquinas hidráulicas que tem como princípio de funcionamento a transferência de energia mecânica obtido através de palhetas e impulsores que giram no interior da carcaça (corpo da bomba), bombeando o fluido do centro para a periferia da carcaça. No seu interior a energia de velocidade é transformada em energia de pressão, o que possibilita o líquido alcançar o ponto final de recalque. A energia transformando o fluido em energia potencial (energia de pressão), é sua principal característica [6]. É o equipamento mais utilizado para bombear líquido em saneamento básico, irrigação de lavouras, edifícios residenciais e indústrias. Ideal para instalações de bombeamento de água em residências, abastecendo reservatórios com o bombeamento a partir de cisternas ou poços como mostra a Figura 2.

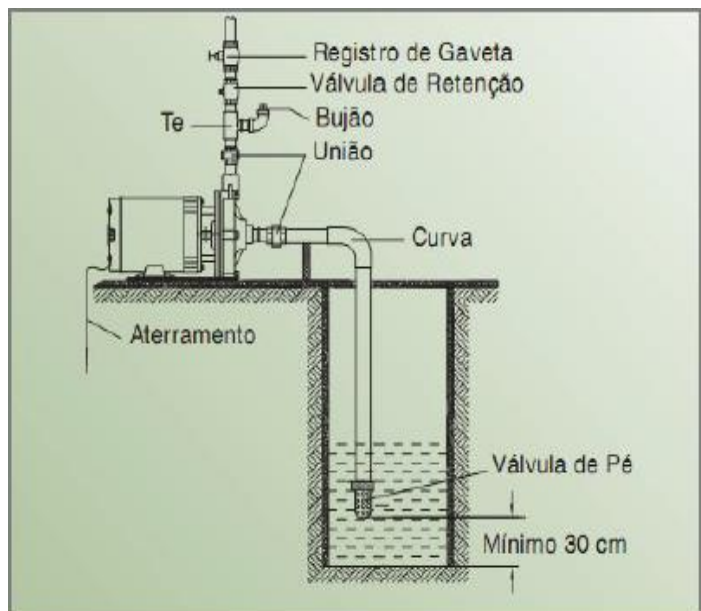


Figura 2: Esquema de instalação com bomba centrífuga de simples estágio.
Fonte: [7].

➤ Altura geométrica

Também chamado de altura estática, são desníveis geométricos a serem vencidos pelo fluxo no sistema, e pode ser dividido em dois estágios; altura de sucção e altura de recalque.

➤ Altura de sucção

A altura de sucção é a diferença entre o nível dinâmico da captação e o bocal de sucção da bomba, quando a água na captação está submetida a pressão atmosférica [8]. No entanto a altura de sucção não é limitada somente pela pressão atmosférica local, mas também, pelas perdas de carga, atrito e pela turbulência ao longo da sucção no interior da bomba. Em bombas centrífugas normais, instaladas ao nível do mar e com fluido bombeado a temperatura ambiente, esta altura não pode exceder 8 metros de coluna d'água (8 mca).

➤ Altura de recalque

É a altura entre o bocal de sucção da bomba e o ponto de maior elevação do fluido, até o reservatório [8], onde a cessão de energia ao fluido constituído pelas canalizações vence o desnível geométrico entre a bomba hidráulica e o reservatório superior.

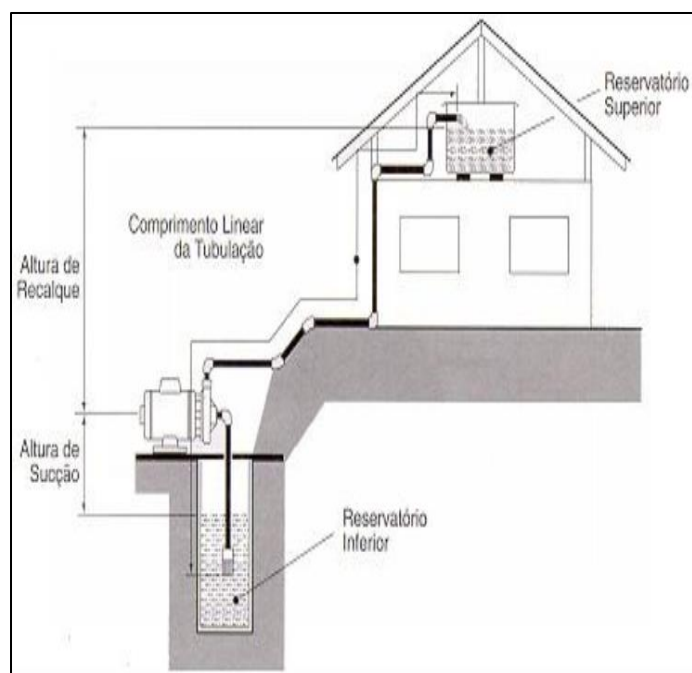


Figura 3: Esquema representando altura de sucção e altura de recalque.
Fonte: [8].

➤ Altura manométrica

É a soma das alturas de sucção e recalque, definida como altura geométrica. É a energia hidráulica que a bomba deverá transmitir ao líquido para transportar a vazão do reservatório inferior ao reservatório superior da instalação, vencendo o desnível geométrico, perdas de cargas por atritos e choques em conexões e tubulações, além da diferença de pressões nos reservatórios [8].

➤ Sensores de nível

Os sistemas hidráulicos automáticos têm se tornado cada vez mais comuns nas instalações residenciais urbanas ou em propriedades rurais, cada vez mais esses sistemas têm se tornado fundamentais. Existem diversas configurações para sistemas de controle de nível, sendo o mais comum deles o uso de dois sensores de nível para acionar uma bomba d'água [9]. De acordo com [9]

basicamente qualquer tipo de automação, pode realizar: detecção, transferência e avaliação de sinais.

Esse sistema possui um baixo custo de instalação, com diversos tipos de sensores no mercado de baixo custo e longa duração. Os sistemas têm também a facilidade de ser construído de forma caseira, e ser adaptado de acordo com as características de cada sistema de abastecimento.

Existem diversas opções de sensores de acordo com [9]:

- Boias magnéticas;
- Boia lateral;
- Sensores de imersão;
- Medição através de sensores de ultra-som.

Os sensores se tornaram importantes ferramentas nos diversos sistemas de abastecimento, tanto em grandes escalas, como na indicação de níveis de reservatórios, como em pequenos reservatórios domésticos.

Importante para o funcionamento e segurança do abastecimento, é responsável por indicar excessos ou baixo nível de água nos reservatórios. Sendo inclusive usados em acionamentos de bombas hidráulicas.

➤ Automação

Nas últimas décadas, com o avanço na engenharia eletrônica, foi possível o desenvolvimento de computadores e equipamentos sofisticados para serem utilizados em automação dos sistemas de abastecimento de água e esgoto sanitário. Como a automação consiste na substituição da ação humana pela mecânica ou por dispositivos criados pelo homem é de fundamental importância o conhecimento detalhado do funcionamento do sistema hidráulico e processos dos equipamentos eletromecânicos [10]. Utilizando-se de elementos como CLP ou Arduino®, sendo uma das principais ferramentas no campo da automação.

- Automação de sistemas de abastecimento de água

A automação tem como objetivo independentemente da característica do sistema de abastecimento, cumprir as tarefas [10]:

- Controle de energia elétrica;
- Integração operacional;
- Centralização operacional;
- Fazer o acompanhamento das operações de captação e distribuição de água;
- Possibilitar a operação e acompanhamento à distância, sem a necessidade de deslocamento até o ponto monitorado;
- Acompanhar o monitoramento em tempo real de variações de níveis nos reservatórios;
- Antecipar ao usuário, possíveis falhas ou qualquer problema que venha a surgir durante a operação de abastecimento ou distribuição.

III MATERIAIS E MÉTODOS

III.1 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este trabalho foi elaborado com base em uma pesquisa experimental, partindo de uma pesquisa bibliográfica em diversas literaturas como revistas especializadas, artigos, teses, dissertações, monografias, manuais dentre outros, com o intuito de avaliar possíveis soluções já existentes para o problema descrito,

assim como a elaboração de um modelo que possa se utilizar destas soluções de forma que solucione os problemas do nosso objeto de estudo.

De acordo com [11] a pesquisa bibliográfica é “um apanhado geral sobre os principais trabalhos já realizados, revestidos de importância, por serem capazes de fornecer dados atuais e relevantes relacionados com o tema”, com o objetivo de buscar trabalhos que abordem o mesmo problema e as soluções elaboradas, permitindo nos aprofundar mais no tema e atender aos objetivos propostos com esta pesquisa.

Em relação à pesquisa experimental [12], afirma que a mesma constitui-se da elaboração de um objeto de estudo, da seleção das variáveis capazes de influenciá-lo e definir formas de controle e observação dos efeitos produzidos pela variável no objeto de estudo, pois temos como meta o estudo de uma residência e a elaboração de métodos para solucionar o problema de falta de água.

Após apurar as bibliografias necessárias, fizemos um levantamento dos dados do objeto de estudo, sendo uma residência situada no bairro Manôa na cidade de Manaus, AM, composto por uma residência de 2 andares, sendo ocupada por 4 moradores. A água potável é fornecida pelo sistema público de distribuição de Manaus e é utilizado para consumo direto, higiene pessoal, limpeza da residência e preparo de alimentos. A água é utilizada em três banheiros, uma área de serviço e em torneiras para lavagem de utensílios domésticos.

III.2 COLETA DE DADOS

A coleta de dados partiu de um levantamento dos elementos já instalados na residência, com o intuito de realizar cálculos de dimensionamento e certificar se os mesmos atendem à demanda de forma segura.

Foi realizado a medição da altura em relação a bomba hidráulica e cisterna que alimenta a residência, bem como o comprimento total do encanamento, com o propósito de dimensionar se a bomba hidráulica possui a potência adequada. Anotamos os valores em tabelas para consulta posteriores, pesquisamos a amperagem de trabalho da bomba no catálogo da fabricante e dimensionamos o cabo elétrico e o disjuntor utilizado para garantir a segurança do sistema.

Realizou-se o dimensionamento dos elementos de monitoramento e automatização do sistema, como a determinação das fontes de alimentação baseadas na demanda do sistema e o requerimento mínimo para o funcionamento de elementos como o e as lâmpadas LED.

Aplicamos em um protótipo em menor escala, com o propósito de facilitar o estudo dos sensores empregados e do programa de automação em situações controladas. Anotamos os resultados obtidos em todos os testes e diagnosticamos os possíveis erros na construção do protótipo, para posterior aplicação no objeto de estudo.

Realizado os testes com diferentes configurações de posicionamento dos sensores de nível do tipo boia, buscando garantir que não ocorram falhas durante o funcionamento da bomba. Foram criadas situações de falta de abastecimento de água no sistema e observou-se como o sistema reage, e também evitar que haja desperdício de água. Detectou-se os possíveis problemas envolvidos com a programação do Arduino®, e observamos quais eram os erros mais comuns. Utilizou-se um programa que dispensasse atuação do usuário, e isto requer a confiabilidade no

programa, além optar pela utilização de um programa simples e eficiente.

Observou-se também se os medidores de nível de água estavam funcionando como o desejado, marcando corretamente o nível das cisternas, ou se apresentavam falhas de contato elétrico. Foi checado se os LED estavam recebendo energia elétrica e iluminando corretamente. Foi feita uma vistoria geral para detectar se todos os cabos elétricos estavam devidamente isolados e se não havia perigo de choques elétricos.

IV RESULTADOS E DISCUSSÕES

IV.1 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS COLETADOS

Os dados obtidos na medição da residência se encontram compatíveis, podendo ser utilizados no projeto proposto. A potência da bomba hidráulica instalada mostrou-se superior a desejada no cálculo, aumentando a vazão desejada de $0,5m^3/s$ para $8,5m^3/s$. De acordo com a tabela (2) que veremos a diante neste trabalho, a tubulação utilizada pela residência não é ideal para a potência da bomba hidráulica, sendo necessário a utilização de uma tubulação de 2 polegadas.

O dimensionamento dos elementos presentes no sistema da residência mostra que estão de acordo com o que descreveu [5] sobre o sistema de abastecimento individual, onde se adota um sistema com elementos e soluções provisórias ou definitivas, com a utilização de tubulações e a escolha de bombas d'água sem o devido dimensionamento.

Durante os testes em protótipo, observou-se que a garrafa PET de 2L utilizada para representar a cisterna inferior possui um volume demasiadamente pequeno, e a potência da bomba hidráulica retirada da máquina de lavar utilizada para simular o protótipo é muito superior, o que dificultou a análise o ciclo. Desta forma, a utilização da cisterna inferior ter o dobro de volume da cisterna superior, quando for implantado este projeto na residência de estudo, se faz necessário.

Os elementos adicionais que foram utilizados para a elaboração do protótipo foram comprados seguindo os valores calculados conforme descrito neste trabalho. A lista dos Itens para a compra está listada no Anexo A e possui a quantidade necessária dos elementos, bem como a especificação dos elementos. Durante as simulações no protótipo o controle do processo de ativação da bomba hidráulica por meio dos sensores de nível se provaram funcionais. Foi provado o funcionamento dos LEDs de detecção de nível da água, mesmo na cisterna inferior onde a vazão de água era muito superior.

Durante o experimento com o sensor de nível não se detectou nenhum problema na ativação e no desligamento da bomba hidráulica. A autonomia do sistema ocorreu com segurança e a atuação do usuário não se fez necessária, mesmo em situações que simulamos a falta de água.

Devido a problemas na distribuição de água pela concessionária responsável, projetou-se um sistema de armazenamento de água, utilizando-se duas cisternas, uma localizada na parte abaixo, utilizada para armazenamento da água vinda da rede de distribuição pública, a bomba hidráulica para transportar a água, e uma segunda cisterna localizada em uma base elevada a 4,00m, responsável por suprir a residência. Além disso, a utilização de dispositivo para controle e automatização deste sistema e testa em um protótipo.

Foi feito um levantamento a respeito dos materiais necessários para o projeto, tais como: Cisterna de água; Bomba

hidráulica; Placa Arduino® Uno; Conjunto de Sensor de nível caseiro; Fita de LEDs; Relé 110/220V.

Após a apuração dos materiais, iniciou-se a parte de dimensionamento dos mesmos para que seja aplicado na residência descrita anteriormente. A fim de melhor compreensão, eles serão divididos nas respectivas áreas: hidráulica, elétrica, automatização e protótipo.

IV.2 O SISTEMA HIDRÁULICO

IV.2.1 CISTERNA

O sistema hidráulico possui em sua instalação a cisterna Fortlev 1500 litros de polietileno para a cisterna superior, enquanto para a cisterna inferior utilizamos uma de mesma marca, porém com 3000 litros de capacidade. Foi selecionado com o dobro de volume entre ambas com o intuito de que sempre haja água disponível na cisterna inferior e evitar que a cisterna superior fique sem água quando solicitado. De acordo com [13], para uma residência de até 5 pessoas, a cisterna inferior deve possuir 3/5 de volume adicional para um consumo de dois dias. Dessa forma, para 1500L, deve haver um adicional de 900L, resultando em 2400L. Sugere-se a obtenção de uma cisterna de 3000L.

Tais especificações vão de acordo com o [14], que ressalta que o reservatório inferior será alimentado pela rede de distribuição e alimentará o reservatório superior por meio de um sistema de recalque (conjunto moto-bomba), e em seguida alimentará os pontos de consumo da residência por gravidade.

IV.2.2 BOMBA HIDRÁULICA

Para seleção da bomba hidráulica utilizou-se o manual da fabricante de bombas Meka. Segundo o [15], para fazer a seleção adequada de uma bomba hidráulica são necessários estipular uma vazão para o sistema e calcular os desníveis de sucção, os desníveis de recalque, as perdas de atrito na tubulação e no recalque e as perdas de atrito nas conexões hidráulicas, representado pelas seguintes equações:

$$ATM = H + h + Perdas \quad (1)$$

Onde ATM se refere a altura manométrica total do sistema, onde: H é a altura medida de sucção, e é medida da ponta do encanamento até a entrada da bomba;

h é a altura de recalque, sendo medida da altura da saída da bomba até a entrada da cisterna;

Perdas de cargas em conexões, cujo os valores obtidos com as equações a seguir.

Os valores de perdas são calculados de acordo com as seguintes equações:

$$Perdas \text{ sucção} = \frac{(Altura \text{ Sucção} + Perdas \text{ Conexões}) \cdot Perda \text{ atrito}}{100} \quad (2)$$

Os valores das perdas de altura de sucção são obtidos medindo a tubulação de sucção, que corresponde a tubulação que vai da saída da cisterna inferior até a entrada da bomba hidráulica, somando perdas de cargas em conexões na tubulação, que corresponda aos valores obtidos na tabela abaixo na tabela 1, e levam em conta o diâmetro da tubulação e as conexões presentes no sistema.

Tabela 1: Perdas de carga em conexões.

Tabela de Perda de Carga em Conexões													
Em metros de Tubulação Equivalente													
Conexões	Diâmetro das Conexões												
	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"	2"	2.1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"
Reg. Gaveta	0,10	0,12	0,18	0,20	0,28	0,34	0,46	0,65	0,83	1,10	1,50	1,80	2,37
Reg. Globo	5,00	6,80	9,70	11,80	16,00	20,00	26,00	37,00	48,00	60,00	83,00	103,00	135,00
Válv. Retenção	1,10	1,50	2,10	2,50	3,40	4,30	5,50	7,70	10,20	12,60	17,60	21,70	28,60
Curva 90°	0,30	0,40	0,60	0,70	1,00	1,20	1,50	2,00	2,80	3,50	4,90	6,00	7,90
Cotovelo 45°	0,30	0,40	0,50	0,60	0,90	1,10	1,40	1,90	2,50	3,20	4,40	5,40	7,10
Cotovelo 90 Tee	0,60	0,80	1,10	1,30	1,80	2,20	2,90	4,00	5,20	6,50	9,00	11,30	14,80
Válv. De Pé	10,80	14,90	21,00	26,00	35,00	44,00	57,00	79,00	100,00	130,00	180,00	225,00	300,00

Fonte: []. Catalogo de Bombas - MEKA (2010, p. 63)

Os valores das perdas de altura de sucção são obtidos medindo a tubulação de sucção, que corresponde a tubulação que vai da saída da cisterna inferior até a entrada da bomba hidráulica, somando perdas de cargas em conexões na tubulação, que corresponda aos valores obtidos na tabela 2 a tabela em anexo C, e

levam em conta o diâmetro da tubulação e as conexões presentes no sistema. A perda de carga por atrito é um percentual obtido em tabela levando em conta a vazão desejada e o diâmetro da tubulação, de acordo com a tabela 2:

Tabela 2: Perdas de cargas por atrito em tubulação.

Tabela de Perda de Carga por Atrito em Tubulação													
Para cada 100 metros (Ferro ou Aço)													
Vazão m ³ /h	Diâmetro da Tubulação												
	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"	2"	2.1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"
0,5	2,00	0,70	0,20										
1,0	7,50	2,70	0,75	0,22	0,08								
1,5	16,00	6,00	1,60	0,50	0,17								
2,0	27,00	10,00	2,70	0,80	0,28	0,07							
2,5	35,00	16,00	4,50	1,40	0,40	0,12							
3,0	58,00	21,50	6,00	1,80	0,60	0,16	0,05						
3,5	80,00	28,00	8,00	2,40	0,80	0,22	0,08						
4,0	100,00	37,00	10,00	3,00	1,05	0,27	0,10						
4,5		45,00	12,00	3,70	1,30	0,32	0,12						
5,0		55,00	15,50	4,70	1,60	0,42	0,15						
5,5		65,00	18,00	5,50	2,00	0,50	0,17						
6,0		80,00	22,00	6,60	2,20	0,60	0,20	0,07					
6,5		95,00	25,00	7,50	2,40	0,70	0,26	0,08					
7,0			29,00	8,30	3,00	0,80	0,28	0,10					
7,5			35,00	11,00	3,50	0,90	0,30	0,12					
8,0			37,00	11,50	3,90	1,00	0,35	0,13					
8,5			38,00	13,00	4,50	1,20	0,40	0,16					
9,0			40,00	14,00	4,80	1,25	0,45	0,18					
9,5			50,00	15,00	5,10	1,40	0,47	0,19					

Fonte: [15].

De forma, semelhante perda altura de sucção, as perdas de altura de recalque são calculadas de forma semelhante, utilizando os valores da altura de recalque.

$$Perdas\ Recalque = \frac{(Altura\ recalque \cdot Perdas\ Cargas) \cdot Perda\ atrito}{100} \quad (3)$$

No sistema estudado, nós temos os seguintes valores:

- Vazão mínima: 0,5m³/h

Sucção:

- Altura de sucção: 0,5m
- Tamanho da tubulação: 0,7m
- 2 curvas de 1 polegada em 90°
- 1 registro de 1 polegada

Recalque

- Altura de recalque: 5,05m
- Tamanho da tubulação 10,53m
- 8 curvas 1 polegada em 90°

Optou-se por utilizar uma vazão de referência de $0,5m^3/h$ por questões de segurança, uma vez que não precisamos ter uma vazão muito alta para o nosso sistema. Os diâmetros da tubulação correspondem aos valores obtidos com a medição da rede já existente.

Utilizando as tabelas (1) e (2) de referência e as equações Eq. (1), (2), (3), temos:

$$Perdas\ sucção = \frac{[0,7 + (2 \cdot 0,40)] \cdot 0,70}{100} = 0,0105m$$

$$Perdas\ recalque = \frac{[10,53 + (8 \cdot 0,40)] \cdot 0,70}{100} = 0,09611m$$

$$ATM = 5,05 + 0,5 + 0,0105 + 0,09611$$

$$ATM = 5,65661m$$

Encontra-se então, que a altura manométrica total é de aproximadamente 5,7 metros. Levando em conta uma vazão mínima de $0,5m^3/h$, devemos calcular a potência da bomba, que é definida pela equação:

$$P = \frac{\delta \cdot Q \cdot H_t}{75 \eta_t} \tag{4}$$

Onde temos:

Q: vazão em m^3/s

H_t : Altura manométrica total (ATM)

η_t : Rendimento total (%)

δ : Peso específico da água (Kg/m^3)

$$P = \frac{1000 \cdot 0,00013 \cdot 5,65661}{75 \cdot 0,98}$$

$$P = 0,010 CV$$

Com base nos valores obtidos, encontra-se uma grande variedade de modelos para escolher no catálogo. Na residência que foi elaborado o estudo, está instalada uma bomba de modelo Meka VH-1 de 1/3 CV

Na tabela 3, vemos os dados da bomba instalada na residência.

Tabela 3: Tabela de Rendimentos da bomba.

Tabela de Rendimentos																		
Modelo	CV	Bocais		Altura Monométrica Total (MCA)														
				02	03	04	05	06	07	08	09	10	12	14	16	18		
		Sucção	Recalque	Vazão em metros cúbicos por hora														
VH-1	1/3	1.1/2"	1.1/2"	11	10,5	9,9	9,1	8,5	7,5	6,5	5,5	4,4	1					
VH-2	1/2			12,6	11,5	10,8	9,5	9,1	8,5	7,6	6,7	5,6	2,5					
VH-3	3/4			14,6	14,2	13,8	13,1	12,6	11,5	10,5	9,5	9	7,5	3,5				
VH-4	1			16	15,6	15,1	14,5	14,1	13,4	12,8	12	11	8	4				
VH-5	1,5			21,8	21	20,5	19,9	19	18	17,2	16,2	15,2	13	10	6	1,2		
VH-6	2			25	24,5	24	23	22	21	20	19	17	15	12	8	3		

Fonte: [15].

Nota-se que para a altura manométrica da residência estudada é a vazão é de $8,5m^3/h$.

Observa-se que a bomba é capaz de satisfazer o sistema estudado, embora a vazão se tome um tanto elevada. Estando de acordo com [5] que ressalta que as bombas d'água são recomendadas para poços com pouca profundidade, muito comum em sistemas de abastecimento hidráulico de água em residências.

IV.3 O SISTEMA ELÉTRICO

O sistema elétrico para o acionamento da bomba através do Arduino® e para alimentação dos sensores é bastante simples. O acionamento da bomba foi feito utilizando-se de um relé de 110/220 V acionado por 5V, como observado na figura 1.

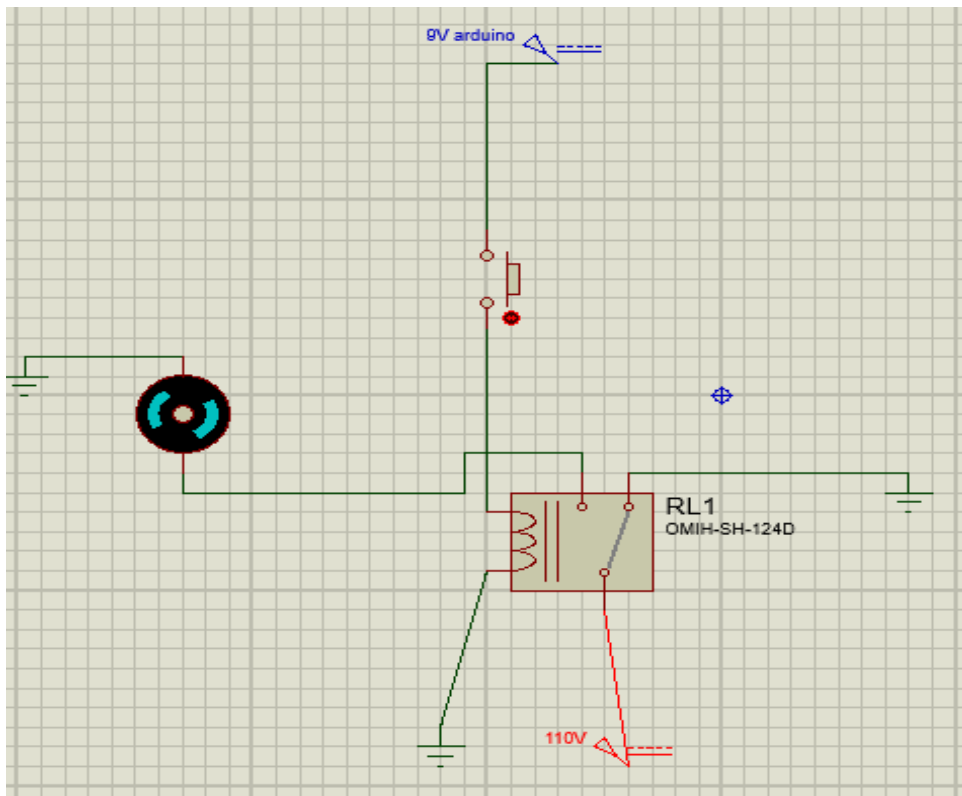


Figura 4: Esquema Elétrico.
Fonte: Autores, (2016).

Dessa forma, como observado na figura o relé é alimentado pela rede elétrica de 110V, e na entrada da bobina do relé liga-se ao Arduino®, enquanto na entrada normalmente aberta conecta-se na bomba, de forma que quando o Arduino® envia o

sinal elétrico ativa o relé, fechando o chaveamento da bobina, ativando a passagem de corrente elétrica, que, por sua vez ativa a bomba. O relé utilizado é um relé Goodsky GS-SH-205t, e possui as seguintes características, conforme a tabela 4:

Tabela 4: Datasheet do relé.

Load Type	GS (D)	GS (T)	GS (L)
Rated Load (Resistive)	1A 120VAC	1A 120VAC	1A 120VAC
	2A 24VDC	2A 24VDC	2A 24VDC
Rated Carrying Current	2A	2A	2A
Max. Allowable Voltage	AC 120V	AC 120V	AC 120V
	DC 24V	DC 24V	DC 24V
Max. Allowable Current	2A	2A	2A
Max. Allowable Power Force	120VA	120VA	120VA
	48W	48W	48W
Min. Switching Load	DC 1V, 1mA	DC 1V, 1mA	DC 1V, 1mA
Contact Material	Ag Alloy	Ag Alloy	Ag Alloy
Contact Form	DPDT	DPDT	DPDT

Fonte: [16].

Com base nos dados da tabela, observa-se a faixa de operação do relé suporta até 120V. Por razões de segurança, a bomba está ligada a um disjuntor, cuja potência é calculada pela lei da Potência:

$$I = P/V \quad (5)$$

Onde I se refere a corrente elétrica, P é a potência da bomba em watts e V é a voltagem.

Temos que:

$$I = \frac{245,1}{127}$$

$$I = 1,92A$$

Em cima deste valor obtido aplicamos 20% acima deste valor, para aumentar a segurança do sistema, então obtivemos I= 2,28A. Para determinar o diâmetro do cabo, utilizou-se de uma tabela 5 de cabos.

Tabela 5: Tabela de seleção da secção do cabo.

Corrente elétrica	Seção do cabo (mm ²) de acordo com comprimento do cabo (metros)				
	Até 1m	1m a 2m	2 a 3m	3 a 5m	5 a 7m
1 a 20Aa	4.00	4.00	4.00	4.00	6.00
20 a 30Aa	4.00	4.00	6.00	6.00	13.30
30 a 40A	4.00	4.00	6.00	13.30	13.30
40 a 60A	6.00	6.00	13.30	13.30	13.30

Fonte: [17].

De acordo com a tabela e considerando a distância entre a bomba e o disjuntor é de 2m, utilizamos um cabo de 4.00mm. A fonte utilizada deve possuir uma potência suficiente para o funcionamento dos LEDs indicadores de nível. Selecionou-se um LED que trabalha com uma voltagem de 12V devido a praticidade de não ser necessário a construção de um sistema elétrico, o qual necessitaria dimensionar os resistores entre outros empecilhos, e a fonte utilizada foi uma fonte externa de 12V. O funcionamento do medidor de nível será descrito adiante no trabalho. Em relação ao Arduino®, segundo o seu datasheet presente do anexo g, observamos que se recomenda a utilização de uma fonte de 6V. Optamos por utilizar uma fonte de 9 volts, para alimentar tanto o Arduino®, quanto o sensor de nível do tipo boia, pois estes também necessitam de energia elétrica para funcionamento.

IV.4 AUTOMATIZAÇÃO

Com o objetivo de tornar o sistema dinâmico e independente da deficiência abastecimento do sistema público, foi desenvolvido um sistema de monitoramento do nível de água, e um sistema de automatização do mesmo.

IV.4.1 SISTEMA DE MONITORAMENTO

Para o sistema de monitoramento, desenvolveu-se um sistema simples baseado em um princípio elétrico. Ele consiste em um conjunto de fios elétricos ligados em paralelo e são alimentados por uma fonte de 12V. Estes fios são interligados seguimentos da fita de LED descrita anteriormente, e representam o nível de água presente na cisterna, sendo divididos em 4 níveis e um nível comum. Cada nível possui um segmento de fita de LED composto por 3 LEDs que é aceso quando a água atinge determinado nível. Cada nível é ligado a uma fonte de energia em paralelo e, conforme o nível da água sobe e entra em contato como parafuso, este acaba fechando contato elétrico. Para o funcionamento correto, é necessário que pelo menos um dos fios esteja sempre em contato com a água, para garantir a presença de corrente elétrica no conjunto em paralelo, sendo este categorizado como o fio comum. Cada nível é possui um parafuso inox de 1 polegada, responsável por realizar o contato elétrico com a água. Cada parafuso inox é montado em uma estrutura de canos de PVC, de forma que apenas o parafuso estará em contato com a água. O sistema elétrico funciona de forma semelhante a imagem da figura 5.

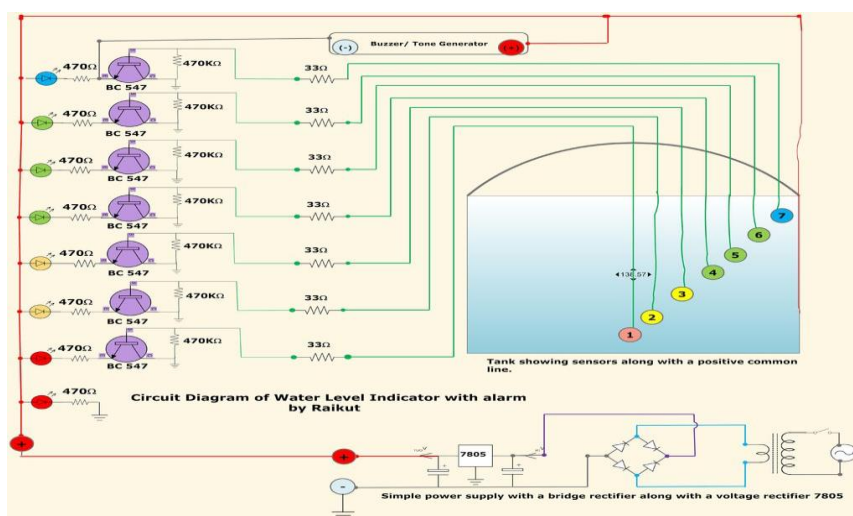


Figura 5: Funcionamento do esquema elétrico do sensor.

Fonte: Autores, (2016).

IV.5 O SISTEMA DE AUTOMATIZAÇÃO

Para automatizar o sistema, utilizou-se um Arduino® uno [19] em conjunto com boias de nível, tanto na cisterna inferior, a fim de garantir que não falte água na cisterna inferior para dar início na bomba, quanto na cisterna superior, para não permitir que falte água e para fazer o desligamento quando a cisterna estiver cheia.

IV.6 PROTÓTIPO

Com o propósito de realizar testes e garantir a funcionalidade de todo o sistema descrito, desenvolveu-se um modelo em menor escala, utilizando-se de elementos caseiros. O dimensionamento dos elementos foi realizado conforme foi descrito na seleção de disjuntor da bomba [21]. Obtemos então:

Disjuntor: conforme a equação (5), temos:

$$I = \frac{34}{177} = 0,25A, \text{ com acréscimo de 20\% de segurança, temos: } I = 0,55A$$

Selecionou-se o uso de um disjuntor Siemens Monopolar 5sx1 C1 de 1A. O disjuntor utilizado tem uma margem de tensão de atuação de até 380V e 3kA, sendo possível ser utilizado para o experimento [21].

Os medidores de nível foram construídos apenas utilizando apenas a ponta dos fios em contato com a água, sem a estrutura de PVC, pois devido as proporções em menor escala se tornou inviável a elaboração da mesma [22]. Para garantir a segurança, cobrimos os fios com uma camada de termo retrátil [23].

A ligação elétrica também obedece ao que foi descrito anteriormente no trabalho, incluindo apenas um interruptor e duas lâmpadas de LED. A inclusão destes é feita na entrada, antecedendo do disjuntor da bomba, sendo adicionado mais um disjuntor para segurança. Este disjuntor incorpora a ligação com as fontes do Arduino® e com a fonte do monitor de nível, de forma a integrar todos estes elementos em uma única ligação elétrica. A seleção deste é semelhante a seleção do disjuntor para a bomba, por isso se utilizou de um disjuntor de 1A. É feita a ligação entre o disjuntor da bomba hidráulica, o disjuntor geral e o interruptor, e todo o sistema é alimentado pela corrente elétrica de 110V. Temos também a inclusão de dois LEDs, um verde e um vermelho que indicam se o sistema está em funcionamento ou não. Estes estão ligados em conjunto com a bomba hidráulica, de forma que quando a bomba estiver ligada, o LED verde acende e quando estiver desligada, o LED vermelho é aceso.

A ligação hidráulica possui uma garrafa PET 2L para representar a cisterna inferior e um suporte de geladeira que representa a cisterna superior. Foi incluído um registro que interliga a cisterna superior e inferior, formando um sistema fechado, o qual utilizou-se para testar todo o sistema de monitoramento e automatização, simulando a falta de água e a confiabilidade do sistema como um todo [24-32].

V. CONCLUSÃO

O trabalho foi desenvolvido com o objetivo da elaboração de um sistema de armazenamento de água para residências que sofrem com o problema de abastecimento de água. Muitos bairros da cidade de Manaus sofrem com falta de água, ocasionado pela

ineficiência no sistema da concessionária de água em prover o abastecimento regular para toda a população, causando assim dificuldades para as famílias em suas atividades diárias. Em virtude destes problemas, buscamos com este trabalho a elaboração de um sistema autônomo de armazenamento e alimentação de água para uma residência, de forma a auxiliar os moradores em relação aos problemas de abastecimento. Durante a elaboração deste realizamos dimensionamentos residenciais que utilizamos como objeto de estudo, pesquisamos quais os elementos estavam instalados e adicionamos ao projeto os elementos seguros para a utilização. Desenvolveu-se um protótipo onde testamos o modelo de automatização que propomos, para por fim, ser aplicado futuramente na residência.

Foi constatado que a bomba hidráulica disponível pode ser utilizada no projeto final, pois a mesma apresenta uma potência compatível para a altura de 4 metros da cisterna já instalada. Entretanto, durante os cálculos verificou-se a necessidade de alteração do encanamento, pois o mesmo possui um diâmetro inferior ao recomendado no catálogo da bomba hidráulica. Em relação a cisterna utilizada para o armazenamento da água obtida do sistema pública, sugere-se a utilização de uma cisterna com o dobro de volume da cisterna que supre a residência, pois se faz necessário sempre que a cisterna de armazenamento tenha água para a alimentação da cisterna que alimenta a residência. Nos testes realizados no protótipo, obtivemos resultados positivos, tanto no funcionamento do acionamento via Arduino®, quanto nos sensores de nível. Foi obtido êxito em criar um programa simples e funcional e que dispensasse a atuação do usuário, garantindo segurança e praticidade para o cliente.

Dessa forma, este projeto além da automatização do sistema, dá ênfase no monitoramento da operação de abastecimento, levando em conta o quão é importante o acompanhamento da operação, para que seja identificado e diagnosticado com antecedência algum obstáculo ou defeito como sistema antes que comprometa o abastecimento na casa. Levando assim eficiência no abastecimento e diminuindo bastante a porcentagem de ocorrer algum problema e garantir o abastecimento contínuo da água na residência [33-36].

Tendo esse trabalho como objetivo propor um modelo de automatização de um sistema de abastecimento, foram encontradas diversas soluções disponíveis e incorporou-se ao projeto de automatização de um sistema de abastecimento residencial. Foram realizadas medições na residência, dimensionou-se os elementos hidráulicos e elétricos. A bomba hidráulica já instalada é compatível com a altura de 4m da cisterna superior. Entretanto foi constatada que a tubulação da residência necessita ser trocada por uma tubulação de 2 polegadas devido a potência que opera a bomba. Foi desenvolvido um sistema autônomo e implantado em um protótipo para testes, e utilizou-se de um Arduino® e um relé de 5V, para monitoramento desse sistema provou-se funcional e permitiu o acompanhamento do processo de abastecimento residencial em questão. Todos os sensores de nível de monitoramento e de atuação implantados no protótipo foram simulados com sucesso, observando o sistema em menor escala, e obteve-se melhores resultados antes de aplicar no sistema de abastecimento da residência em estudo.

Levando-se em consideração estes aspectos, neste trabalho propomos um modelo funcional de um sistema de abastecimento hidráulico que traz facilidade para pessoas que sofrem com o problema de abastecimento em suas residências. Foi possível a elaboração de um projeto simples, que fosse eficiente e que se utilizasse dos elementos já existentes na residência com o

propósito de reduzir os custos para o cliente final, mas sem descartar a segurança. Possibilitou-se também garantir a praticidade, pois em virtude das dificuldades enfrentadas em garantir a alimentação contínua de água para a residência por meio do sistema público, este projeto se utiliza de um sistema autônomo funcional.

Dado os custos para a implantação do sistema propostos sendo alto, sendo necessários diversos itens adicionais que não se encontram em qualquer residência, sendo os itens mais caros as cisternas, devemos destacar que na residência que utilizamos como material de estudo já possuía uma bomba hidráulica e uma cisterna já instalada, o que proporcionou uma economia para o projeto como um todo. Em contrapartida, observa-se que o projeto descrito proporciona uma grande praticidade para o usuário, pois não se faz necessário a atuação. Destaca-se também que apenas o sensor que monitora o nível da água e o micro controlador funcionam em tempo integral, garantindo uma maior economia de energia, pois a atuação da bomba só é ativada quando necessário. O trabalho proposto pode ser implementado com novas tecnologias e funcionalidades, visando o controle do consumo de água e a economia financeira, pois estes pontos são sempre relevantes para o usuário final. Entre alguns estudos que podem ser realizados em conjunto com este trabalho destacamos: a implementação de uma unidade de *Ethernet* no Arduino® para monitoramento a distância; A integração com um aplicativo de celular que realize a medição do custo do consumo de água e o custo de energia com a bomba hidráulica; E um estudo da economia para o usuário final em utilizar o sistema proposto em sua residência, são alguns itens relevantes a serem pesquisados em conjunto com o sistema proposto.

VI. AGRADECIMENTOS

A JL Automação pelo apoio dado a elaboração do protótipo que utilizamos neste trabalho.

VII. REFERÊNCIAS

- [1] Grassi, Marco Tadeu. **As Águas do Planeta Terra, Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**. 2001. 40 p.
- [2] EBC Agência Brasil. UNESCO: **Mundo Precisar Mudar Consumo para Garantir Abastecimento de Água**. Mariana Tokarnia. 2015. Disponível em: <agenciabrasil.ebc.com.br/internacional/noticia/2015-03/mundo-precisara-mudar-consumo-para-garantir-abastecimento-de>. Acesso em 08 de Nov. 2016.
- [3] Rebouças, Aldo. **Águas Doces no Brasil**. São Paulo. 2002.
- [4] FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de Saneamento**. 3ª ed. rev. Brasília. 2006. 408p.
- [5] FRANKLIN ELECTRIC INDÚSTRIA DE MOTOBOMBAS. S.A. **Manual de Instruções das Bombas e Motobombas**. Joinville. 60 p.
- [5] Carvalho, Roberto de Júnior. **Instalações Hidráulicas e o Projeto de Arquitetura**. 1ª ed. rev. São Paulo. 2013. 89 p.
- [6] Brasil Alex N. **Máquinas Termohidráulicas de Fluxo**. 2010.30p.
- [7]iCOS. Automação e Proteção de Bombas Centrífugas. 2016. Disponível em: <www.icos.com.br/folhetos-tecnicos/protecao-de-bomba-cetrifuga/> Acesso em 01 de Nov. 2016
- [8] SCHNEIDER MOTOBOMBAS. **Termos Hidráulicos Mais Usados em Bombeamento**. 2 p. (2016).
- [8] Homero, Soares. **Máquinas Hidráulicas**. Cap. IV. 2012.31p.
- [9] Maia, Marcelo. **Indicadores de nível de água: Projeto de Montagem que Acompanha o Indicador**. 2015. Disponível em: <<http://www.inac9v.com.br/2014/02/ao-apertar-o-botao-o-led-indicador.html>> Acesso em 09 de nov. 2016 as 12:55pm
- [10] Hermini, Helder Aníbal. **Sensores de Nível e Capacidade**.34p. 2011.
- [11] Tsutiya, Milton Tomoyuki. **Abastecimento de Água**. 3ª ed. São Paulo. 2006. 643 p.
- [12] Lakatos, Eva Maria; Marconi, Maria de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. Atlas, 2008.
- [13] Gil, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo. Atlas, 2002.
- [14] Massno, Renato. **Sistemas de água fria: Dimensionamento das instalações**. <<http://www.renatomassano.com.br/dicas/residencial/dimensionamento-das-instalacoes.asp>>. Acesso em 18 de Nov. 2016 as 08:40am.
- [15] Figueiredo, Chenia Rocha. **Equipamentos Hidráulicos e Sanitários**. Brasília. 2007. 91p.
- [16] Goodsky. **GS Electromagnetic Relay**. Taiwan, 2016. 217 p
- [17] Grah, Márcio. **Som & Carro**. São Paulo em abril de 1998.n 19.
- [18] ABNT – NBR 5626. **Instalações Prediais de Água Fria**. 1998.
- [19] ARDUINO – ARDUINO BOARD UNO: **Technical Specs**. Disponível em <<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>> Acesso em 09 de nov. 2016, as 12:45 pm.
- [20] Rebouças, Aldo de C. **Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez**. 2003. 341-345 p.
- [21] SIEMENS. **Catalogo Disjuntores 5SX1, 5SP, 5SY**. São Paulo, 2016. 2p.
- [22] Botelho, Manoel. **Instalações Hidráulicas Prediais, Utilizando tubos plásticos**. 4ª ed. Blucher. 2014. 407p.
- [23] Gaya. **Catálogo LED 2016**. São Paulo. 2016. 40p.

[24] Mattede, Henrique Mundo da Elétrica: **Controle de Nível de Reservatório**. 2016. Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/control-de-nivel-de-reservatorio/>> Acesso em 10 de Out. 2016.

[25] Mattede, Henrique Mundo da Elétrica: **Automação de Reservatório com Arduino e Sensores de Nível**. 2016. Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/automacao-de-reservatorio-com-arduino-e-sensores-de-nivel/>> Acesso em 10 de Out. 2016.

[26] Brugnari, Arthur; Maestrelli Luiz Henrique. **Automação Residencial Via WEB**. Curitiba. 2010. 36 p.

[27] Carolino, Ricardo Duarte. **Análise do Sistema Hidráulico em Residências**. Porto Velho. 2014. 65 p.

[28] Deleski Geovane Assis. **Automação de Sistemas de Abastecimento de Água**. Porto Velho. 2012. 100p.

[29] PROJETO. **Brasil das Águas, Revelando o Azul do Verde e Amarelo**. 2016. Disponível em: <brasildasaguas.com.br/educacional/a-importancia-da-agua/> Acesso em 09 de Nov. 2016.

[30] Fortlev. **Guia de Instalação: Soluções para Cuidar da Água**, Caixa d'água de Polietileno. São Paulo 2015, 5 p.

[31] INSTRUCTABLES. **Water Level Indicator with Alarm**. Raikut, 2016. Disponível em: <<http://www.instructables.com/id/Water-Level-Indicator-with-Alarm/>> Acesso em 09 de nov. 2016, as 12:50p.

[32] Siqueira, Leila Aparecida. **Água Fonte de Vida**. Medianeira. 2011. 54 p.

[33] Medeiros, Carlos Fernandes. **Abastecimento de Água**. Campina Grande. 2006. 147 p.

[34] SO BIOLOGIA. **A Água**. 2016. Disponível em: <www.sobiologia.com.br/conteudo/Agua/> Acesso em 01 de Out. 2016.

[35] Vital, A. **Água no Brasil**. 2012. Disponível em: <<https://www.portalvital.com/saude/saude/a-agua-no-brasil>> Acesso em 05 de Nov. 2016.

[36] WORLD RESOURCES INSTITUTE. **Roots of Resilience – Growing the Wealth of the Poor**. Washington. 2008. 262 p.



Installations of cisternas: An Analysis in the Semi-arid Region of Paraíba State

Sara Almeida de Figueiredo¹, Tarciso Cabral da Silva², Taysa Tamara Viana Machado³,
Jobson Targino Dias⁴ & Thiago Pires Bezerra⁵.

^{1,2,3,4,5}Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

Email: sara.afigueiredo@hotmail.com, tarcisocabral@gmail.com, taysatamara@gmail.com, jobsontargino@yahoo.com.br, thiagopireseng@hotmail.com

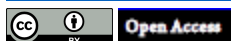
Received: March 13th, 2017

Accepted: May 14th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT:

Populations inhabiting semiarid regions face many challenges of access to good quality water. This alarming situation, belonging to the everyday of Brazilian semiarid (SAB), It has been mitigated by government programs of cisterns installation for storing rainwater. Among the water tanks spread in the semiarid, the concrete plate cistern of 16,000 liters, for domestic use, enables efficient access to good quality water for use in the dry season. This type of collection system composed of harvesting structures on the roof, water conduction structures in gutters and pipes, and of tanks for storage needs, however, some care related to their maintenance. The existence of disposal structures to the first rainwater and of hydraulic pumps to remove the water from the cistern influences directly in the water quality. This work deals with the evaluation of these structures, based on expert opinion and state classification system ranging from poorly to great. 30 water supply systems, in the rural areas of the cities of Cabaceiras and São Sebastião de Lagoa de Roça, in the state of Paraíba, were evaluated. The results showed the best situation for the conducting tube with 51% of the reviews calling it good, and the worst result was for the use or not of a pump to remove water from the cistern, with 63% of the assessments indicating it as very poor.

Keywords: Semiarid region, Water supply, Rainwater, Rural tanks.

Instalações de Cisternas: Uma Análise na Região Semiárida do Estado da Paraíba

RESUMO

As populações que habitam regiões semiáridas enfrentam diversos desafios para o acesso a uma água de qualidade. Essa situação preocupante, pertencente ao cotidiano do semiárido do Brasil, tem sido atenuada por meio de programas governamentais de instalação de cisternas para armazenamento de águas de chuva. Dentre as cisternas difundidas no semiárido, a cisterna de placas, de 16 mil litros, para o uso doméstico, permite o acesso à água de qualidade, para consumo no período de estiagem. Esse sistema de abastecimento, composto das estruturas de captação no telhado, condução da água em calhas e tubos, e da cisterna para armazenamento, necessita, entretanto, de alguns cuidados relacionados à sua manutenção. A existência de equipamentos de descarte das primeiras águas de chuva e bombas hidráulicas para retirada da água da cisterna influi diretamente na qualidade da água. Esse trabalho trata da avaliação dessas estruturas, com base na opinião de especialistas e em um sistema de classificação de estado variando de Péssimo a Ótimo. Foram avaliados 30 sistemas de abastecimento d'água de casas das zonas rurais dos municípios de Cabaceiras e São Sebastião de Lagoa de Roça, no estado da Paraíba. Os resultados apontaram a melhor situação para o tubo de condução, com 51% das avaliações classificando-o como Bom, e o pior resultado para o uso da bomba para a retirada de água da cisterna, com 63% das avaliações indicando como Péssimo.

Palavras-Chave: Semiárido, Abastecimento d'água, Águas de chuva, Cisternas.

I. INTRODUÇÃO

As secas são um fenômeno especialmente recorrente em determinadas regiões do mundo denominadas de semiáridas, que se caracterizam, principalmente, por apresentarem um regime de chuvas escasso e irregular. O Nordeste do Brasil é, quase em sua totalidade, classificado como uma região semiárida [1], o que gerou, desde o princípio da colonização portuguesa, a necessidade

de enfrentamento de problemas relacionados ao acesso à água por parte da população dessa região [2]. Entretanto, nas últimas décadas, particularmente em exemplos observados em outros países, tornou-se evidente que o verdadeiro problema a ser enfrentado é o da gestão deficiente dos recursos naturais nessa região [3]. As medidas paliativas, tradicionalmente empregadas, como os pequenos açudes, já demonstraram suas deficiências para o enfrentamento das secas, de modo que diferentes alternativas

passaram a ser vislumbradas. Dentre essas alternativas, relativas às tecnologias sociais hídras, a implantação de cisternas para o armazenamento da água da chuva foi a que melhor se consolidou e mais rápido se difundiu no semiárido brasileiro. O surgimento de diversos programas sociais voltados para o semiárido foi o principal fator motivador dessa difusão, como é o caso do Programa Um Milhão de Cisternas, apoiado pelo Governo Federal, por meio do qual foram construídas cisternas na zona rural [4]. No entanto, apenas a obtenção de uma cisterna não é garantia de acesso a uma água com a qualidade e eficiência desejadas. Algumas práticas foram observadas como sendo fundamentais para o bom funcionamento do sistema de abastecimento de água, estando elas relacionadas à própria manutenção da cisterna e das estruturas de condução e captação. Dessa forma, uma avaliação do estado de manutenção dessas estruturas difundidas pelo semiárido é essencial, no intuito de observar em que e como esse sistema pode ser melhorado, assegurando, assim, seu uso mais eficiente. Esse trabalho trata da avaliação dessas estruturas, com base na opinião de especialistas e no sistema de classificação de estado variando de Péssimo a Ótimo. Foram avaliados 30 sistemas de abastecimento d'água de casas das zonas rurais dos municípios de Cabaceiras e São Sebastião de Lagoa de Roça, no estado da Paraíba.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho, relativo à investigação sobre a qualidade das estruturas de captação de águas de chuva, foi realizado na porção do semiárido brasileiro localizada no estado da Paraíba, especificamente nas zonas rurais dos municípios de Cabaceiras e São Sebastião de Lagoa de Roça. O município de Cabaceiras está localizado na mesorregião do Cariri paraibano, ao centro-sul do Estado, mais precisamente na microrregião do Cariri Oriental da Paraíba. O município, onde foram mapeadas 434 cisternas de placa [7], possui uma população de 5.035 habitantes, sendo mais de 50% deles (2.818 habitantes) residentes da zona rural, segundo o censo de 2010 [8]. O município de São Sebastião de Lagoa de Roça, por sua vez, está localizado na mesorregião do Agreste paraibano e na microrregião de Esperança, e conta com 660 cisternas de placa mapeadas [7]. Sua população é um pouco maior que a de Cabaceiras, sendo de 11.041 habitantes em 2010 [8], e com população rural, em 2007, de 6.900 habitantes, segundo o [9]. O levantamento de dados se deu por meio de pesquisa científica de campo, de caráter exploratório, com observações e

fotografias feitas nos locais de estudo, além de informações fornecidas pelos próprios moradores. Um total de 30 cisternas de placas foi analisado, das quais 15 estavam localizadas em Cabaceiras e as outras 15 em São Sebastião de Lagoa de Roça. Os dados coletados foram tabulados em planilha Excel para preenchimento de fichas individuais dos sistemas de captação e armazenamento de água de chuva. Na ficha constam detalhes da instalação em seus componentes, com fotografias de cada componente, e informações sobre o descarte das primeiras águas e o uso ou não da bomba para a retirada de água da cisterna. As fichas, com perguntas agregadas no estilo Escala de Likert, referem-se aos diferentes itens relacionados ao sistema (telhado, calhas, tubo de condução, cisterna, sistema de descarte da primeira água da chuva e uso de bomba hidráulica), para posterior avaliação de especialistas. Para cada item componente analisado, foram oferecidas na ficha opções de avaliação com categorias variando entre Ótimo, Bom, Regular, Ruim e Péssimo, às quais correspondem valores numéricos (pesos) que variam de 5 a 1, respectivamente. As fichas, transformadas em questionários, foram levadas a consultas, utilizando o método da opinião de especialistas [5][6], por meio de entrevista individual, sendo classificado como um método qualitativo, exploratório e normativo. Um total de 30 questionários foi aplicado a 12 especialistas da área de saneamento básico e estudos do semiárido, sendo a maioria composta por professores da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Para a classificação final dos componentes dos sistemas, foi calculado o valor médio, segundo a Equação 1, abaixo:

$$V_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i \quad (1)$$

Onde: V_m = conceito médio do componente; V_i = conceito do avaliador i (o qual varia de 1 a 5); n = número de avaliadores.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como instalações pior classificadas, considerando o critério do valor médio das classes dos componentes, foram identificados o sistema nomeado como Sistema 15, em Cabaceiras (Tabela 1), e o Sistema 27, em São Sebastião de Lagoa de Roça (Tabela 2), ambos alcançando uma média do total das classificações de componentes igual 2,5.

Tabela 1: Sistema pior avaliado em Cabaceiras – PB (Sistema nº 15).

	Ótimo (5)	Bom (4)	Regular (3)	Ruim (2)	Péssimo (1)	Indefinido	Média	Classificação
Telhado		6	4	1		1	3,2	Regular
Calhas		3	2	7			2,7	Regular
Condução	3	7	2				4,1	Bom
Parede			2	7	3		1,9	Ruim
Tampa		2	5	3	2		2,6	Regular
Pintura			1	9	2		1,9	Ruim
Descarte		2	6	4			2,8	Regular
Bomba				2	8	2	1,0	Péssimo

Fonte: Autores, (2016).

Tabela 2: Sistema pior avaliado em São Sebastião de Lagoa de Roça – PB (Sistema nº 27).

	Ótimo (5)	Bom (4)	Regular (3)	Ruim (2)	Péssimo (1)	Indefinido	Média	Classificação
Telhado		6	6				3,5	Bom
Calhas		1	9	2			2,9	Regular
Condução		7	3	2			3,4	Regular
Parede		4	7			1	3,1	Regular
Tampa		6	2	4			3,2	Regular
Pintura			1	7	4		1,8	Ruim
Descarte		1		2	9		1,4	Péssimo
Bomba				1	9	2	0,9	Péssimo

Fonte: Autores, (2016).

Nos dois sistemas, a ausência de uma bomba para a retirada de água da cisterna foi o que gerou a pior avaliação. No Sistema 15, em Cabaceiras, esse item foi seguido também pelo estado da pintura e da parede da cisterna (Figura 1.a). Em relação ao Sistema 27, em São Sebastião de Lagoa de Roça, foram alvo

de avaliação negativa a não realização do descarte das primeiras águas da chuva e a pintura da cisterna (Figura 1.b). Como instalação melhor avaliada, destacou-se o Sistema 12 (Tabela 3), em Cabaceiras, com uma média do total das classificações de componentes igual a 3,5.

Tabela 3: Sistema com a melhor avaliação, em Cabaceiras – PB (Sistema nº 12).

	Ótimo (5)	Bom (4)	Regular (3)	Ruim (2)	Péssimo (1)	Indefinido	Média	Classificação
Telhado	6	6					4,5	Ótimo
Calhas	6	5				1	4,2	Bom
Condução	1	4	6	1			3,4	Regular
Parede	3	7	2				4,1	Bom
Tampa	1	7	4				3,8	Bom
Pintura	2	7	3				3,9	Bom
Descarte		6	1	5			3,1	Regular
Bomba				2	8	2	1,0	Péssimo

Fonte: Autores, (2016).

Os itens melhor avaliados nesse sistema foram o telhado e as calhas (Figuras 1.c e 1.d). Nas Figuras 1.a a 1.e, podem ser observados os aspectos gerais relacionados aos itens destacados em diferentes sistemas. Em termos de classificação geral, foi o tubo de condução o melhor avaliado para todos os sistemas, em relação ao seu aspecto, apoio e inclinação para levar a água até a cisterna. Na Figura 2.a, podem ser vistos os percentuais para esse item, com 51% das avaliações

classificando-o como de nível Bom e 7% como nível Ruim. Em última colocação ficou o uso da bomba, uma vez que apenas 9 dos sistemas visitados possuíam o equipamento e somente em 2 deles se fazia uso desse mecanismo para a retirada da água das cisternas. A maioria dos votos avaliou esse item como Péssimo, com 63% das opiniões (Figura 2.b). Na Tabela 4, podem ser vistas as piores e melhores avaliações para os componentes, além de suas respectivas médias de classificação, para toda a amostra.

Tabela 4: Classificação geral dos sistemas.

	Menor peso observado	Maior peso observado	Média	Classificação
Telhas	1	5	3,4	Regular
Calhas	1	5	3,2	Regular
Condução	1	5	3,7	Bom
Parede	1	5	3,4	Regular
Tampa	1	5	3,1	Regular
Pintura	1	5	3,1	Regular
Descarte	1	5	2,8	Regular
Bomba	1	5	1,2	Péssimo

Fonte: Autores, (2016).

Dos 30 sistemas visitados, 25 fazem o descarte das primeiras águas da chuva, segundo os responsáveis pelas residências e entre esses, 14 afirmaram que o método utilizado para isso é o de desencaixe da tubulação de condução antes ou no início das chuvas, sendo este o método considerado como o mais simples e menos eficiente. Uma situação bastante peculiar, observada em uma das residências, foi a da instalação e uso de

uma bomba elétrica sobre a própria cisterna, como se pode ver na Figura 1. Por fim, quanto à distância recomendada entre a cisterna e a fossa, segundo as medições feitas nos locais visitados, 17 cisternas apresentaram a distância mínima de 10m e, destas últimas, 8 apresentaram distância superior a 15m, sendo este o limite mais recomendado. Entre as 30 residências, 6 não possuíam fossa.



Figura 1: a) Estado geral da cisterna do Sistema 15 (Ruim), em Cabaceiras – PB; b) Estado da pintura da cisterna do Sistema 27 (Ruim), em São Sebastião de Lagoa de Roça – PB; c) Estado geral do telhado do Sistema 12 (Ótimo), em Cabaceiras – PB; d) Calha do Sistema 12 (Bom), em Cabaceiras – PB; e) Cisterna na qual se utiliza bomba elétrica, em Cabaceiras – PB.

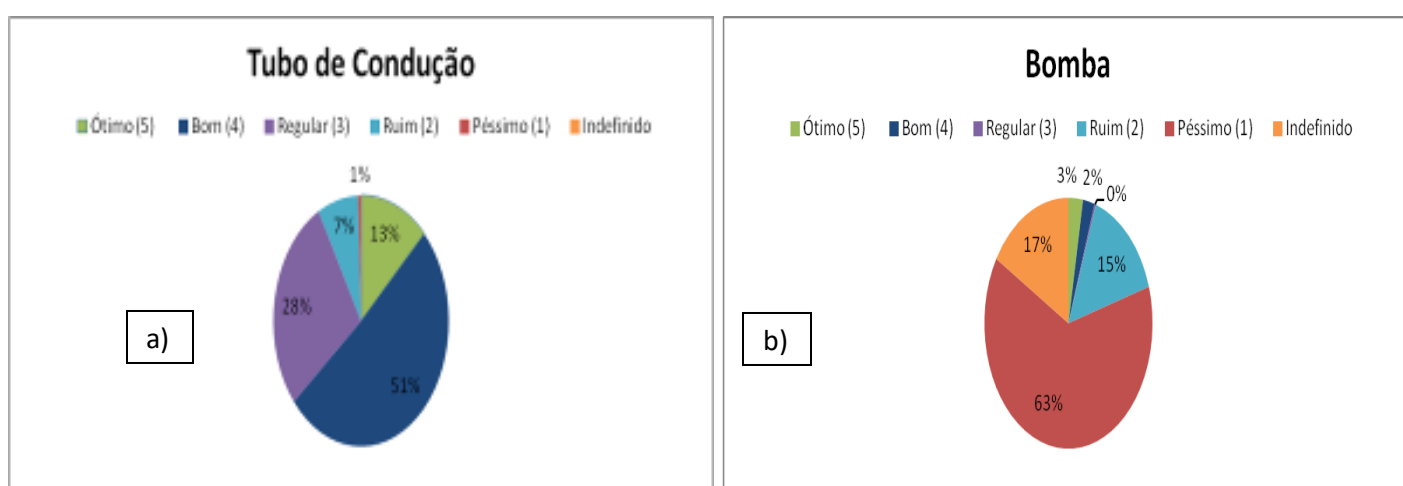


Figura 2:a) Índice de votos para o tubo de condução em porcentagens (%). b) Índice de votos para o uso da bomba em porcentagens (%).

Autores, (2016).

IV. CONCLUSÕES

As cisternas avaliadas, em sua grande maioria (93%) eram do tipo de cobertura plana horizontal. A minoria (7%) era de cobertura cônica. Os resultados apontaram o tubo de condução como bom, e os componentes telhado, calha, parede das cisternas, tampa, pintura e sistema de descarte das primeiras águas como regulares. Já a utilização dada à bomba foi avaliada como péssima. Em relação à distância da fossa, 57% das cisternas situam-se a mais de 10 m delas. Em 6 instalações (20% da amostra), não há fossa séptica. Uma observação importante feita por um dos consultados foi em relação ao uso de uma bomba elétrica, em lugar de uma bomba manual, em uma das cisternas, o que poderia ser uma das causas das rachaduras observadas em sua parede, em virtude das vibrações produzidas pelo equipamento. Conforme verificado, as cisternas que possuíam tampas de metal tiveram uma boa avaliação, por estas permitirem um melhor trancamento e vedação, e serem mais resistentes às intempéries que aquelas feitas de madeira ou argamassa. Entretanto, esse tipo de tampa gerou controvérsias para alguns dos avaliadores, pelo fato de serem mais suscetíveis à ferrugem e ao superaquecimento. Outra observação feita durante as avaliações foi a de que as cisternas com cobertura cônica, consideradas mais modernas, mas menos vistas em campo, são mais eficientes na prevenção de rachaduras, pois esse tipo de cobertura evita que sejam colocados objetos pesados sobre os reservatórios, o que pode causar esse tipo de problema. Nos resultados, os itens tampa e parede, para essas cisternas, foram avaliados como bons, muito embora as tampas eram de chapa metálica. Fatores simples, como a instalação, apoio e inclinação adequados dos tubos de condução, e a limpeza frequente dos telhados e calhas, são fundamentais para o bom funcionamento do sistema. Além disso, os cuidados com a manutenção da própria estrutura da cisterna são, evidentemente, indispensáveis para garantir a qualidade da água que ela armazena. Percebe-se que o uso das cisternas de placa, muito bem difundidas na zona rural do semiárido e fomentadoras de diversos benefícios aos habitantes dessa área, ainda necessita de reforço quanto às práticas de esclarecimento da população beneficiada.

V. REFERÊNCIAS

- [1] BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Nova Delimitação do Semiárido Brasileiro**. Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=0aa2b9b5-aa4d-4b55-a6e1-82faf0762763&groupId=24915>. Acesso em 25 mai. 2016.
- [2] Barreto, P. H. **História: seca, fenômeno secular na vida dos nordestinos**. IPEA – Desafios do Desenvolvimento, Brasília, ed. 48, mar. 2009. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=1214:reportagens-materias&Itemid=39>. Acesso em: 08 abr. 2016.
- [3] Figueiredo, S. A. **Análise das condições de instalações de captação, condução e armazenamento d'água em cisternas do semiárido paraibano**. 2016. 54f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2016.
- [4] ASA. Articulação Semiárido Brasileiro. **Programa um milhão de cisternas**. (2016). Disponível em: <<http://www.asabrasil.org.br/acoes/plmc>>. Acesso em: 04 mai. 2016.
- [5] PORTER, A. L. et al. **Technology futures analysis: Toward integration of the field and new methods**. Technological Forecasting & Social Change, v. 71, n. 3, p. 287-303, mar. 2004.
- [6] CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Prospecção em CT&I. **Métodos e técnicas**. Disponível em: <http://www.cgee.org.br/prospeccao/index.php?operacao=exibir&serv=textos/topicos/texto_exib&tto_id=4&tex_id=1#top>. Acesso em: 25 mai. 2016.
- [7] LEPPAN. Laboratório de Ensino, Pesquisa e Projetos em Análise Espacial. **Atlas das Tecnologias Sociais Hídricas**. UFPB, 2016. Disponível em: <<http://www.geociencias.ufpb.br/leppan/gepat/atlas/>>. Acesso em: 25 mai. 2016
- [8] IBGE. Instituto brasileiro de geografia e estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 11 mai. 2016.
- [9] PREFEITURA DE SÃO SEBASTIÃO DE LAGOA DE ROÇA - PORTAL MUNICIPAL. **História de São S. de Lagoa de Roça**. Disponível em: <http://www.lagoaderoca.pb.gov.br/nossa_historia.htm>. Acesso em: 03 jun. 2016.



Environmental Education: Pedagogical Practices of Awareness in Combating and Reducing Burned Indices

Greyce dos Santos Rodrigues¹, Claudio Alves Nahum², David do Socorro Barros Brasil³, Tereza Rodrigues Felipe⁴, Vanise dos Santos Rodrigues⁵, Philip Floriano Rodrigues Ramkeerat⁶

^{1,2,4,5,6}Universidade Federal do Pará-UFPA – Belém/PA – Brasil.

⁴Instituto de Tecnologia de Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM). Manaus-Amaznas-Brasil.

Email:greyce.gsr@gmail.com,nahum@ufpa.br,dsbbrasil@ig.com.br,tereza_itegam10@hotmail.com,
vanise_santosrodrigues@hotmail.com, philip_ramkeerat@hotmail.com

Received: March 23th, 2017

Accepted: April 17th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

This research presents a case study that was carried out in a municipal school located in the East Zone of the Municipality of Manaus. The project was developed in two classes of elementary school I for a quantitative of 80 (eighty) students of both sexes with ages between 10 and 13 years belonging to the 5th year of elementary school I aiming to propose a reflection on formal and non-formal environmental education. -formal approach to pedagogical practices regarding awareness, awareness and conservation for the development of environmental social transformation in the school context. Among the environmental education practices developed in this school are: lectures on fighting and control of fires, prevention of epidemiology and pollution of the environment. After the lectures the students expressed the learning of environmental perception through a workshop to create drawings that were exposed to the school community. These drawings and the learning with the lectures motivated the students to fight the destruction of the environment. For this, posters were prepared by the students to be used in a mobilizing walk of awareness about the conservation and preservation of the environment. In this walk were distributed seedlings to be planted next to the community located in the middle of the school.school for a quantitative of 80 (eighty) students of both sexes, aged 10 to 13 years, belonging to the 5th year Of elementary school I.

Keywords: Environmental Education. Environmental Perception. Pedagogical practices.

Educação Ambiental: Práticas Pedagógicas de Conscientização no Combate e Redução dos Índices de Queimadas

RESUMO

A presente pesquisa apresenta um estudo de caso que foi realizado em uma escola Municipal localizado na Zona Leste do Município de Manaus. O projeto foi desenvolvido em duas turmas do ensino fundamental I para um quantitativo de 80 (oitenta) alunos de ambos os sexos com idade entre 10 e 13 anos pertencentes ao 5º ano do ensino fundamental I visando propor uma reflexão sobre a Educação ambiental formal e não-formal voltada às práticas pedagógicas no que concerne a sensibilização, conscientização e conservação para o desenvolvimento da transformação social ambiental no contexto escolar. Dentre as práticas de educação ambiental desenvolvidas nessa escola citam-se: a realização de palestras sobre combate e controle de queimadas, prevenção de epidemiologias e poluição do meio ambiental. Após as palestras os alunos expressaram o aprendizado de percepção ambiental através de uma oficina de criação de desenhos os quais foram expostos para a comunidade escolar. Esses desenhos e o aprendizado com as palestras motivaram os alunos a combater a destruição do meio ambiente. Para isso, foram confeccionados pelo alunos cartazes para serem usados em uma caminhada mobilizadora de conscientização sobre a conservação e preservação do meio ambiente. Nessa caminhada foram distribuídos mudas para serem plantadas junto à comunidade localizada no entrono da escola.

Palavras Chaves: Educação Ambiental. Percepção Ambiental. Práticas Pedagógicas.

I. INTRODUÇÃO

Esse estudo vem contribuir de forma significativa sobre as práticas pedagógicas de ensino voltado para ao meio ambiente. Onde apresentará uma pesquisa que será realizada em uma escola Municipal localizado na Zona Leste de Manaus objetivando propor

uma reflexão interdisciplinar sobre a percepção da educação ambiental no ensino fundamental I voltada às práticas pedagógicas no que concerne a sensibilização, conscientização e conservação para o desenvolvimento da transformação social ambiental.

A problemática ambiental é de cunho social e principalmente educacional e vem superando os âmbitos dos

saberes e dos sistemas de conhecimento constituídos permitindo compreender as ações e suas consequências produzidas no contexto social, pelo homem e principalmente no que concerne ao meio ambiente.

Desenvolver nos alunos de modo formal e não-formal o senso crítico quanto a conservação para o cuidado com seu próprio meio no qual está inserido e que possam compreender a necessidade da sustentabilidade e como conservar o meio ambiente partindo deste pressuposto. Serão desenvolvidas atividades envolvendo as práticas pedagógicas interdisciplinando com a educação ambiental com a finalidade de preservar e conservar o meio ambiente, que consequentemente a reflexão de forma positiva a vida do homem voltada a sensibilização, consciência e conservação ambiental para o desenvolvimento da transformação social ambiental

Considerando que o meio ambiente é fundamental para continuidade da espécie humana, a inserção da conscientização nas escolas ou em seu cotidiano familiar deve impactar a atividade humana em seu aspecto social. E como essa reflexão ambiental por meio da percepção vai minimizar impactos no contexto ambiental através das práticas pedagógicas?

Diante deste contexto à Educação Ambiental alicerçada na Lei 9.795/99, em seu art. 2º, estabelece que a Educação Ambiental, haja vista, estar presente, de modo formal articulada, em todos os níveis e modalidade do processo educativo, em caráter formal e não-formal.

A pesquisa trata da percepção de uma análise reflexiva nas práticas pedagógicas, relacionadas à educação ambiental formal e informal. De acordo com a política nacional de educação ambiental na lei 9795/99 em seu Art. 1º compreende-se por educação ambiental:

Educação ambiental são os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

Busca-se interdisciplinar essa temática em questão, haja vista ser um componente curricular essencial e permanente da base da educação nacional. Alicerçada na lei nº 9795/99 que em seu art. 10 comenta que a educação ambiental é como uma prática educativa integradora, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal. Visto que é através de práticas pedagógicas desenvolvidas efetivava-se a sensibilização, conscientização e principalmente a conservação o meio ambiente.

Atualmente, vive-se em um mundo, não preocupado em questões voltadas ao meio ambiente. É com essa finalidade que busca-se desenvolver a educação ambiental com os alunos e juntamente com a comunidade.

No que tange a Educação Ambiental Não-formal a lei nº 9795/99 no art. 13, compreende que as ações e práticas educativas voltadas à sensibilização da coletividade sobre as questões ambientais e à sua organização e participação na defesa da qualidade do meio ambiente desta forma constroem conhecimentos e principalmente atitudes voltadas para sensibilização, conscientização e conservação do meio ambiente. Nesse contexto Educação Informal envolve todos os segmentos da população, dentre os quais se destacam os grupos de mulheres, de jovens, trabalhadores, políticos, empresários, associações de moradores, profissionais liberais, dentre outros.

Dentro desse contexto as práticas pedagógicas vem contribuir para a redução dos índices de queimadas, assim como também contribuir para as atividades voltadas para a

conscientização, sensibilização, conservação e preservação do meio ambiente, através do trabalho pedagógico de cunho ambiental voltado aos alunos de modo formal e não-forma fins de redução das atividades contra o meio ambiente ocasionado pelas queimadas.

O desmatamento e as queimadas são considerados grandes problemas ecológicos enfrentados pelo país na atualidade, haja vista serem provenientes da agricultura, da criação bovina, da ocupação desordenada como, por exemplo, as invasões, de terras para construção de novas habitações.

As queimadas na Amazônia ocorrem principalmente no período do verão, onde o clima fica seco e propício à cultura da queima de floresta para efetuar a plantação em grande porte. Essa tendência de agricultura tem como objetivo o abastecimento da economia da capital do estado do Amazonas. Com isso os maiores prejudicados são as comunidades ao seu entorno que com o alto índice de fumaça desenvolvem doenças respiratórias e o comércio local não progride.

Outrossim, busca-se a contribuição pedagógica e a intervenção através das práticas pedagógicas ambientais para combater a cultura da queimada, principalmente na comunidade, incentivando a conservação do meio ambiente dando ênfase a prática pedagógica atuando de modo formal e não-formal. Para incentivar a cultura da conservação e preservação ambiental, humanitária não desperdiçando, os conhecimentos adquiridos exercendo corretamente sua cidadania.

II REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

II.1 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Educação Ambiental alicerçada na Lei 9.795/99, em seu art. 2º, estabelece que a Educação Ambiental, haja vista, estar presente, de modo formal- articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal.

De acordo com a Política Nacional de Educação Ambiental na Lei 9795/99 em seu Art. 1º compreende por educação ambiental por todos os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade [1][2].

Estudos voltados para a temática de Educação Ambiental são focos de pesquisas nos últimos anos, tendo em vista que é um tema de grande importância. Dentre outros citam-se o estudo sobre as concepções e práticas do ensino de Educação Ambiental utilizadas por professores de ciência do Ensino Fundamental foi foco de pesquisa desenvolvido por [3].

Outrossim, compreende a educação ambiental aos processos nos quais o indivíduo e a coletividade constroem seus valores sociais, conhecimentos e competências voltadas para a conservação do meio ambiente.

A Educação Ambiental traz uma reflexão educativa, numa perspectiva despertando nos alunos o interesse de conscientizarem-se em relação ao meio ao qual está inserido através de práticas pedagógicas articulando a interdisciplinaridade utilizada solucionar a conscientização e conservação dentro do contexto ambiental diante de uma nova postura nas práticas pedagógica.

A educação ambiental é uma das ferramentas existentes para a sensibilização e capacitação da população em geral sobre os problemas ambientais. Com ela, busca-se desenvolver técnicas e métodos que facilitem o processo de tomada de consciência sobre

a gravidade dos problemas ambientais e a necessidade urgente de nos debruçarmos seriamente sobre eles [4].

Nesse sentido cabe destacar que a educação ambiental assume cada vez mais uma função transformadora, na qual a co-responsabilização dos indivíduos torna-se um objetivo essencial para promover um novo tipo de desenvolvimento – o desenvolvimento sustentável. Entende-se, portanto, que a educação ambiental é condição necessária para modificar um quadro de crescente degradação socioambiental, mas ela ainda não é suficiente, o que, no dizer, se converte em “mais uma ferramenta de mediação necessária entre culturas, comportamentos diferenciados e interesses de grupos sociais para a construção das transformações desejadas”. O educador tem a função de mediador na construção de referenciais ambientais e deve saber usá-los como instrumentos para o desenvolvimento de uma prática social centrada no conceito da natureza [5].

O Congresso de Belgrado, promovido pela UNESCO em 1975, definiu a Educação Ambiental (EA) como sendo um processo que visa [4]: “(...) formar uma população mundial consciente e preocupada com o ambiente e com os problemas que lhe dizem respeito, uma população que tenha os conhecimentos, as competências, o estado de espírito, as motivações e o sentido de participação e engajamento que lhe permita trabalhar individualmente e coletivamente para resolver os problemas atuais e impedir que se repitam [...]”.

No Capítulo 36 da Agenda 21, a Educação Ambiental tem em seu objetivo 2,3 e 4: 2. *Desenvolver consciência do meio ambiente e desenvolvimento em todos os setores da sociedade em escala mundial e com a maior brevidade possível*; 3. *Lutar para facilitar o acesso à educação sobre meio ambiente e desenvolvimento, vinculada à educação social, desde a idade escolar primária até a idade adulta em todos os grupos da população*; 4. *Promover a integração de conceitos de ambiente e desenvolvimento, inclusive demografia, em todos os programas de ensino, em particular a análise das causas dos principais problemas ambientais e de desenvolvimento em contexto local, recorrendo para isso as melhores provas científicas disponíveis e a outras fontes apropriadas de conhecimentos, e dando especial atenção ao aperfeiçoamento do treinamento dos responsáveis por decisões em todos os níveis*.

Nessa busca do processo de consciência da sociedade o meio ambiente encontra-se uma problemática para de resolução com maior brevidade, haja vista um aumento de descuido para com a natureza elevando o risco de degradação ambiental.

A educação ambiental vinculada a educação social inserida desde a idade escolar primária propõe que a Educação Ambiental seja um processo de formação criativo, permanente e participativo, no qual as pessoas envolvidas passem a ser agentes transformadores, participando ativamente da busca de alternativas para a redução de impactos ambientais e para o controle social do uso dos recursos naturais.

No cenário atual a educação ambiental mostra-se significativamente como um novo olhar panorâmico quanto ao crescimento dos movimentos ambientalistas e do interesse principalmente para conservação ambiental e está intimamente ligado à degradação do meio ambiente, aos impactos ambientais e implicando-se na qualidade de vida e na própria natureza da espécie humana.

A partir da Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental realizada em Tsibilibi (EUA), em 1977, dar início a um amplo processo em nível global orientado para instituir as condições que formem uma nova consciência sobre o valor da

natureza e para reorientar a produção de conhecimento baseada nos métodos da interdisciplinaridade e nos princípios da complexidade. Que permitiu a realização de experiências concretas de educação ambiental de forma criativa e inovadora por diversos segmentos da população e em diversos níveis de formação.

Considerando que o campo da educação ambiental ainda está buscando as bases epistemológicas, a sua constituição mais sólida ampara-se também nas interpretações científicas [6].

As investigações e as áreas tidas como tradicionais dos cientistas da educação parecem desconhecer a emergência de uma nova perspectiva denominada de educação ambiental. Nesta ótica inovadora se refere à compreensão de sujeitos a partir da investigação e à integração entre os atores sociais que propõem uma nova maneira de interação (interdisciplinando) entre currículo e as questões ambientais [7].

As questões ambientais se manifestam em nível local seja na escola ou comunidade pretende-se desenvolver nos alunos que os causadores e vítimas estão intrínsecos e fazem parte dos problemas ambientais. A Educação Ambiental (AE) apresenta-se como uma das ferramentas existentes para a sensibilização, conscientização e conservação para o meio ambiente. Que consiste em articular a sociedade civil para as contribuições dos atores sociais na construção dos direitos e de um futuro para o meio ambiente[7].

II.2 PERCEPÇÃO AMBIENTAL

A percepção está direcionada com o desenvolvimento dos nossos sentidos, que exige que o indivíduo participe desse processo. Por outro lado, o professor deverá propiciar uma atividade perceptiva para que o aluno fortaleça e se exercite dentro do ambiente escolar. Por meio de atividades que permitam ao aluno a comunicação e o desenvolvimento da percepção com relação a si mesmo e ao mundo que o rodeia. Dentro deste contexto compreende-se a percepção como “Uma atividade, um estender-se para o mundo. Os órgãos dos sentidos são poucos eficazes quando não são ativamente usados”[8].

A necessidade de comunicação da criança desenvolve-se paralelamente à organização da sua capacidade de percepção e interação do indivíduo como meio através dos órgãos dos sentidos baseada no conhecimento cultural, ético, social e na postura de cada um. De modo que o aluno tenha ópticas perceptivas diferentes sobre um mesmo objeto.

No âmbito escolar a percepção vincula-se de forma em que a criança percebe e adquire novos conhecimentos no ambiente escolar, conhecimentos esses que será aplicado posteriormente na vida adulta, onde os principais atores deste processo atuam através de relacionamento entre professor versus aluno, aluno versus professor e aluno versus aluno na qual torna-se relevante, uma vez que é a partir disto que a criança irá aprimorar-se para a vida em sociedade. Compete ao papel do professor não só mediar o conhecimento, mas vincular o processo de ensino e aprendizagem para o enfrentamento de um ser capaz de resolver por meio da criticidade e formulação pensamentos próprios conforme a sua subjetividade.

Para tanto a Educação Ambiental é uma ferramenta facilitadora para as discussões em relação ao à compreensão, à percepção e à conexão do homem com o meio ambiente. Inserida no contexto escolar a Educação Ambiental onde deve ser abordada e explorada de forma interdisciplinar, possibilitando ao discente o contato constante com o meio ambiente. O contato contínuo e direto desperta nos alunos uma percepção automática da sua

relação com o meio ambiente e isto facilita a compreensão da importância na preservação e nas atitudes comportamentais do dia a dia [9].

Entretanto nem sempre o conhecimento do problema ambiental é condição para a mudança de valores em benefício à conservação ambiental, é necessário que as atitudes sejam lembradas e exemplificadas diariamente, é preciso sentimento e conhecimento para sensibilizar tanto na forma individual quanto na forma grupal. Por isso ações mitigadoras, projetos criativos e atitudes que despertem o interesse dos alunos são essenciais na aplicação de uma efetiva educação ambiental [9].

II.3 PRÁTICAS PEDAGÓGICAS INTERDISCIPLINANDO COM A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A educação escolar é um sistema de instrução e ensino de objetivos intencionais, sistematizados e com alto grau de organização, dando a relevância a uma democratização maior dos conhecimentos. E as práticas educativas podem determinar as ações da escola e seu comprometimento social com a transformação para cidadania [10].

Compreender a Educação Ambiental por meio da prática pedagógica no âmbito escolar apresentam-se dissociados de seu real conceito, acabando por dificultar ao aluno a aquisição de conhecimentos relativos ao exercício das práticas ambientais.

De modo que as práticas pedagógicas relacionadas ao meio ambiente, assim como a desempenho do professor necessitam ser revisadas, em decorrência de constantes mudanças principalmente e utilizando-se de estratégias em suas práticas pedagógicas que tem como objetivo propor uma aprendizagem significativa. Há necessidade de uma articulação com a produção de sentidos sobre a educação ambiental dentro de um contexto marcado pela degradação permanente do meio ambiente e seu ecossistema, por meio das práticas pedagógicas para reflexão sobre as práticas sociais.

A dimensão ambiental configurava-se como um crescente conjunto de atores do universo educativo, potencializando o engajamento dos diversos sistemas de conhecimentos, a capacitação de profissionais e a comunidade universitária numa perspectiva interdisciplinar e de multiprofissionais [5].

No que concerne a interdisciplinaridade compreende-se como um processo de ensino se caracteriza pela combinação de atividades do professor e dos alunos, onde compete ao professor direcionamento do estudo das disciplinas e assim, desta forma os alunos atingem progressivamente o desenvolvimento de suas capacidades mentais [10].

Para tanto, compreende-se que as estratégias de ensino são ações didático pedagógicas intencionais utilizadas para que se possa obter melhores resultados no processo ensino-aprendizado e envolvem as relações professor-aluno; aluno-aluno e aluno-consigo mesmo, imprescindíveis para o desenvolvimento cognitivo para aprender e ensinar. A interação professor e aluno em sala de aula são carregadas de significados e valores, de intencionalidades, de subjetividades próprias de cada olhar, refletindo e garantindo no processo ensino-aprendizado um olhar especial às estratégias de ensino, que ao nosso ver, é o “pano de fundo” que envolve todo o enredo, no qual contracenam os atores da Educação [11].

Nesse sentido, a produção de conhecimento deve necessariamente contemplar as inter-relações do meio natural com o social, incluindo a análise dos determinantes do processo, o papel dos diversos atores envolvidos e as formas de organização social que aumentam o poder das ações alternativas de um novo

desenvolvimento, numa perspectiva que priorize novo perfil de desenvolvimento, com ênfase na sustentabilidade socioambiental [5].

Desde modo a interdisciplinaridade apresenta-se como um esforço cognitivo de vinculação entre os componentes curriculares para alcançar objetivos comuns.

A interdisciplinaridade é sempre um processo de diálogo entre disciplinas firmemente estabelecidas em sua identidade teórica e metodológica, mas conscientes de seus limites e do caráter parcial do recorte da realidade sobre o qual operam. Isso implica, por parte dos pesquisadores, respeitar o saber produzido por outras disciplinas, recusando qualquer hierarquia a priori entre elas [...]. [12].

Dentro deste contexto à prática interdisciplinar entre várias disciplinas não supõe uma negação das bases epistemológicas das disciplinas, [...]. A prática da interdisciplinaridade supõe o equilíbrio de dois aspectos, por um lado, uma visão integradora de diversas disciplinas e, por outro, um salto cognitivo que não esteja pressuposto em qualquer somatória de abordagens disciplinares [11].

Interdisciplinaridade desenvolve um trabalho de integração dos conteúdos de uma disciplina que contribui significativamente para o aprendizado. Para tanto a interação entre disciplinas aparentemente distintas é uma maneira complementar ou suplementar que possibilita a formulação de um saber crítico-reflexivo, saber esse que deve ser valorizado cada vez no processo de ensino-aprendizado, proporcionando um diálogo entre estas, relacionando-as entre si para a compreensão da realidade. Onde busca-se relacionar as disciplinas no momento de enfrentar temas de estudo de forma reflexiva.

Desta forma, o desenvolvimento da produção do conhecimento deve necessariamente contemplar as inter-relações do meio natural com o social e econômico. E que razão da maior parte da população brasileira viver nas cidades observa-se uma crescente degradação das condições de vida refletindo uma crise ambiental, isto remete a uma necessária reflexão sobre os desafios para mudar as formas de pensar e agir em torno da questão ambiental numa perspectiva contemporânea.

A complexidade ambiental abre uma estimulante oportunidade para compreender a gestação de novos atores sociais que se mobilizam para a apropriação da natureza, para um processo educativo articulado e comprometido, mas questiona valores e premissas que norteiam as práticas sociais preexistentes, implicando mudança na forma de pensar e transformação no conhecimento e nas práticas pedagógicas. O questionamento quanto a reflexão ambiental por meio da percepção apresenta-se como uma estratégia que vem minimizar, fortalecer por meio da educação uma educação ambiental articulada com práticas pedagógicas.

Dentro deste contexto a educação ambiental assume cada vez mais a função transformadora por meio da educação com o exercício para a cidadania com a possibilidade de sensibilizar, conscientizar para transformar as diversas formas de participação na defesa da qualidade de à educação ambiental através de seus atores, práticas pedagógicas.

II.4 DESMATAMENTO E QUEIMADAS

O desmatamento no território brasileiro deu-se início no litoral com a destruição da Mata Atlântica no Nordeste, primeiramente para a extração do Pau-Brasil enviado a Europa para ser usado como madeira e tintura. O processo de degradação da

cobertura vegetal acelerou-se com a introdução da cultura da cana-de-açúcar e, posteriormente, com a criação do gado bovino. Da Mata Atlântica no Nordeste, as frentes de desmatamento dirigiram-se para o sudeste e sul do país encontrando as Matas de Araucárias e a partir de 1980 para o Centro Oeste avançando sobre os Cerrados por meio da expansão da fronteira em grande parte na borda sul da floresta Amazônica [13].

O desmatamento e as queimadas são considerados um dos grandes problemas ecológicos enfrentados pelo país na atualidade. O Brasil apresenta uma das maiores diversidade biológica com destaque possui em sua fauna e flora, e a falta de um direcionamento no que se refere à sensibilização conscientização e conservação ecológica quanto à exploração dos recursos ambientais vem acarretando prejuízos irreparáveis ao meio ambiente.

O desmatamento e as queimadas não são considerados um impacto ambiental isolado. Estão intimamente ligados a outros danos ecossistêmicos, como a poluição, extinção de animais, aquecimento global e a urbanização e assentamento de populações (principalmente as ocupações ilegais – invasão), o desenvolvimento da agricultura, a primeira medida tomada é o desmatamento da área, que ocorre sem critérios mínimos de importância ecológica, dos tempos mais remotos até os atuais, em seguida os restos da vegetação não aproveitados são queimados para limpeza da área para a agricultura [13].

Compreende-se por desmatamento, também chamado de desflorestamento ou deflorestação, o processo de remoção total ou parcial da vegetação em uma determinada área. Geralmente, esse processo ocorre para fins econômicos, visando à utilização comercial da madeira das árvores e também para o aproveitamento dos solos para a agricultura e a pecuária. A atividade mineradora e a construção de barragens para hidrelétricas também aparecem como causas de tal ocorrência [14].

Diante da problemática ambiental ocasionada pelo desmatamento e queimadas suas consequências são:

- O esgotamento dos solos com a intensificação de processos de erosão e desertificação;
- A extinção ou degradação de rios e lagos, graças ao maior acúmulo de sedimentos gerados;
- A ocorrência de desequilíbrios climáticos em razão da ausência das florestas que tinham como função gerar mais umidade do ar e absorver o calor atmosférico;
- A conversão de terra em terreno urbanizado (ou de invasão ocupação ilegal), e uso para a agricultura ou para a pecuária e a criação de infra estruturas como pontes, estradas e barragens;
- O uso da agropecuária, a plantação de soja e criação de gado bovino a exploração madeireira, a grilagem de terras;
- A exploração madeireira principalmente pela procura de madeira para construção, marcenaria ou para uso combustível.

A degradação ambiental está intrinsecamente atrelada à vida cotidiana e os aspectos ambientais abordados são os mais visíveis e os mais recorrentes no dia a dia da população; capazes de serem percebidos pelo próprio ser humano, por isso o comportamento humano deve ser compreendido para que a população humana modifique-o em relação ao espaço ao qual estão inseridos.

II.5 PERCEPÇÃO AMBIENTAL ATRAVÉS DE DESENHOS

A percepção no meio ambiente em sua completude traz uma análise reflexiva aos indivíduos que permanece em constante desenvolvimento.

Desta forma, por meio das palestras com abordagem de práticas pedagógicas de conscientização, sensibilização, e conservação ao combate na redução dos índices de desmatamento e queimadas, as relações entre indivíduos a partir da sua habitação, escola, áreas verdes e nos ambientes geográficos, no qual o aluno está inserido consolidam-se para um aprendizado significativo.

A ação de desenhar potencializa a criatividade construindo novos conceitos da vida cotidiana representadas pelo simples ato de desenhar.

O desenho é um importante meio de comunicação e representação da criança e apresenta-se como uma atividade fundamental, pois a partir dele a criança expressa e reflete suas idéias, sentimentos, percepções e descobertas. Para a criança o desenho é muito importante, é seu mundo, é sua forma de transformá-lo, é seu meio de comunicação mais precioso [15].

Nesse contexto os alunos conseguem transcrever por meio do desenho suas expressividades através de seus anseios, suas vontades, seus sentimentos, carências e suas projeções para o cuidado com o meio ambiente.

Observa-se que há uma interação na criatividade entre tudo o que está ao seu entorno, criando um sistema de representação muito rico e de extrema relevância para o processo de aprendizagem. Desse modo, o desenho passa ser uma interpretação que cria relações e constrói códigos e recodifica paradigmas para construção de novos conceitos.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

Quanto aos procedimentos para aplicação do projeto no primeiro momento realizou-se palestra expositiva, dialogada e contextualizada com temáticas relacionada à relevância da conscientização e conservação Educação Ambiental e ao combate a redução dos índices de queimadas.

No segundo momento Palestra expositivas e dialogadas e contextualizadas de Conscientização e Prevenção e Controle de queimadas e solicitação de mudas aos alunos para distribuição junto à comunidade e construção de cartazes para exposição sobre combate e redução dos índices de queimadas e conscientização para o cuidado com o meio ambiente efetivados em sala de aula para exposição durante a caminhada na comunidade ao entorno da escola.

No terceiro momento apresentação de vídeos referentes a Prevenção e Controle de queimadas. Organização e cuidado na caminhada que será desenvolvida com a comunidade no entorno da escola e distribuição de mudas aos alunos e para entregarem aos comunitários do entorno da escola. No quarto momento foi realizado um oficina de desenho livres relacionados ao meio ambiente, onde os alunos expressaram através das criações ilustrativas sobre a percepção ambiental adquirida. No quinto momento realização da caminhada junto com os alunos para exposição dos cartazes de cunho ambiental e entrega de mudas aos comunitários e principalmente um diálogo sobre a sensibilização no combate e redução dos índices de queimadas e de conscientização e conservação ambiental na comunidade no

entorno da escola, visando integrar a comunidade mobilizando os mesmo sobre a importância do projeto.

Quanto aos recursos necessários foram utilizados:

➤ Humanos: Professores, Alunos, Funcionários e Comunidade.

➤ Materiais: Serão utilizados Livros Didáticos, e Paradidáticos, Quadro Branco, lápis, canetas, pincéis hidrocor, Computador, Data-show, Papelaria (cartolina), Revistas, Jornais, CD's / DVD's.

➤ Realização da atividade sempre na coletividade e efetivação quanto à mediação da atividade desenvolvida com intuito de despertar a conscientização no combate e redução dos índices de queimadas. O professor sendo o mediador escriba.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir serão mostrados os resultados obtidos com a implementação do projeto Uma Reflexão Interdisciplinar sobre a Percepção da Educação Ambiental nas Práticas Pedagógicas do Ensino Fundamental I

A figura 1 mostra as palestras sendo realizadas na Escola.



Figura 1: Palestra sobre Conscientização e Prevenção e Controle de queimadas.

Fonte: Autores, (2017).

A figura 2 mostra a participação dos alunos do 5 ano do Ensino Fundamental I, nas atividades juntamente com a palestrante do projeto.



Figura 2: Participação das turma do 5 ano nas Palestras.

Fonte: Autores, (2017).

Após as palestras foram realizadas atividades descontraídas onde os alunos criaram através de desenhos que representavam no momento a percepção ambiental sobre o aprendizado. A criança, por meio do desenho, interage com o meio ambiente, de acordo com [15]: *O desenho constitui para a criança uma atividade total, englobando o conjunto de suas potencialidades. Ao desenhar, a criança expressa a maneira pela qual se sente existir. O desenvolvimento do potencial criativo na criança seja qual for o tipo de atividade em que ela se expresse, é essencial ao ciclo inato de crescimento. Similarmente, as condições para o seu pleno crescimento (emocional, psíquico, físico, cognitivo) não podem ser estáticas.*

O desenho está intrínseco no desenvolvimento das crianças esse ato traz uma expressividade pela qual a criança desenvolve seu potencial de criatividade. A criança ao desenhar a representatividade perceptiva está comprometida com a criatividade na ação de desenhar, onde propiciam através das representações significados percebidos no imaginário para reflexão sobre os novos conceitos.

A figura 3 mostra a participação dos alunos em um momento de descontração em que os mesmos estavam expressando através da criação de desenhos relacionado a percepção ambiental no entendimento da turma, após as palestra realizadas.



Figura 3: Construção de desenhos sobre percepção ambiental.

Fonte: Autores, (2017).

Desenhos de Percepção ambiental criado da pelos alunos da turma 5º Ano do Ensino Fundamental I. O desenho da Figura 4, realizado por uma aluna de 10 anos de idade com necessidades educacionais especiais (Autismo) é um exemplo de desenho que transmite uma compreensão de destruição da natureza causada pelo desmatamento e queimadas e como há expressividade do sofrimento da própria natureza.



Figura 4: Percepção Ambiental sobre o Desmatamento e Queimadas na visão de uma aluna do 5º ano do Ensino Fundamental I com necessidades educacionais especiais -Autismo.

Fonte: Autores, (2017).

O desenho da Figura 5, realizado por um aluno com 12 anos de idade. Percebe-se que o mesmo desenvolveu um aumento da sensibilidade quanto à de destruição perceptiva ao meio ambiente com cunho comercial (extração de madeira) a partir da palestra.



Figura 5: Percepção ambiental na visão de um aluno do ensino Fundamental I de 12 anos, mostra a extração madeireira comercial ilegal.

Fonte: Autores, (2017).

O desenho da Figura 6 realizado por um aluno com 12 anos de idade. Percebe-se que o mesmo desenvolveu um aumento da sensibilidade quanto à de destruição perceptiva ao meio ambiente no que concerne à fauna (representatividade de um animal morto e outro tentando fugir) e flora (onde as labaredas estão destruindo intensamente as árvores por meio das queimadas), outro ponto relevante observado são as emissões de gases na atmosfera, a partir da palestra.



Figura 6: Percepção ambiental na visão de um aluno do ensino Fundamental I de 12 anos, mostra a destruição da fauna e flora.

Fonte: Autores, (2017).

Realizou-se uma exposição com os desenhos criados pelos alunos para a comunidade escolar. Essa exposição estimulou a todos a se unir contra a destruição ambiental.

Para isso, foram confeccionados cartazes pelos alunos para mobilização na comunidade aos arredores da escola para a importância da conservação e preservação do meio ambiente para a humanidade.

A figura 7 mostra os alunos da turma do ensino fundamental I, confeccionando os cartazes para a caminhada junto à comunidade.



Figura 7: Construção de cartazes para realização da caminhada na comunidade no entorno da escola sobre a relevância da Conscientização e Conservação do Meio Ambiente.

Fonte: Autores, (2017).

Desempenhado um papel de aprendizado renovador contra a destruição do meio ambiente em função das queimadas, os alunos distribuíram mudas de árvores frutíferas para serem plantadas junto à comunidade do entorno da escola. A figura 08 mostra a caminhada de mobilização.



Figura 8: Caminhada de mobilização junto à comunidade no entorno da escola.

Fonte: Autores, (2017).

A figura 9 ilustra os alunos distribuindo as mudas junto à comunidade.



Figura 9: Distribuição de Mudas.
Fonte: Autores, (2017).

V. CONCLUSÃO

A partir desse contexto as práticas pedagógicas, formais ou não-formais, desempenham a singularidade dos sujeitos quanto sua construção enquanto cidadãos capazes de participar de tomadas de decisão em reconhecer os problemas socioambientais atuais para os quais busca-se soluções individuais ou coletivas para o desenvolvimento humano na construção da cidadania por meio de uma sensível percepção dos ambientes na qual os sujeitos esta inseridos.

Quanto aos Resultados obtidos com a pesquisa sugere-se adesão no calendário pedagógico para sua efetivação utilizando-se das práticas pedagógicas de ensino voltadas a Educação Ambiental que contemple principalmente alunos e comunidade, para um despertar crítico e consciente de modo formal e não-formal visando a relevância da educação ambiental para transformação social

VI. AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ciências e Meio Ambiente (PGCMA) do Instituto de Ciências Naturais da Universidade Federal do Pará (UFPA) e ao Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM) pelo apoio a pesquisa.

VII. REFERÊNCIAS

- [1] Adams, B. G. **A importância da Lei 9.795/99 e das diretrizes curriculares nacionais da Educação Ambiental para docentes.** *Monografias Ambientais*, v. 10, n. 10, p. 2148-2157, 2013.
- [2] Civil, P. D. R.-C. **Política Nacional de Educação Ambiental-Lei 9795/99.** 1999.
- [3] Oliveira, A. L. D.; Obara, A. T.; Rodrigues, M. A. Educação ambiental: concepções e práticas de professores de ciências do ensino fundamental. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 3, p. 471-495, 2007.
- [4] MARCATTO, C. **Educação ambiental: conceitos e princípios.** Belo Horizonte: FEAM, v. 1, 2002.
- [5] Jacobi, P. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade.** *Cadernos de pesquisa*, v. 118, n. 3, p. 189-205, 2003.
- [6] De Andrade, L. M. **Educação ambiental crítica: breves considerações conceituais, metodológicas e institucionais.** *Semioses*, v. 10, n. 2, p. 13-28, 2016.
- [7] Guimarães, M. Educação ambiental crítica. **Identidades da educação ambiental brasileira.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 25-34, 2004.
- [8] Gonçalves, A. A.; Lima, M. E. O.; Marques, M. R. **A percepção e educação ambiental com alunos do ensino fundamental.** 2009.
- [9] Barbosa, L. A. S. **Educação Ambiental e Linguagem: o uso do livro paradidático interativo como proposta pedagógica para despertar a sensibilização ambiental.** 2014.
- [10] Barcellos, S. B. **Ações em Educação Ambiental e suas Relações com a Interdisciplinaridade e Cidadania: o caso do projeto social “Educação Ambiental na Vila Kennedy”.** 2009.
- [11] Okane, E. S. H.; Takahashi, R. T. **O estudo dirigido como estratégia de ensino na educação profissional em enfermagem.** *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, v. 40, n. 2, p. 160-169, 2006.
- [12] LEIS, H. R. **Especificidades e desafios da interdisciplinaridade nas ciências humanas.** PHILIPPI Jr, A.; NETO, AJS (ed). *Interdisciplinaridade em ciência, tecnologia e inovação.* Barueri: Manole, p. 106-122, 2011.
- [13] Machado, C. A. **Desmatamentos e queimadas na região norte do estado do Tocantins.** *Caminhos de Geografia*, v. 13, n. 43, 2012.
- [14] Alvarenga, A. D. et al. **Histórico, fundamentos filosóficos e teórico-metodológicos da interdisciplinaridade.** *Interdisciplinaridade em ciência, tecnologia e inovação.* Barueri: Manole, p. 3-68, 2011.
- [15] Goldberg, L. G.; Yunes, M. A. M.; Freitas, J. D. **O desenho infantil na ótica da ecologia do desenvolvimento humano.** *Psicologia em estudo*, v. 10, n. 1, p. 97-106, 2005.



Simulation of the behavior of reservoir for the use of rain water for agricultural use

Patrícia dos Santos Nascimento¹; Eduardo Henrique Borges Cohim Silva².

^{1,2}Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).

Email: patysnasc@gmail.com, edcohim@gmail.com

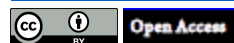
Received: February 21th, 2017

Accepted: May 16th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT:

The study objective was to simulate the behavior of a reservoir to capture and rainwater storage to enable the cultivation of beans in a household in the city of Serrinha, Ba. In the simulation of the reservoir 7 years a series of precipitation was used. The catchment area was adopted 200 m²; reservoir volume of 52,000 liters and 240 m² planting area. In the analysis of the behavior and reliability of the model we used the bean crop. The results revealed that to meet the demand required by the bean throughout the development cycle with higher degree of confidence to 99% is possible. We conclude that the rainwater harvesting constitutes a viable alternative to meet the basic demand for beans for small households.

Keywords: irrigation, rain, storage.

Simulação do comportamento de reservatório para aproveitamento de água da chuva para uso agrícola

RESUMO

O Objetivo do estudo foi simular o comportamento de um reservatório para captação e armazenamento da água da chuva para viabilizar o cultivo de feijão num núcleo familiar no município de Serrinha, Ba. Na simulação do reservatório foi utilizada uma série de 7 anos de precipitação. A área de captação adotada foi 200 m²; volume do reservatório de 52 mil litros e área de plantio de 240 m². Na análise do comportamento e confiabilidade do modelo utilizou-se a cultura do feijoeiro. Os resultados revelaram que é possível o atendimento da demanda requerida pelo feijão ao longo do ciclo de desenvolvimento com grau de confiança superior a 99%. Conclui-se que a captação de águas pluviais constitui-se numa alternativa viável para atender a demanda básica de feijão para pequenos núcleos familiares.

Palavra-Chave: irrigação, chuva, armazenamento.

I. INTRODUÇÃO

A água é o recurso mais importante em todos os aspectos da vida, e sem a mesma seria inviável a sobrevivência humana. A manutenção deste recurso finito em padrões de quantidade e qualidade com o objetivo de atendimento aos seus múltiplos usos representa um desafio para a sociedade [1]. A disponibilidade de água de boa qualidade existente na natureza vem diminuindo gradativamente, em razão do crescimento populacional, da expansão das fronteiras agrícolas e da degradação do meio ambiente [2].

A precipitação da chuva é umas das etapas do ciclo hidrológico. De toda a água precipitada, parte escoar pela superfície do solo até chegar aos rios, lagos e ao oceano, parte

retorna imediatamente para a atmosfera por evaporação e parte infiltra no solo, promovendo a recarga subterrânea [3].

Dentre as alternativas para otimização do uso dos recursos hídricos disponíveis tem se destacado o aproveitamento da água de chuva, uma técnica que além de contribuir com o armazenamento de água para diferentes usos a captação de água de chuva contribui fortemente na minimização dos picos de volumes nos leitos dos rios, pois, quando se reserva a água da chuva, ela deixa de cair diretamente no solo, diminuindo a quantidade de água do escoamento superficial evitando o transbordamento das redes pluviais municipais [4]. De acordo com [5], apesar de milenar a captação e utilização de água de chuva é uma tecnologia moderna quando associada a novos conceitos e técnicas construtivas e de segurança sanitária.

O sistema de captação e armazenamento da água da chuva refere-se à tecnologia utilizada para coletar e armazenar água da chuva que passa por determinada superfície de captação (telhados, superfície terrestre, encostas íngremes, pisos ou áreas de rocha), usando instrumentos simples de armazenamento (potes, tanques e cisternas), bem como técnicas mais complexas (barragens subterrâneas, trincheiras, valas e poços de infiltração, entre outros). Os sistemas usados devem ser considerados três componentes principais, a saber, a superfície de captação, o dispositivo de coleta, e o sistema de armazenamento [6].

A escassez de recursos hídricos que assola a região semiárida do Nordeste brasileiro torna praticamente impossível a prática de uma agricultura voltada para a produção de excedentes alimentares e para a sobrevivência dos rebanhos bovinos, caprinos e ovinos, principal fonte de renda e reserva de poupança dos pequenos agricultores [7].

Nesse sentido, observa-se que a pesquisa agrícola é imprescindível ao propósito de se gerar tecnologia que sirva de base para propor formas de aumentar a rentabilidade dos produtores e, ao mesmo tempo, proporcionar o uso racional, conservação e recuperação dos recursos naturais.

Segundo [8], o Brasil é o segundo produtor mundial de feijão do gênero *Phaseolus* e o primeiro na espécie *Phaseolus vulgaris*. A importância dessa produção enfoca que o feijão, além de constituir um dos alimentos básicos da população brasileira, é um dos principais produtos fornecedores de proteína na dieta alimentar das classes sociais economicamente menos favorecidas. O feijão é um alimento quase obrigatório da população brasileira, devido ao seu valor protéico. No Brasil estima-se que setenta e dois por cento de água utilizada seja designada a atividade agrícola, e devido a esse grande volume, vem-se discutindo questões de políticas alternativas para essa atividade [9].

A administração dos conflitos entre os diferentes usuários dos recursos hídricos pode ser realizada com uma visão de gestão integrada do uso, o controle e a conservação dos recursos hídricos [10].

A abordagem integrada do planejamento do uso e da gestão compartilhada dos recursos naturais é prática necessária e inadiável. É possível reduzir os conflitos da utilização dos recursos hídricos a um patamar mínimo, promovendo alternâncias espaciais ou de recurso utilizado para usos mais eficientes. Além disso, a vinculação do desenvolvimento social e econômico à proteção e à melhoria do meio ambiente pode contribuir decisivamente para o atendimento dos objetivos do desenvolvimento sustentável [11].

Assim esta pesquisa objetivou simular o comportamento de um reservatório para captação e armazenamento da água da chuva para viabilizar o cultivo de feijão num núcleo familiar no município de Serrinha, Bahia.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente foi realizada uma revisão de literatura sobre os parâmetros necessários para o dimensionamento de reservatório de acumulação pluvial para atender ao pleno desenvolvimento da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), considerando um núcleo familiar composto por 5 pessoas. Para a simulação do reservatório de captação de água foi selecionado o município de Serrinha-Ba, que apesar de estar locado no semiárido nordestino apresenta precipitações bem distribuídas ao longo do ano. As variáveis meteorológicas utilizadas para a determinação da demanda hídrica atmosférica do município foram disponibilizadas pelo CPETEC através dos dados diários de uma série histórica de 7 anos de observação.

Foi desenvolvida uma planilha eletrônica no software MS Excel, a qual se baseou no balanço hídrico climatológico diário para o dimensionamento da estrutura de captação e armazenamento das águas pluviais, de modo a suprir a demanda hídrica do cultivo agrícola. Na Figura 1, esta apresentada a concepção do modelo utilizado, o qual foi desenvolvido por [12].

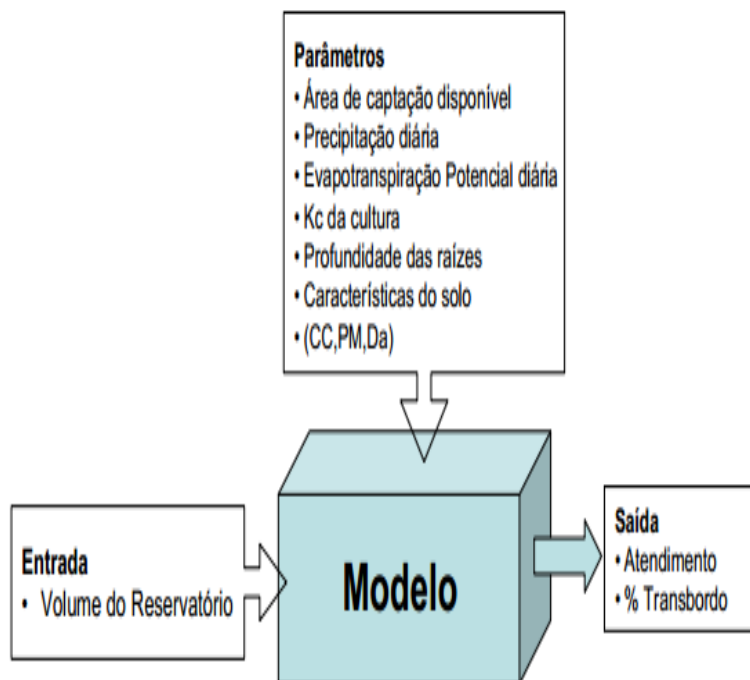


Figura 1: Esquema do modelo para dimensionamento de reservatório pluvial.
Fonte: Autores, (2016).

Para o dimensionamento do reservatório para captação de água pluvial foram utilizados os seguintes parâmetros: regime de chuvas local, área de captação disponível, demanda de recursos hídricos e o nível de risco aceitável. O tipo de consumo a que será destinada a água de chuva e a existência de outras fontes para suprimento deste, implicará no grau de risco aceitável ao esvaziamento do reservatório.

O dimensionamento utilizado baseou-se no modelo proposto por [13], utilizando o Modelo Comportamental, definindo um algoritmo mais generalizado para a operação do reservatório. [14] e [13] identificaram dois algoritmos fundamentais para o modelo comportamental. Um algoritmo descreve a regra de operação de reservatório de produção depois do enchimento (PDE) e o outro descreve a regra de operação do reservatório de produção antes do enchimento (PAE), conforme equações abaixo:

$$Y_t = \min \left\{ \begin{array}{l} D_t \\ V_{t-1} + \theta Q_t \end{array} \right. \quad (1)$$

$$V_t = \min \left\{ \begin{array}{l} (V_{t-1} + Q_t - \theta Y_t) - (1 - \theta) Y_t \\ S - (1 - \theta) Y_t \end{array} \right. \quad (2)$$

Onde: θ é um parâmetro entre 0 e 1. Utilizando $\theta = 0$, o algoritmo descreve a regra de operação de reservatório de produção depois do enchimento (PDE). Quando $\theta = 1$ descreve a regra de operação do reservatório de produção antes do enchimento (PAE), utilizando também as seguintes variáveis.

Y= Produção de chuva no sistema, responsável por suprir a demanda (m^3);

D=Demanda (m^3);

V=Volume de chuva no reservatório de armazenamento (m^3);

Q= Volume total de chuva coletado pelo sistema (m^3);

S= Volume do reservatório de armazenamento (m^3).

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a simulação do reservatório foi adotada inicialmente uma capacidade de água total disponível no solo de 79 mm, em função das características físico-hídricas do solo simulado associada à profundidade efetiva do feijoeiro. De posse da demanda atmosférica do feijoeiro, expressa pela evapotranspiração da cultura simulou-se o percentual de atendimento do reservatório durante o período em análise. De acordo com [15], para o desenvolvimento de uma região, há necessidade de tecnologias, as quais devem ser acessíveis e possíveis de serem adotadas pelos produtores, promovendo o aumento de produtividade, com o mínimo risco ao meio ambiente.

A expressão do atendimento da demanda hídrica da área cultivada associada a contribuição direta da precipitação sobre a cultura quando esta ocorrer. Assim, no momento da precipitação tanto os cultivos quanto o reservatório estariam sendo supridos com recursos hídricos, dispensando o uso do reservatório quando a precipitação for igual ou superior a lâmina de reposição (79 mm), aumentando assim o potencial de armazenamento deste.

A simulação do comportamento do reservatório para o município de Serrinha considerando um período de 7 anos, revelou que a utilização de uma área de plantio de 240 m^2 viabilizaria a condução do feijoeiro com 99% de confiabilidade de atendimento da demanda.

De acordo com [16], com prognóstico de períodos de seca e se conhecendo a variação temporal e espacial das precipitações, é possível um melhor planejamento da época de plantio e melhor adequação ao uso da irrigação.

A área de cultivo simulada de 240 m^2 é suficiente para a condução de até 3 ciclos regulares de produção do feijão durante o ano, considerando o ciclo médio da cultura de 120 dias, tal produção atenderia a demanda de núcleo familiar constituído por 5 pessoas, uma vez que o rendimento médio, por hectare, varia de 2,7 t ha⁻¹ a 3,0 t ha⁻¹ [18]. Estudos que visavam o abastecimento de uma família de até 5 pessoas considerando uma cisterna com volume de armazenamento de 16 mil litros de água, indicaram que esse volume seria suficiente para o abastecimento por um período de até 8 meses [18].

A cultura do feijão foi selecionada por constituir um dos mais importantes componentes da dieta alimentar do brasileiro.

Segundo informações da [19], as Américas respondem por 38,5% do consumo mundial, seguidas pela Ásia (37,8%), África (17,9%), Europa (3,3%) e Oceania (0,1%). Além de seu papel fundamental como fonte proteica de origem vegetal, além de ser um dos principais constituintes da cesta básica nacional, o feijão é produto merecedor de especial atenção dos governantes, da pesquisa e de toda sua cadeia produtiva [20].

A simulação do reservatório de captação de água de chuva mostrou-se eficiente constituindo-se num acréscimo na oferta de água para vários fins, liberando os recursos hídricos disponíveis para utilização em outros usos onde existe uma maior exigência da qualidade da água, tais como o abastecimento humano.

IV. CONCLUSÕES

A partir das simulações efetuadas e da revisão bibliográfica, conclui-se que a captação e utilização de águas pluviais para a irrigação, quando associada ao dimensionamento criterioso do sistema de captação, coleta e reservação dos recursos hídricos, considerando as demandas hídricas dos cultivos agrícolas constitui-se numa alternativa viável para o atendimento das demandas hídricas do feijoeiro para pequenos núcleos familiares, além de diminuir a pressão nos mananciais e permitir o direcionamento das águas pluviais para atendimento à consumos mais nobres, para uma parcela maior da população.

IV. REFERÊNCIAS

- [1] Santos, E. H. M.; Griebeler, N. P.; Oliveira, L. F. C. **Relação entre uso do solo e comportamento hidrológico na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.8, p.826–834, 2010.
- [2] Medeiros, S.; Soares, A. A.; Ramos, M. M.; Mantovani, E. C.; Souza, J. A. A. **Avaliação do manejo de irrigação no Perímetro Irrigado de Pirapora, MG**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 7, n. 1, p.80-84, 2003.

- [3] Garcez, L. N. **Elementos de engenharia hidráulica e sanitária**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.
- [4] Dornelles, F. **Aproveitamento de água de chuva no meio urbano e seu efeito na drenagem pluvial**. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 224f, 2012.
- [5] Andrade Neto, C. O. de. **Proteção Sanitária das Cisternas Rurais**. In: Anais do XI Simpósio Luso-brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Natal, 2004. Natal: ABES/APESB/APRH. 2004.
- [6] Lima, J. C. A. L. de. **Avaliação do desempenho de dispositivo de desvio das primeiras águas de chuva utilizado em cisternas no semiárido pernambucano**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 101f, 2012.
- [7] Cavalcanti, N. de B.; Oliveira, C. A. V. de.; Brito, L. T. de L.; Resende, G. M. **Avaliação do uso de técnicas de captação de água de chuva na região semi-árida do Nordeste Brasileiro**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.3, n.3, p.403-407, 1999.
- [8] Yokoyama, Lidia Pacheco. **Tendências de mercado e alternativas de comercialização do feijão**. Embrapa Arroz e Feijão, 2002.
- [9] AGENCIA NACIONAL DE AGUAS. **Irrigação é a finalidade mais outorgada de 2012**. Brasília/DF, 2013. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id_noticia=11655>. Acesso em 08 julho 2016.
- [10] Tucci, C. E. M.; Hespanhol, I.; Cordeiro Netto, O. M. **Gestão da Água no Brasil**. Brasília, DF: UNESCO, 2001. 153 p.
- [11] Anjos, E. F. S. **Os comitês de bacia hidrográfica: lições da experiência de Minas Gerais**. Brasília, DF: UnB, 2003. 139 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília.
- [12] Cohim, Eduardo; Garcia, P.A; Silva, A; Kiperstok, Asher. **Dimensionamento de reservatório para captação direta de água de chuva para irrigação**. In: 6º Simpósio brasileiro de captação e manejo de água de chuva. Belo Horizonte, 2007.
- [13] Fewkes, A. The use of rainwater for WC flushing: the field-testing of a collection system. **Building and Environment**, v. 34, n. 9, p. 765-772, 1999.
- [14] Jenkins, Henry. **Cultura da convergência**. Aleph, 2015.
- [15] Paz, V.P.S.; Teodoro, R.E.F.; Mendonça, F.C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.3, p.465-473, 2000.
- [16] Souza, S. A. V. **Programa computacional para simulação da ocorrência de veranicos e queda de produção**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1999. 124p. Tese Doutorado.
- [17] Silva, O.F. da; Faria, L.C. de; Melo, L.C.; Del Peloso, M.J. **Sistemas e custos de produção de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em diferentes épocas e regiões de cultivo**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004, 40 p. (Documentos, 168).
- [18] Articulação do Semiárido Brasileiro. **Cisternas nas escolas**. Recife, 2013. Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br/Portal/Informacoes.asp?COD_MEN U=5622&WORDKEY=Cisterna>. Acessado em 18 maio 2015.
- [19] FAO. **Statistics Division 2010**. Disponível em: <www.faostat.fao.org>. Acesso em: 13 Ago. 2016.
- [20] Ramos Junior, E. U.; Lemos, L. B.; Silva, T. R. B. da. **Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão**. Bragantia. Campinas, v. 64, n. 1, p. 75-82, 2005.

Simulation Study to Evaluate the Performance of a Photovoltaic System Connected to the Electrical Network in the Municipality of Terra Santa – PA

Felipe Ferreira Cavalcante¹, Vanise dos Santos Rodrigues², Greyce dos Santos Rodrigues³,
Marcus Vinicius Alves Nunes⁴, Elda Nunes de Carvalho⁵, Wilson Gonçalves de Araújo⁶,
Philip Floriano Rodrigues Ramkeerat⁷, Vilmara Souza e Silva⁸

^{1,6}Centro University of North – UNINORTE – Manaus – AM – BRASIL.

^{2,3,4,5,7}Federal University of Pará – UFPA – Belém – PA – Brasil.

⁸Institute of Galileo Education Technology of the Amazon – ITEGAM – Manaus – AM – Brasil.

Email: Flp_cavalcante@hotmail.com, Vanise_santosrodrigues@hotmail.com, Greyce.gsr@gmail.com, Eldanunes@gmail.com,
Wilsonga2@gmail.com, Philip_ramkeerat@hotmail.com, Vilmara.silva@seducam.pro.br

Received: March 13th, 2017

Accepted: May 14th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

Electricity is an important factor in the everyday life of society, and every day consumption is increasing. Besides this fact, there is also the current concern with the preservation and preservation of the environment. This research aims to evaluate, through simulations using PVSOL PREMIUM 2017 software, the power generation of a photovoltaic system connected to the distribution grid. In the simulations it was admitted that the photovoltaic system will be installed in the Terra Santa of Pará with the following geographic coordinates Latitude -1° 22'47" and Longitude -48° 28'47". In this system, 10 AXITEC AXPOWER AC-250P / 156-60S photovoltaic modules and a FRONIUS IG 3000 inverter will be used to meet an annual consumption requirement of 4041 kWh. This study will also allow to know the prediction of income with energy consumption, energy savings after system implementation, inverter efficiency, system performance, time of return of investment and amount of energy injected into the grid of distribution.

Keywords: Photovoltaic system, photovoltaic software, photovoltaic design, photovoltaic energy.

Estudo de Simulação para Avaliar o Desempenho de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica no Município de Terra Santa - PA

RESUMO

A eletricidade é um fator importante no cotidiano da sociedade, e a cada dia o consumo vem aumentando. Além deste fato, há também a preocupação atual com a preservação e conservação do meio ambiente. Essa pesquisa visa avaliar, através de simulações utilizando o software pvsol premium 2017, a geração de energia de um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica de distribuição. Nas simulações admitiu-se que o sistema fotovoltaico será instalado em terra santa interior do Pará com as seguintes coordenadas geográficas latitude -1° 22'47" e longitude -48° 28'47". Nesse sistema serão utilizados 10 módulos fotovoltaicos modelo axitec axpower ac-250p/156-60s e um inversor fronius ig 3000 para atender uma necessidade de consumo anual de 4041 kWh. Esse estudo permitirá conhecer, ainda, a previsão de rendimento com consumo de energia, a economia de energia após implementação do sistema, o rendimento do inversor, o desempenho do sistema, o tempo de retorno do investimento e a quantidade de energia injetada na rede elétrica de distribuição.

Palavras chaves: Sistema fotovoltaico, software fotovoltaico, dimensionamento fotovoltaico, energia fotovoltaica.

I. INTRODUCTION

Since April 17, 2012, when the Normative Resolution of the National Agency of Electric Energy - ANEEL N 482/2012 came into force allowing the Brazilian consumer to be able to

generate its own electricity from renewable sources or qualified cogeneration and even supply the surplus To your local distribution network. These are the micro and the distributed minigeration of

electric energy, innovations that can ally financial economy, socioenvironmental awareness and self-sustainability [1].

The incentives to distributed generation are justified by the potential benefits that such modality can provide to the electric system. These include the postponement of investments in expansion of transmission and distribution systems, low environmental impact, reduction in network loading, minimization of losses and diversification of the energy matrix [1]. With the objective of reducing the costs and time for the connection of microgeneration and minigeration; To reconcile the Electric Energy Compensation System with the General Conditions of Supply through Normative Resolution N 414/2010, increase the target public; And to improve information on the invoice, ANEEL published Normative Resolution No. 687/2015 revising Normative Resolution No. 482/2012 [1].

This study aims to contribute to the research that uses software to size and evaluate the potential of photovoltaic energy generation. For this purpose, PVSOL PREMIUM 2017 software will be used to evaluate the potential for photovoltaic energy generation that can be produced by a photovoltaic system connected to the distribution grid located in the interior of the Holy Land of Pará with the following geographic coordinates Latitude $-1^{\circ} 22' 47''$ and Longitude $-48^{\circ} 28' 47''$. A preliminary study on residence consumption was carried out, confirming an annual consumption of 4041 KWH / year, paying the concessionaire the equivalent of R \$ 2987.64. Therefore, the simulations carried out with PVSOL PREMIUM software must meet this consumption requirement. Initially an evaluation of the potential of local solar irradiation was carried out. For this, NREL SWERA NREL SWERA software was used at [2], where it was possible to obtain information on solar irradiation and temperature for Terra Santa-PA.

To meet the need for consumption, 10 photovoltaic modules of the company AXITEX model AXPOWER AC-250P/156-60S and a FRONIUS IG 3000 inverter were used in the simulations. In the simulations it was admitted that the ten modules were connected in series and the software PVSOL PREMIUM 2017 showed through the graphical results that the implanted system allows a reduction in energy consumption of approximately 70%. Photovoltaic systems are important alternatives to generate energy, helping in a satisfactory way to reduce the billing of energy consumption and contribute in parallel with the emission reduction of the greenhouse gases that are emitted daily in the atmosphere.

II. LITERATURE REVIEW

In the last decades, companies from diverse sectors felt the need to mobilize and adopt new policies, due to environmental awareness. Concern about the environment is growing every year, and the collection is not only from the government, but to a large extent the consumers [3]. Non-renewable energy sources are used on a large scale, however the concern that in a horizon of some decades these could be exhausted. Due to this fact, we are looking for new alternatives for the generation of energy at a sustainable level. Photovoltaic technology is one of the renewable resources that is increasingly used in developed countries [4][5].

Solar energy has a very variable behavior and its use in the form of electric energy depends, undoubtedly, on the Power Electronics, a science that has a set of knowledge suitable to make it useful and competitive. Currently there are researches focused on evaluating the behavior of photovoltaic systems, among which we can mention: A comparative study between photovoltaic energy and conventional energy sources was developed by [6]. A research

related to the study of photovoltaic energy using the climatic conditions of Portugal was treated in [7][8]. A study on the economical and environmental viability in the use of photovoltaic energy in Brazil is [9] Studies on the use of photovoltaic energy in Brazil was developed [5].

To assist in the design and performance of photovoltaic systems, there are studies that deal with the use of photovoltaic software, which allow to evaluate in advance the behavior of the system and the prediction of the generation of energy produced by the investment. In the solar energy laboratory of the Federal University of Rio Grande do Sul, a computer software was developed to simulate photovoltaic systems connected to the distribution grid called FVConect. With this software were performed mathematical simulations of the components of the photovoltaic system and the comparison of electric power curves, we also performed experimental correlations obtained from the photovoltaic system installed in the laboratory premises. In order to compare the results, the PVSYST software [10].

The HOMER software was used to evaluate the comparative study of the feasibility of photovoltaic systems connected to the distribution grid [11]. A modeling and simulation of photovoltaic nanorods (NRs) and nanowires (NW) photovoltaic cells that allow estimation of cell performance and characteristics, such as efficiency, fill factor, short-circuit current and circuit voltage Open research was carried out by [12]. A proposed method to predict the economic potential of the integrated photovoltaic system in buildings, based on hourly simulations of irradiation was the focus of studies of [13]. The performance analysis of a network-connected photovoltaic system in the northeastern region of Brazil developed by [14].

III. MATERIALS AND METHODS

III.1 GEOGRAPHICAL LOCATION OF TERRA SANTA-PA

Terra Santa is a Brazilian municipality in the state of Pará. It is located in the north of Brazil, at latitude $-1^{\circ} 22' 47''$ and longitude $-48^{\circ} 28' 47''$.

The municipality has an estimated population of 20 946 thousand inhabitants distributed in 1 896 km² of territorial extension.

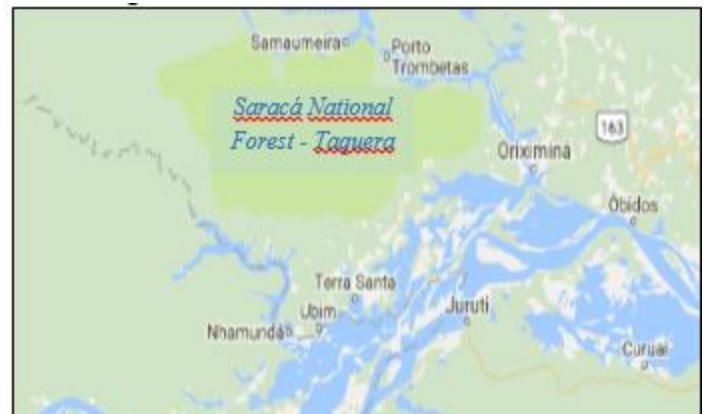


Figure 1: shows the satellite location of Terra Santa. Source: [2].

III.2 IRRADIATION IN THE HORIZONTAL PLANE IN TERRA SANTA-PA

The solar irradiance data in the horizontal plane presented is obtained by satellite from the NREL SWERA NREL SWERA

software database at [2] available free of charge on the internet for the geographical coordinates of Terra Santa- PA where the annual irradiation average is 5.06 KWh / m².day, which is the hours of Sol Pico (HPS). The graph of Figure 2 shows the irradiation in the horizontal plane in KWh/m².day throughout the year in Terra Santa-PA.

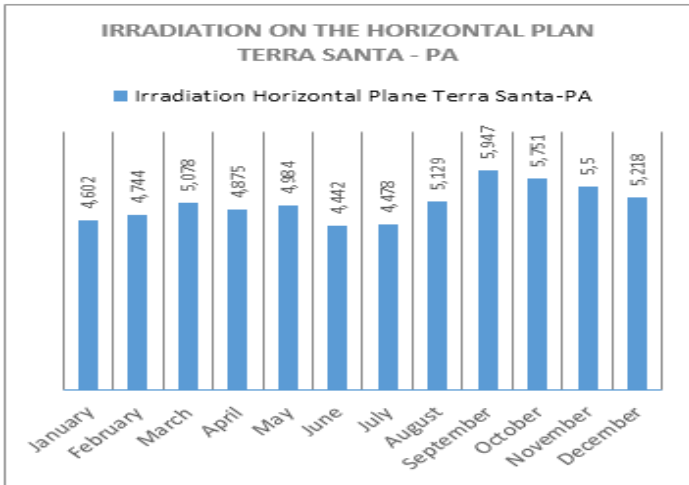


Figure 2: Solar Irradiation in the Holy Land. Source: [2].

III.3 TEMPERATURE IN TERRA SANTA-PA

The climate in the Holy Land is tropical. There is only a short dry season and it is not very effective, whereas in most of the months of the year there is a significant rainfall. September is the driest month with 43 mm. Presenting an average of 399 mm, the month of March is the month of greatest precipitation, with the average annual rainfall of 2358 mm. Temperature data were obtained by satellite from the NREL SWERA software database at [2]. The graph of Figure 3 shows the monthly temperatures in Terra Santa-PA. It is observed that in the months of August, September, October and December the temperatures are higher. Being that the highest peak of temperature occurs in the month of September 29,8°C and the smallest peak of temperature occurs in the month of April 25.68°C.

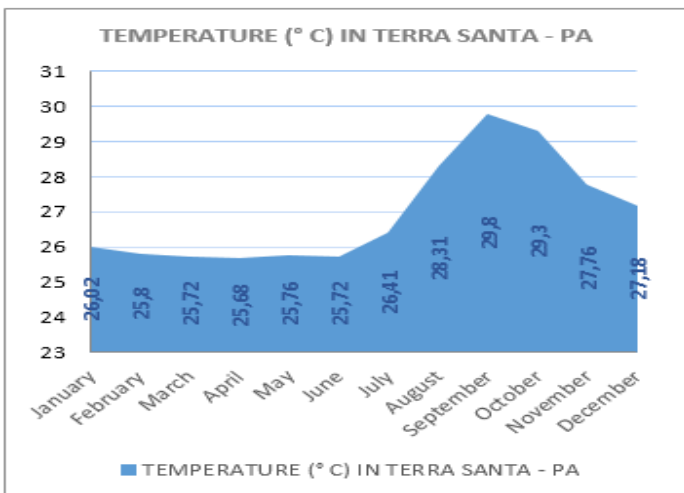


Figure 3: Monthly Temperature in the Holy Land. Source: [2].

III.4 HISTORICAL ENERGY CONSUMPTION DATA

The historical data of the energy consumption is obtained from the operator CELPA that provides the annual consumption of the residence under study. Having the information of energy consumption it is possible to carry out the sizing of the system to meet the need of the residence. Figure 4 graphically shows the monthly consumption of the study residence. It is observed that the highest consumptions are in the month of June, October, November and December. The annual consumption corresponds to 4041 KWh /year.

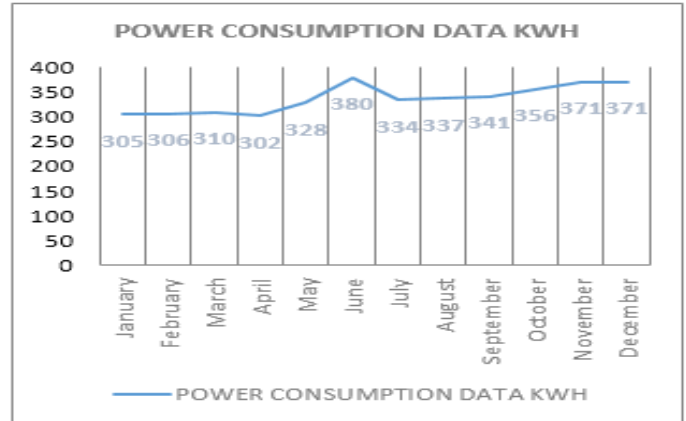


Figure 4: Monthly Consumption of Residence in Study. Source: Authors, (2017).

III.5 TYPES OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS - ISOLATED SYSTEMS

Isolated or autonomous systems are alternatives considered attractive and economically viable to generate electricity for communities in remote locations, that is, distant from the distribution network. They are distributed generation systems that do not have any communication with the electricity grid of the concessionaire. Generally, energy storage components are used by batteries in order to allow the generated energy to be subsequently used in periods of low solar irradiation or at night. To control the charge and discharge of the battery is used the charge controller, which has the function of not letting damage to the battery by overcharge or deep discharge. The load controller is used in small systems where the devices used are low voltage and direct current (DC). Some isolated systems do not require storage, which is the case of irrigation, where all pumped water is directly consumed or stored in reservoirs. For powering alternating current (AC) equipment an inverter is required [15].

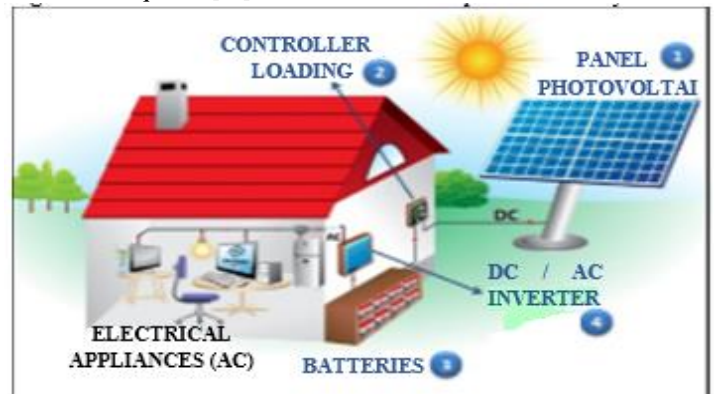


Figure 5: shows the scheme of an isolated photovoltaic system. Source: [16].

III.5.2 HYBRID SYSTEMS

Hybrid systems of electric power generation are systems formed by two or more sources of energy production, operating together to meet the demand of a common consumer, as shown in Figure 6.

The average consumer refers to a community or locality, served through a mini distribution network. The most commonly used energy sources in this type of system are solar and wind.

The use of various forms of electric power generation becomes complex in the need to optimize the use of energy, therefore, it is necessary a control of all sources for maximum efficiency in the delivery of energy to the consumer.

It is worth mentioning that this system can present an inverter at the output of the photovoltaic modules. Within this field of application, hybrid systems can be classified from medium to large [17].

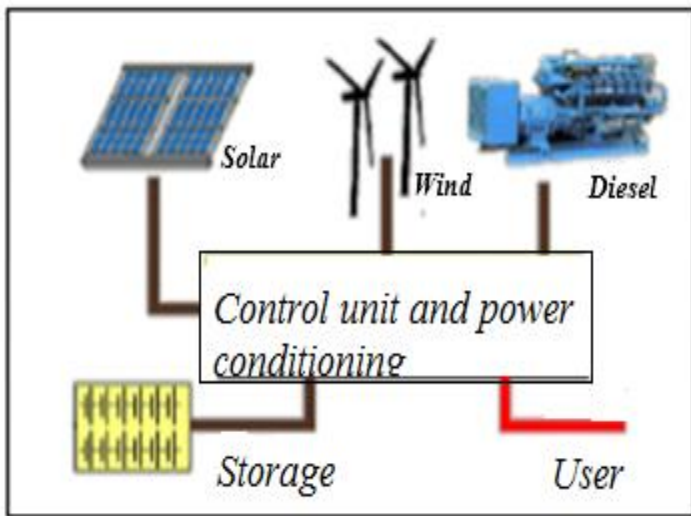


Figure 6: Hybrid photovoltaic system.
Source: [18].

III.5.3 NETWORK CONNECTED SYSTEMS

Distributed photovoltaic systems connected to the grid are installed to provide power to the consumer, who can use the power of the conventional grid to supplement the amount of energy demanded if there is any increase in the energy consumption in his residence or commercial establishment.

Figure 7 shows a schematic representative of this configuration. The consumer can make the free loan of the energy generated to the distributor if it is not consuming, ie, does not need banks of batteries to store energy, the grid itself is the "energy store" of the system, thus, the loan made is offset by the active power consumption.

The entire arrangement is connected to voltage inverters, which must meet the requirements of product quality and safety so that the network is not affected, such as anti-islanding and harmonic distortion.

Photovoltaic systems connected to the grid (SFCR) can be large (photovoltaic) or small (decentralized and installed in urban buildings) [19].

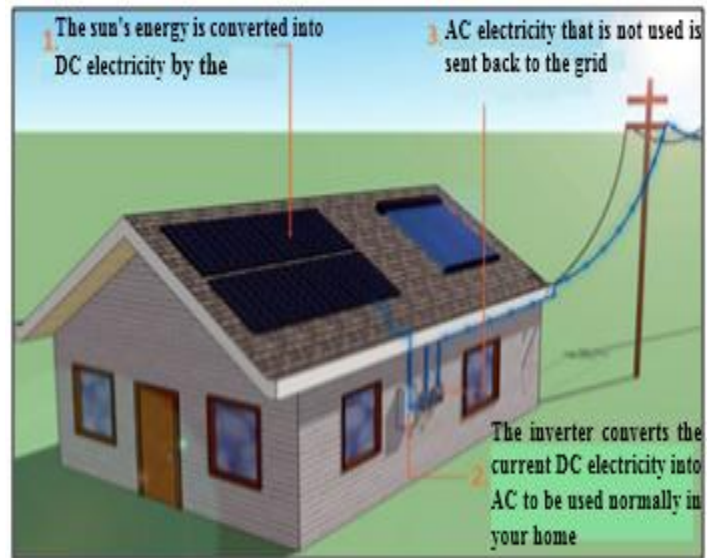


Figure 7: Photovoltaic system Connected to the grid.
Source: [16].

III.6 COMPONENTS OF A PHOTOVOLTAIC SYSTEM

Photovoltaic systems: Photovoltaic panels, Charge controllers, Inverters and connection fittings.

➤ Solar Panels - They play the role of heart, "pumping" energy into the system. They can be one or more panels and are sized according to the energy required. They are responsible for turning solar energy into electricity.

The efficiency of the photovoltaic module is given by the relation between the maximum power of the module divided by the product of the area occupied by the module and the standard irradiation STC, which allows to evaluate the national and international certification criteria.

The ratio (1) is used to determine the efficiency of the photovoltaic module is given according to [20]:

$$\eta_{pv} = \frac{P_{MAX}}{A_p \times 1000} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

η_{pv} : Is the efficiency of the photovoltaic module [%].

P_{MAX} : Maximum power or peak of the module [W].

A_p : It is the area of the module provided through the mechanical data which are the dimensions of the chosen module [m²].

1000: represents STC standardized solar irradiance.

The Figure 8 shows the characteristic curve of the efficiency of the module as a function of irradiation. It is observed that the best efficiencies are presented with the modules operating at low temperatures, within the previously achieved safety range for low temperature design. The efficiency of the AXPOWER AC-250P module is 15.44%.

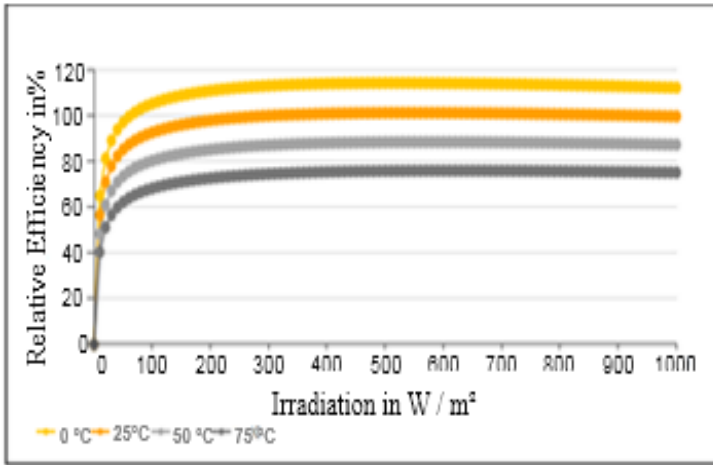


Figure 8: Module efficiency. Source: [21].

The characteristic curves and voltage under constant temperature show that as the solar irradiation increases the voltage and the current also increases and consequently the power of the module, figure 9 graphically shows the statement.

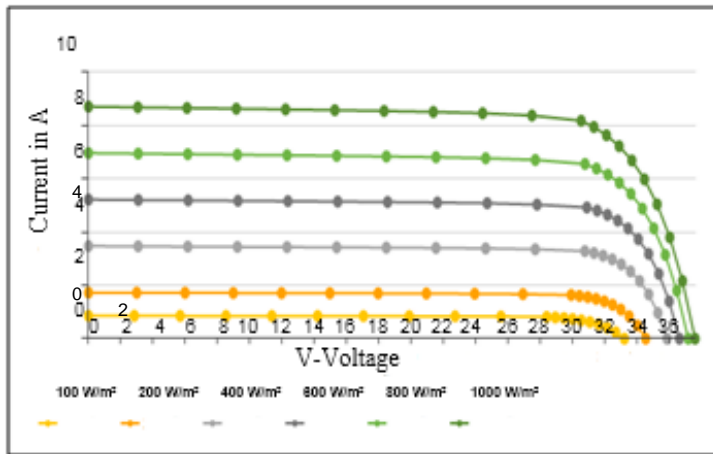


Figure 9: Current and voltage characteristic curves. Source: [21].

"Performance Ratio" (PR) is the relationship between the theoretical performance and the actual performance of the photovoltaic system. The PR encompasses all system losses. In this Survey, a PR equal to 79.4% is allowed.

The number of modules to be used in a photovoltaic power generation project is given according to ratios 2 and 3, for [22]:

$$P_{PEAK} = \frac{E_{CD} * G_r}{HSP * PR} \quad (2)$$

At where:

PPEAK: Power of photovoltaic system KWp.

ECD: Daily consumption.

G_r: Reference irradiance 1 kWh.

HSP: It is the average hours local sun peak in kWh / m².day-1

PR: "Performance Ratio" of the System.

PModulo: Power of the chosen module.

$$M_o = \frac{P_{PEAK}}{P_{Modulo}} \quad (3)$$

At where:

M_o: It is the amount of modules that should be used in the photovoltaic system.

P_{PEAK}: Electrical power of the photovoltaic array [Wp].

P_{Module}: This is the peak power value of the model module in [Wp] found in the manufacturer's manual (Datasheet) under standard STC test conditions.

For sizing the photovoltaic system it is important to know the electrical data that are provided by the manufacturers.

In the simulations of this study we chose to use the photovoltaic module model AXITEC AXPOWER AC-250P / 156-60S made with polycrystalline silicon composed of 60 cells. Its mechanical dimensions are width 992 mm, length 1640 mm, height 40 mm, frame width 11 mm and weight 18 kg and the surface area of the photovoltaic module 1.63 m². Figure 10 shows the layout of the panel dimensions.

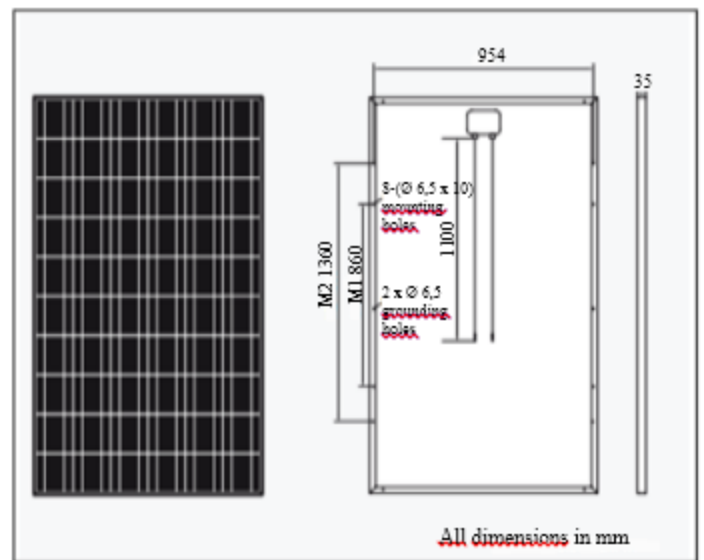


Figure 10: AXITEC AXPOWER AC-250P / 156-60S module. Source: [23].

Working Points on Standard Test Conditions (STC), where the reference temperature is 25°C and the reference irradiance is 1000 W. The electrical data of the modules are shown in table 1.

Table 01: Electrical Data of the AXITEC AXPOWER AC-250P / 156-60S Module.

Electrical module data in STC	
Voltage at maximum power V _{mpp} [V]	30,7
Current at maximum power I _{mpp} [A]	8,18
Module Power [Wp]	250
Open circuit voltage V _{ca} [V]	37,8
Short circuit current I _{sc} [A]	8,71
Voltage Correction Coefficient C (V _{mpp})% (K)	-0,42
Voltage correction coefficient C (V _{ca}) [% (K)]	-0,3
Short-circuit correction coefficient C (I _{sc}) [% (K)]	0,04

Source: [23].

- De Load controllers - Operate as valves for the system. They serve to avoid overloading the system.

➤ Inverters - The inverter, or DC-AC converter, is the device responsible for converting DC quantities, which are at the output of the solar panel, into AC quantities. This type of conversion is usually necessary since most of the current electrical equipment is powered by AC voltage. Control of this device is generally performed via pulse width modulation.

In this study we use the relation (2) that was previously defined to indicate the choice of the inverter power to be used in the design of the photovoltaic system.

For the simulations of this study will be used a FRONIUS 3.0 inverter that is recommended to meet a power demand of 2500Wp to 3300Wp. This inverter displays the voltage range at maximum input power in the range of 150V to 450V and the maximum DC voltage equal to 500V. The nominal input voltage is 280V. The nominal input current is 10 A.

It is important to evaluate the operating conditions of the module at low temperatures and high temperatures, in this case the voltages of the photovoltaic array are evaluated. The photovoltaic arrangement may be arranged in series and / or parallel.

In order to evaluate these conditions it is necessary to carry out the correction using the temperature correction coefficients for voltage in Maximum Power.

At high temperatures the ratio (4) is used:

$$(VMMP) = Vmmp + (C(Vmmp) * Vmmp) * (\Delta t) \quad (4)$$

At where:

VMMP: is the voltage in Maximum Power corrected in the conditions of high temperatures.

(Vmmp): Coefficient of temperature correction for voltage at maximum power.

Vmmp: is the voltage in Maximum Power of the photovoltaic array arranged in series and / or parallel.

$\Delta t = t - 25$, where t is the maximum modulus temperature.

At low temperatures the ratio (5) is used:

$$(VCA) = Vca + (C(Vca) * Vca) * (\Delta t) \quad (5)$$

At where:

VCA is the open circuit voltage correction for low temperature.

C (Vca): is the temperature correction coefficient of the open circuit voltage.

Vca: is the open circuit voltage of the photovoltaic array that can be arranged in series and / or parallel.

$\Delta t = t - 25$, where t is the minimum temperature of the module.

The evaluation of the behavior of the photovoltaic arrangement in series or parallel in low and high temperatures is important to verify the adequate range of operation of the inverter chosen to compose the photovoltaic system.

The evaluation of the low temperatures allows to avoid a possible burn of the inverter that can be caused by the increase of the voltage as a function of low temperatures. Therefore, this verification provides security for the sizing of the PV system.

The relation (6) determines the number of strings connected in parallel given by the ratio between the input current

of the inverter and the short-circuit current of the module used in the photovoltaic system [24].

$$Fstring = \frac{I_{max,INVERTOR}}{I_{SC,MÓDULO}} \quad (6)$$

At where:

Fstring: Maximum number of rows that can be associated in parallel.

I_ (max, INVERTER): Is the maximum input current of the inverter found on the manufacturer's sheet, at data input, 18A.

I_ (SC, MODULE): It is the short-circuit current of a row of "strings" which is always equal to the short-circuit current of the Isc module, found on the manufacturer's datasheet in Electrical Data, 8.71 A.

The maximum number of modules that can be connected in series by the PV array is given by the ratio (7) which is the ratio between the maximum input voltage of the inverter, which must not be exceeded, by the open circuit voltage of the module corrected at Low temperatures [19].

The result found should be rounded down.

$$M_{sérieMax} = \frac{U_{DCMAX,INVERTOR}}{V_{oc,MÓDULO_CORRIGIDO}} \quad (7)$$

At where:

M_seriesMax: Maximum number of modules connected in series.

U_ (DCMAX, INVERTER): It is the maximum input voltage of the inverter [V] which is 500V.

V_ (oc, MODULE_CURED): It is the open circuit voltage of the module [V] which is 39.5V.

After correction of the maximum voltage of the module, the minimum number of modules that can be connected in series by the photovoltaic array through the ratio [20] per [19]. The result found should be rounded off for more.

$$M_{Mim,MPPT} = \frac{U_{MinMPPT,INVERTOR}}{V_{MPP,MÓD.CORRIGIDO}} \quad [20]$$

At where:

M_ (Me, MPPT): Minimum number of modules connected in series.

U_ (MinMPPT, INVERTER): Minimum inverter power, 150V.

V_ (MPP, CURRENT MODULE): Voltage in Maximum power of the corrected photovoltaic module, 23.6 V.

IV. RESULTS AND DISCUSSIONS

The photovoltaic system connected to the electric grid is designed to be installed in the Holy Land of Pará with the following geographic coordinates, at a latitude $-1^{\circ} 22'47''$ and Longitude $-48^{\circ} 28'47''$ in order to meet a consumption requirement Of 337 kWh / month will require according to ratio (2) an amount of 10 photovoltaic modules of 250W.

The inverter used must have a minimum power capacity according to the ratio (1) of 2,6931 KW. Therefore, in the following simulations it was decided to use a Fronius 3.0 inverter.

Table 2 shows the variation of modules to verify the voltage range ideal for the proper operation of the inverter.

Note that the data provided in the blue strip in table 02 represent the number of modules that can be connected in series respecting the voltage limits of the inverter. The minimum number of modules connected in series according to the ratio [25] are 7 modules and the maximum number of modules connected in series according to the ratio (7) are 11 modules. As the number of modules needed to meet the consumption of the residence in study are 10 modules, it was then decided to organize the 10 modules connected in series.

Table 2: Ideal inverter voltage range.

Number of Modules Connected in Series				
Qodules	Voltage VMPP arrangement	VMMP Correction	Vca	Vca Correction
1	30,7	23,6083	37,8	39,501
2	61,4	47,2166	75,6	79,002
3	92,1	70,8249	113,4	118,503
4	122,8	94,4332	151,2	158,004
5	153,5	118,0415	189	197,505
6	184,2	141,6498	226,8	237,006
7	214,9	165,2581	264,6	276,507
8	245,6	188,8664	302,4	316,008
9	276,3	212,4747	340,2	355,509
10	307	236,083	378	395,01
11	337,7	259,6913	415,8	434,511
12	368,4	283,2996	453,6	474,012
13	399,1	306,9079	491,4	513,513
14	429,8	330,5162	529,2	553,014
15	460,5	354,1245	567	592,515
16	491,2	377,7328	604,8	632,016
17	521,9	401,3411	642,6	671,517
18	552,6	424,9494	680,4	711,018
19	583,3	448,5577	718,2	750,519
20	614	472,166	756	790,02
21	644,7	495,7743	793,8	829,521
22	675,4	519,3826	831,6	869,022
23	706,1	542,9909	869,4	908,523

Source: Authors, (2017).

Under these conditions, the simulations were carried out using the software PVSOL PREMIUM 2017 in which the following results were obtained:

The photovoltaic generator has power of 2.5 KWp, which will occupy an area for installation of 16.3 m².

The overall solar irradiation incident on the plane of the modules is 1821.4 KWh / m².

The amount of CO₂ emissions avoided in the atmosphere is 2178 kg / year. Figure 11 shows the overall irradiance per generator area throughout the year.

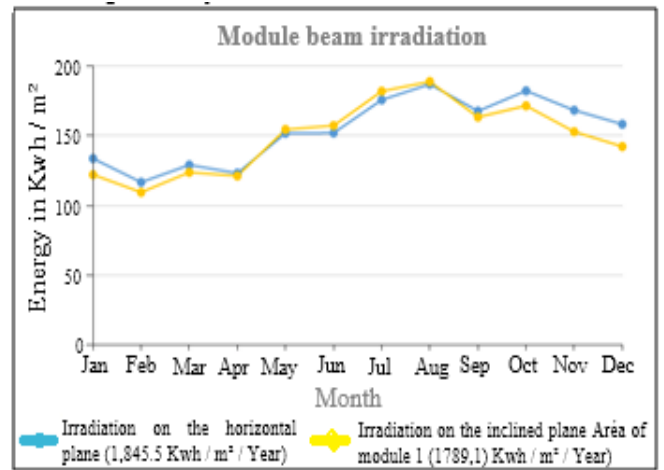


Figure 11: Irradiation by module area

Source:[21].

Figure 12 shows the temperature variation per module area during the year.

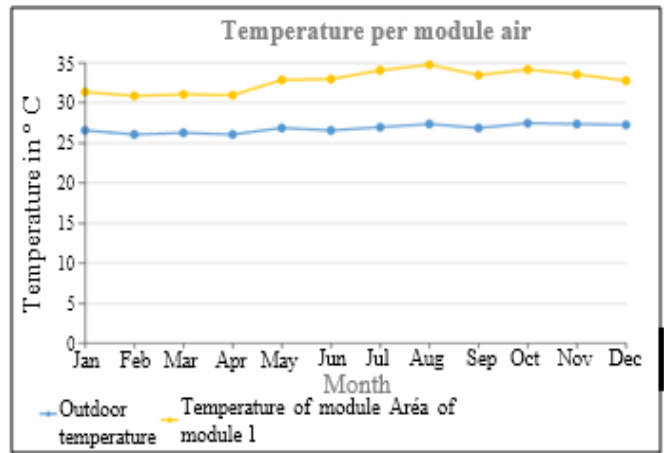


Figure 12: Temperature per module area.

Source: [21].

The performance (PR) of the system is 79.4% with annual yield of 1452.13 KWh / KWp. The figure in figure 13 shows the result.

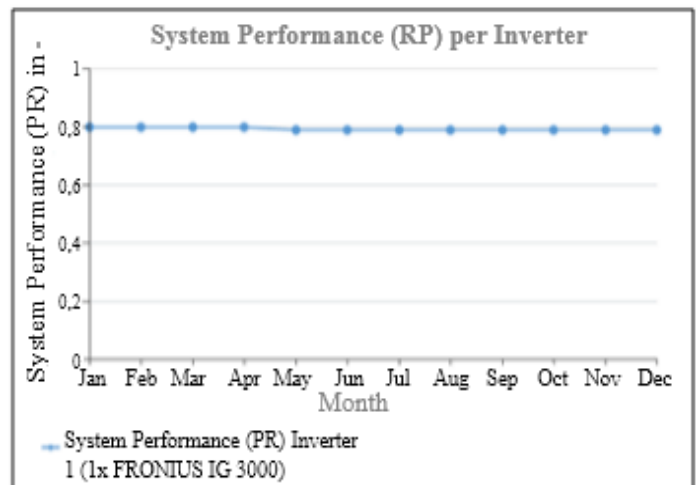


Figure 13: Performance (PR) of the Photovoltaic System.

Source: [21].

Figure 14 shows the monthly forecast of the system performance. It is observed that the best yields occur in the months of June, July, August, September, October and November.

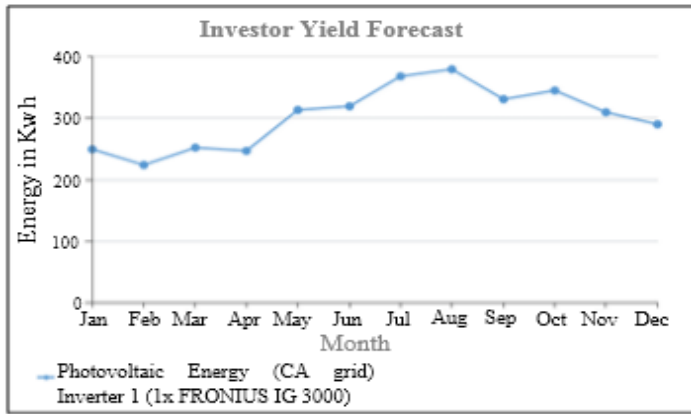


Figure 14: Monthly Income Forecast. Source: [21].

Figure 15 shows a comparison between the monthly consumption of the residence and the photovoltaic energy produced by the system during the year.

It is observed in this figure that the months of July and August present the best photovoltaic energy production. The photovoltaic generator will deliver the grid 3630 KWh / year consuming only 416 KWh / year from the grid.

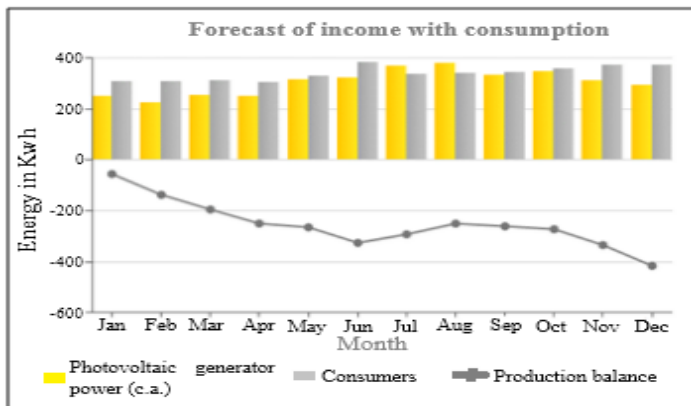


Figure 15: Monthly Photovoltaic Energy production forecast. Source: [21].

According to the historical data of the energy consumption of the study residence, it is observed that the residence consumes 4041 KWh / year paying the concessionaire the equivalent of R\$ 2987,64.

With the implementation of photovoltaic system connected to the electric grid the consumption will be 1200KWh / year corresponding to R \$ 863.26. The savings after the implementation of the system is 2841 KWh / year corresponding to R\$ 2124,39.

The economy with the system is shown in figure 16. In this it is observed that the price of the energy to be paid to the concessionaire reduced, providing to the user a reduction in the cost of the energy consumption.

It is also noted that in any of the months the user will not pay the concessionaire, since he pays the concession fee of the network that in this system is three-phase which must be paid 100KWh / month for the use of the electric network.

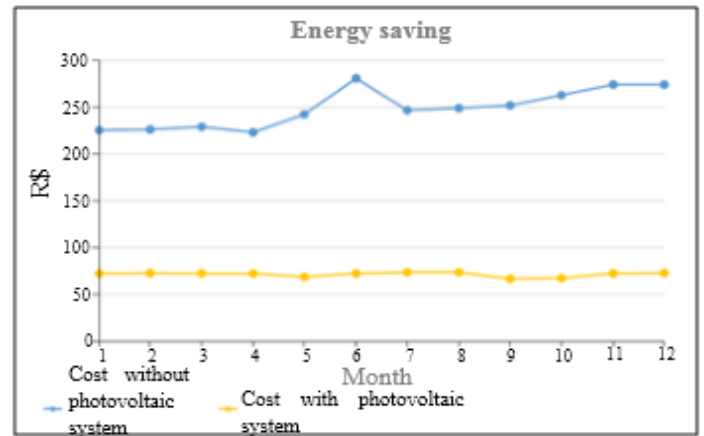


Figure 16: Monthly economics with system implementation. Source: [21]

Figure 17 shows the payback time of the investment that is 9 years. With return rate of 10.73%.

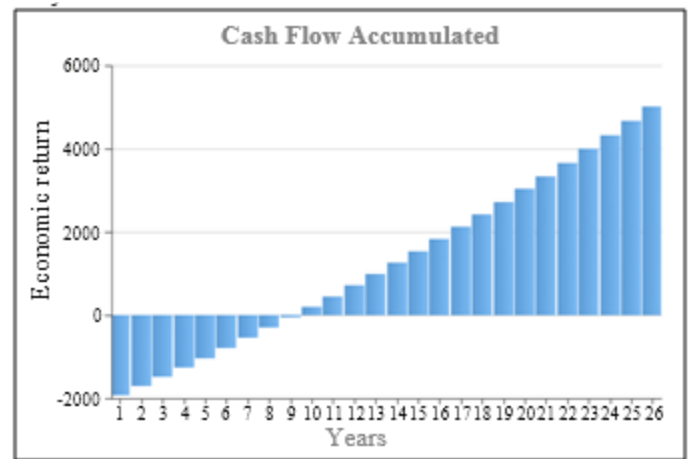


Figure 17: Return on Investment. Source: [21].

V. CONCLUSION

The simulations with the PVSOL PREMIUM 2017 software provided a comprehensive view of the design of the photovoltaic system connected to the distribution grid.

For the simulations performed in the geographical conditions of Terra Santa, in the interior of Pará, with the geographical coordinates of Latitude $-1^{\circ} 22'47''$ and Longitude $-48^{\circ} 28'47''$. According to historical data of the residence's energy consumption that is 4041 KWh / year with payment of annual invoice of R \$ 2987.64. According to the simulations, the implementation of the photovoltaic system allowed the energy bill to be reduced by approximately 70% of the value per year, corresponding to 2841KWh / year, corresponding to the consumption of R \$ 2124.39 per year.

Therefore, the simulations show that photovoltaic systems connected to the distribution grid complement the energy consumption savings satisfactorily. In addition to contributing to the reduction of emissions of greenhouse gases, as a source of renewable energy. In this study the reduction of CO2 emissions was 2178 kg / year.

Therefore, the use of photovoltaic renewable energy generation is an alternative to contribute to the reduction of the

electric energy tariff and to improve the air quality of the atmosphere by reducing the CO₂ gases.

The PVSOL PREMIUM 2017 software used in this research for the design of the photovoltaic system contributed greatly to the best evaluation of photovoltaic systems giving a vision of photovoltaic energy productivity, economy with system implementation, system efficiency and economic return on investment.

VI. ACKNOWLEDGMENTS

We thank all those who directly or indirectly collaborated with this research. CELPA for providing the data to start the work. We thank the partnership between the University Center of North-UNINORTE and the Federal University of Pará-UFPA for providing research fields related to the use of renewable resources in the North region, encouraging the population to seek new sources of energy production, always aiming at the quality of environment.

VII. REFERENCES

- [1] PRODIST (2016). "Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional. ANEEL, versão 9." 2016.
- [2] <https://maps.nrel.gov/swera>. Acesso em 17.05.2017.
- [3] Aramizı, J. **Modelagem e análise de desempenho de um sistema fotovoltaico em operação isolada e em paralelo com uma rede de distribuição de energia elétrica**, Universidade de São Paulo (USP). 2010.
- [4] Marinovski, D. L., I. T. Salomoni and R. Rütther (2004). **Pré-dimensionamento de sistema solar fotovoltaico: estudo de caso do edifício sede do CREA-SC**. Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável. São Paulo, Brasil.
- [5] Varella, F., C. K. N. Cavaliero and E. Silva (2008). "Energia solar fotovoltaica no Brasil: Incentivos regulatórios." *Revista Brasileira de Energia* 14(1): 9-22.
- [6] Shayani, R. A., M. A. G. d. Oliveira and I. d. T. Camargo (2006). **Comparação do custo entre energia solar fotovoltaica e fontes convencionais**. Congresso Brasileiro de Planejamento Energético (V CBPE). Brasília.
- [7] Proença, E. (2007). "A Energia Solar Fotovoltaica em Portugal." Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.
- [8] Castro, R. (2011). "Uma introdução às energias renováveis: eólica, fotovoltaica e mini-hídrica." Lisboa: Instituto Superior Técnico.
- [9] Cabral, I. and R. Vieira (2012). **Viabilidade econômica x viabilidade ambiental do uso de energia fotovoltaica no caso brasileiro: uma abordagem no período recente**. III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental.
- [10] Rampinelli, G. and A. Krenzinger (2009). "Descrição de um Programa Computacional de Simulação de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica de Distribuição." *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 13: 04.21-04.28.
- [11] Behenck, I. S. (2011). **Estudo Comparativo da Viabilidade de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede, Através do Software Homer**, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- [12] Ali, N. M.; Rafat, N. H. **Modeling and simulation of nanorods photovoltaic solar cells: A review**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 68, p. 212-220, 2017.
- [13] Fath, K., J. Stengel, W. Sprenger, H. R. Wilson, F. Schultmann e T. E. Kuhn (2015). "A method for predicting the economic potential of (building-integrated) photovoltaics in urban areas based on hourly Radiance simulations." *Solar Energy* 116: 357-370.
- [14] De Lima, L. C., L. de Araújo Ferreira and F. H. B. de Lima Morais (2017). "Performance analysis of a grid connected photovoltaic system in northeastern Brazil." *Energy for Sustainable Development* 37: 79-85.
- [15] Souza, A. C. d. (2016). "Análise dos impactos da geração distribuída por fonte solar fotovoltaica na qualidade da energia elétrica."
- [16] <http://energiatecsolar.com.br>. Acesso em 15 de abril de 2017.
- [17] dos Reis, L. B. **Geração de energia elétrica**. Editora Manole. 2015.
- [18] <http://cresesb.cepel.br>. Acesso em 21 Abril de 2017.
- [19] De Martino Jannuzzi, G., F. K. Varella and R. D. M. Gomes (2009). "Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica no Brasil: panorama da atual legislação." *International Energy Initiative para an América Latina (IEI-LA) e Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)*.
- [20] Gnoatto, E., Y. Ferruzzi and R. P. RicieriI (2004). "Performance of panel fotovoltaico in an isolated system." *Proceedings of the 5th Encontro de Energia no Meio Rural*.
- [21] Simulações PVSOL PREMIUM. 2017.
- [22] Freitas, S. S. A. **Dimensionamento de sistemas fotovoltaicos**. Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior de Tecnologia e de Gestão. 2008.
- [23] www.axitecsolar.com/pt/modulos-solares.html. Folha do fabricante AXITEC. Acesso em 22 de 2017.
- [24] Udaeta, M. E. M., J. L. d. O. Bernal and G. P. S. Sampaio (2014). "Relatório Técnico Científico : Dimensionamento de um Sistema Fotovoltaico Residencial Zero-Energia " : 32.
- [25] NBR10899 (2013). "Energia Solar Fotovoltaica-Terminologia." 11.



Guidelines for rainwater use in urban areas during water crisis period

Luciano Zanella¹, Wolney Castilho Alves²

^{1,2}Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). São Paulo - SP.

Email: lucianoz@ipt.br, wolneipt@ipt.br

Received: March 18th, 2017

Accepted: May 24th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

The southeastern region of Brazil experienced a water supply crisis period, from 2013 to 2015, that brought up several homemade additional water supply solutions, many of them conveyed by various media sectors as innovative. Many of the disclosed solutions are technically inadequate, that denote the need for quality information production and promulgation both to the population as to the media vehicles. The main knowledge gaps, identified using media news as source, were about of the correct rainwater treatment, storage and uses. In order to disseminate and perpetuate the appropriate information, was elaborated a manual, using simplified language and focused on urban domestic public, people without specific technical knowledge. The manual contains guidelines concerning the main steps required to install an emergency rainwater catchment, treatment and reservation system, built apart of main hydraulic building system and that could serve as an additional water supply.

Keywords: Rainwater, science communication, additional supply, guidelines, alternative water sources.

Orientações para uso de água de chuva em ambiente urbano durante período de crise hídrica

RESUMO

O período de crise de abastecimento pelo qual passou a região sudeste do Brasil entre os anos de 2013 e 2015 trouxe à tona diversas soluções caseiras de abastecimento complementar de água, muitas delas veiculadas por diversos setores de mídia como soluções inovadoras, apesar de tecnicamente inadequadas, o que demonstrou a necessidade de produção e propagação de informação de qualidade tanto para a população quando para os veículos midiáticos. As principais lacunas de conhecimento identificadas foram no tocante ao correto tratamento das águas de chuva, seu armazenamento e usos indicados. Para que as informações adequadas sejam difundidas e perenizadas elaborou-se um manual utilizando-se de linguagem simplificada e com foco no público doméstico urbano, sem conhecimentos técnicos específicos. Foram apresentadas orientações a respeito das principais etapas necessárias à instalação de um sistema emergencial de captação, tratamento e reservação de água de chuva, de forma independente do sistema hidráulico predial de distribuição de água potável, que pudesse servir como forma de abastecimento complementar.

Palavras Chaves: água de chuva, divulgação científica, abastecimento complementar, orientações, fontes alternativas de água.

I. INTRODUÇÃO

O período compreendido entre os anos de 2013 e 2015 foi caracterizado pela redução acentuada nos volumes de chuva precipitados sobre a região sudeste do Brasil. A falta de chuvas e a manutenção do consumo em patamares normais culminaram na diminuição drástica dos volumes de água armazenados nos mananciais que suprem o abastecimento público de muitas cidades da região, fato que ocasionou uma das maiores crises de abastecimento público de água já registradas para esta área.

Medidas como redução na pressão da rede de distribuição de água, rodízio de abastecimento e racionamento de água foram adotadas em diversas cidades dos estados afetados pela estiagem. A população atingida pela falta d'água foi levada a buscar alternativas de abastecimento local e a alterar padrões de consumo de modo a aproveitar a pouca água disponível para as finalidades mais necessárias. As mudanças de hábito envolveram, dentre outras, a obtenção de água subterrânea, o reuso direto das águas cinza e o aproveitamento de água de chuvas. Ressalta-se que, embora bastante tradicional na zona rural e em pequenos aglomerados urbanos em um passado não muito distante, as

práticas de captação e aproveitamento de água de chuva foram quase que abandonadas por boa parte da população no ambiente urbano das grandes cidades da região Sudeste.

A utilização de água de chuva nessa região é caracterizada pelo aproveitamento em edificações comerciais, industriais ou ainda em habitações residenciais de alto padrão onde o apelo ambiental é considerado significativo. Em sua maioria, os sistemas de aproveitamento de água de chuva utilizados nessa região são concebidos sob a forma de sistema de abastecimento complementar, independente do sistema predial de distribuição de água fria, mas integrado à edificação, o que faz com que o usuário final não necessite alterar seus hábitos para utilizar a água de chuva.

A situação de crise à qual a população foi submetida fez com que soluções de complementação de abastecimento fossem criadas, muitas vezes, baseadas no improviso e sem uma orientação mínima a respeito das boas práticas no manejo dessas águas. Soluções tecnologicamente inadequadas, como a representada na Figura 1, foram expostas em diversos setores de mídia como alternativas desenvolvidas pela população como resposta ao enfrentamento da falta d'água.



Figura 1: Solução inadequada de captação direta de água de chuva como complementação de abastecimento.

Fonte: [1].

Situações extremas foram veiculadas em telejornais (Figura 2) onde, a partir de uma situação crítica de falta d'água, a população buscava a água que escoava pelos telhados durante eventos de precipitação, coletando-a com bacias e potes e a consumia sem nenhum tipo de tratamento.

A situação de exceção advinda das restrições impostas pelo desabastecimento trouxe à tona a disseminação de práticas de uso de água de fontes alternativas, mas sem que os cuidados necessários à sua coleta, armazenamento e consumo fossem informados.

Quanto ao consumo de água de chuva, existe um elemento complicador já que ainda paira na cultura popular a ideia que toda a água de chuva é limpa e que pode ser consumida sem qualquer tipo de tratamento, fato que não pode ser tomado por verdade absoluta, em especial quando se trata de áreas densamente urbanizadas ou industrializadas.

Para [2] avaliaram a qualidade da água de chuva obtida após período de estiagem em pontos do município de São Paulo

identificando uma grande variação de qualidade dependendo das condições do entorno da área de captação. A presença de contaminação biológica e as concentrações de matéria orgânica detectadas reforçam a necessidade de um tratamento adequado antes da utilização dessas águas.



Figura 2: Captação direta não planejada de água de chuva como fonte de abastecimento.

Fonte: [3].

As fontes de poluição que podem interferir na qualidade das águas de chuva são semelhantes àsquelas relacionadas à poluição difusa, com destaque para [4][5]:

- Deposição atmosférica: tem sido observada uma intensificação global da poluição atmosférica, principalmente nas áreas urbanas e industriais. A atmosfera desempenha um papel importante no transporte de diversas espécies químicas, poluentes resultantes tanto de processos naturais quanto de processos antropogênicos. A deposição de poluentes atmosféricos pode ocorrer por via seca e úmida. O potencial significado da deposição de poeiras ficou evidente durante estudos conduzidos na cidade de Cincinnati onde foi encontrada uma deposição seca de $567 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.
- Solo: os tipos de cobertura e de solo encontrados nos arredores de uma área de coleta podem interferir diretamente na qualidade da água escoada e acumulada, já que o solo exposto pode ser carregado pelo vento até as superfícies de captação.
- Fauna local: mesmo em regiões urbanas adensadas existe a presença de animais que frequentam as áreas de captação, muitos deles são vetores conhecidos de transmissão de doenças, tais como pássaros, roedores, insetos, etc. Merecem destaque os pombos, ratos, gambás, pequenos répteis e insetos que podem estar presentes em quantidades consideráveis nas áreas de captação, assim como suas excretas.
- Vegetação: folhas, galhos e outros tipos de plantas que caem ou são depositados nas áreas de captação. As quantidades dependem da localização geográfica, estação e práticas paisagísticas e urbanísticas.
- Agroquímicos: uma grande variedade de químicos pode ser utilizada como: fertilizantes, pesticidas e herbicidas e entrar em contato com as superfícies de captação caso estejam próximas de áreas de pulverização agrícola.
- Tráfego: os veículos podem contribuir com uma larga variedade de materiais: partículas do desgaste dos pneus e freios, emissões de exaustão, produtos da corrosão, etc.

Apesar da pequena quantidade de material originário dessa fonte, o seu potencial poluente é considerável, principalmente no tocante aos metais (Zn, Pb, Cu, Cd, etc). A quantidade destes contaminantes está relacionada, entre outros, ao volume de tráfego, à idade da frota e ao tipo de combustível.

Para o enfrentamento da crise houve a necessidade, portanto, de informar a população a respeito das formas mais adequadas de uso das águas de chuva. A partir dessa necessidade foi elaborado um manual agregando as boas práticas referentes ao manejo e utilização das águas de chuva e dicas que pudessem ser utilizadas por uma pessoa desprovida de conhecimentos técnicos específicos.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

A elaboração do material de orientação foi realizada tendo como objeto de verificação soluções caseiras de aproveitamento de água de chuva, desenvolvidas pela população e veiculadas pela mídia. As principais etapas de desenvolvimento foram:

- Identificação das lacunas de conhecimento: as soluções de abastecimento emergencial desenvolvidas pela população durante situação crítica de abastecimento raramente levam em conta a evolução das boas práticas desenvolvidas pelo meio técnico científico, tanto no tocante ao tratamento mínimo das águas, quanto aos cuidados em seu armazenamento;
- Identificação do público alvo: apesar da ocorrência de restrições de abastecimento de forma bastante disseminada pelos estados afetados pela crise hídrica, identificou-se que o maior número de soluções caseiras havia sido desenvolvido por pessoas sem conhecimentos técnicos específicos atinentes ao tema;
- Identificação das condições de contorno da aplicação: as aplicações observadas como mais equivocadas eram instaladas em edificações residenciais unifamiliares térreas ou assobradadas (casas). O foco foi dado às soluções emergenciais, ou seja, aquelas que são pensadas de forma não integrada aos sistemas prediais hidráulicos da edificação e que podem exigir do usuário mudança de hábito em relação aos usos corriqueiros da água, por exemplo, transportar a água em recipientes a partir da sistema até o ponto de uso;
- Seleção das informações tecnológicas aplicáveis: o foco do material elaborado deveria responder às lacunas de conhecimento: tratamento das águas, armazenamento das águas e usos possíveis para a água coletada. Optou-se pela junção dos conhecimentos acumulados no IPT com a identificação, adaptação e compilação de técnicas e orientações já divulgadas meio científico, por órgãos públicos ou ainda por organizações não governamentais, sempre se avaliando o conteúdo com base nos conhecimentos técnicos acumulados;
- Adequação das soluções ao público alvo e às condições de contorno selecionadas: As soluções deveriam ser simples o suficiente para permitir seu entendimento por uma pessoa sem conhecimentos técnicos específicos, aplicáveis a uma edificação residencial unifamiliar, e tendo-se por horizonte as diversas realidades encontradas no território nacional buscando a efetividade das soluções mesmo nos piores casos de entorno imediato;
- Adequação da linguagem ao público alvo: utilização de linguagem simples, infográficos e desenhos substituindo textos explicativos e redução do uso de termos técnicos;

- Seleção do formato para disseminação do conhecimento: foi selecionada a via digital como melhor meio de disseminação devido à sua capilaridade, aos baixos custos de distribuição e à possibilidade de manter a gratuidade da informação. Cogitou-se a utilização do material de forma impressa, mas os custos envolvidos tornariam a distribuição bastante restrita ou exigiriam a cobrança pelo material, fato que iria contra o propósito inicial da informação.
- Elaboração e divulgação do material.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o objetivo de informar a população a respeito das boas práticas, foi elaborado o Manual para Captação Emergencial e Uso Doméstico de Água de Chuva [6] (Figura 3). Elaborado a partir da identificação das lacunas de informação e conhecimento disseminados nas soluções populares emergenciais, desenvolvidas e utilizadas durante o período de crise de abastecimento, o Manual tem como principais tópicos abordando: “usos e cuidados”; “como coletar”; “armazenamento” e “o que nunca fazer”.



Figura 3: Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva – capa.

Fonte: [7].

Em “Usos e Cuidados” é informada ao leitor a relação entre a água de chuva e os poluentes contidos na atmosfera e nas áreas de captação, destacando a necessidade de tratamento das águas captadas antes do consumo. Também são abordados os principais usos recomendados para a água de chuva captada, divididos em uso comum: rega de jardins e plantações, lavagem de veículos, limpeza de pisos, descarga de bacias sanitárias e usos possíveis: banho, lavagem de louça e lavagem de roupa. É feita uma ressalva quando ao uso da água de chuva para ingestão, informando que se deve preferir, quando disponível, a ingestão da água servida pela concessionária de serviços de saneamento, que tem a obrigação legal de fornecer água dentro do padrão de potabilidade exigido pela portaria 2914/2011 [8]. Em caso de indisponibilidade de água da rede, pode-se utilizar a água de chuva para ingestão desde que seguidos alguns cuidados em sua obtenção e tratamento, dentre os quais aqueles recomendados em material orientativo produzido pelo SUS – Sistema Único de Saúde, no que se refere ao tratamento de água para consumo. Na seção “Como

coletar” são informados os passos necessários à obtenção da água de chuva com qualidade: filtrar, descartar a água de primeira chuva e armazenar adequadamente. O conteúdo tem cunho informativo, sem fixar a forma com que as etapas de tratamento e armazenamento devem ser realizadas, orientando, exemplificando, mas deixando a definição construtiva livre para a criatividade, capacidade adaptativa e disponibilidades da população.

No manual, além do conteúdo informativo, são agrupados exemplos de equipamentos considerados adequados às condições de contorno e ao público alvo como, por exemplo, o filtro para água de chuva desenvolvido pelo Sr. Edison Urbano e o sistema de descarte de água de primeira chuva desenvolvido pela Universidade Federal de Pernambuco, ambos com *links* para o material original mencionados de forma clara e explícita no Manual e que podem ilustrar e inspirar a confecção de equipamento para aplicação residencial emergencial. Também é informado como calcular o volume de descarte de primeira chuva, conforme recomendado pela norma brasileira [9] e como higienizar a água coletada com base em recomendações da Funasa relativas à manutenção da qualidade da água armazenada em reservatórios utilizando-se água sanitária.

Quanto ao “Armazenamento” as orientações dividem-se em relação à operação e manutenção do sistema e segurança sanitária e estrutural do ponto de reservação. Apresentam-se dicas de posicionamento do reservatório, correto fechamento das aberturas principal e de extravasão, cuidados quanto à sobrecarga estrutural extra ocasionada por um reservatório cheio, dentre outros. O Manual é finalizado com orientações de “O que nunca fazer” com a água de chuva onde são ressaltados três pontos: não coletar água do piso ou de alagamentos, nunca misturar a água de chuva no reservatório de água potável e nunca beber a água de chuva sem tratamento. Todas as recomendações são pautadas na segurança do usuário final e levam em conta o princípio da precaução que se faz necessário devido à grande variedade de situações e realidades da população afetada pela crise hídrica.

O Manual foi lançado em 22 de março de 2015, Dia Mundial da Água, e, até julho de 2016 obteve cerca de 18.000 acessos diretos na página do IPT. A quantidade de acessos totais não pode ser quantificada devido à re-hospedagem do material em diversas outras páginas além daquela de origem, dando margem para a capilaridade de distribuição natural da internet. As repercussões provenientes de seu lançamento, como o interesse por diversos tipos de mídia, indicam a necessidade de informação qualificada, mas com linguagem simples, da população afetada pelo problema.

IV. CONCLUSÕES

Existe uma grande lacuna de informações técnicas adequadas a respeito da captação e uso de água de chuva, tanto para a população em geral, quanto para os diversos setores de mídia, o que torna necessária a disseminação de tecnologias e procedimentos já referendados pelo meio técnico e acadêmico e a propagação de boas práticas.

É possível aumentar a segurança no uso de água de chuva a partir do emprego de equipamentos e cuidados simples em sua coleta e manejo, mas é justamente nesses pontos que existe a falta de informação. Fato que, acompanhado da ideia errônea e amplamente disseminada que a água de chuva é absolutamente limpa e pode ser coletada sem maiores cuidados e destinadas a qualquer uso, colaboram para a propagação de práticas equivocadas. A elaboração do Manual para Captação Emergencial

e Uso Doméstico de Água de chuva, com informações tecnicamente consistentes, linguagem de fácil compreensão, correta identificação dos problemas e orientação para suas soluções auxiliou no preenchimento desta lacuna de informação além de aumentar o interesse tanto da população, quanto de demais veículos midiáticos, sobre informações técnico-científicas. No tocante ao tratamento das águas de chuva, filtração e descarte das águas de primeira chuva são itens fundamentais para a melhoria da qualidade da água captada. Quanto ao manejo da água coletada, o foco de informação utilizado foi referente aos cuidados em seu correto armazenamento e uso de modo a garantir a qualidade da água coletada e a segurança física e sanitária dos usuários.

V. REFERÊNCIAS

- [1] <http://g1.globo.com/sao-paulo/blog/como-economizar-agua/post/administrador-usa-piscina-para-armazenar-agua-da-chuva-antes-de-reuso.html> acesso em 27.06.2016
- [2] Zanella, L.; Alves, W. C.; Santos, M. F. L. **Avaliação da qualidade da água de primeira chuva escoada de coberturas na zona oeste da cidade de São Paulo após período de estiagem**. 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Recife – PE. 2009.
- [3] www.r7.com. **imagem capturada a partir da transmissão do Jornal da Record – TV Record**, sexta-feira, 29/01/2015.
- [4] Prodanoff, J. H. A.; **Avaliação da poluição difusa gerada por enxurradas em meio urbano**. Tese (doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro. 276p. 2005.
- [5] Pusch, P. B.; **Inventário de Cargas de Metais a Partir de Fontes Difusas de Poluição**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2007.
- [6] Zanella, L.; **Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva**. São Paulo, IPT, 28p. 2015. Disponível em <www.ipt.br/manual_aguadechuva>. Acesso em 27.06.2016.
- [7] www.ipt.br/manual_aguadechuva acesso em 27.06.2016.
- [8] BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 2011.
- [9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527/2007 – Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2007.



Rain water enjoyment system Environment Center of UFPA

Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes¹, Nircele Da Silva Leal Veloso², Ricardo Angelim Da Silva³, André Carvalló Oliveira⁴, Jairo Lima Martins⁵

^{1,3,5}Universidade Federal do Pará (UFPA). Cidade Universitária. Campus Guamá. Belém - PA

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFPA). Bairro: Marco. Belém - PA

⁴Associação de Engenheiros Sanitaristas e Ambientais do Pará (AESPA)

Email: rlrmendes@yahoo.com.br, nircele@yahoo.com.br, ricardoangelimesa@hotmail.com, andrecarvallo@gmail.com, l64jairo@gmail.com

Received: March 12th, 2017

Accepted: May 18th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

The Center for Environment UFPA (NUMA / UFPA) through the Research Group on Rainwater Utilization in the Amazon (GPAC) implemented a rainwater utilization system to supply the toilets of the administrative building and academic building. The system, besides serving the demands of non-potable toilets of the cited buildings also aims to monitor and evaluate the performance of each component of this technology and to verify the feasibility of its application for the region. In general the system meets the goals.

Keywords: Rainwater utilization, water supply, Amazon.

A evolução do grau de inovação em pequenas empresas: um estudo a partir da evolução do radar da inovação

RESUMO

O Núcleo de Meio Ambiente da UFPA (NUMA/UFPA) por meio do Grupo de Pesquisas em Aproveitamento de Água da Chuva na Amazônia (GPAC) implantou um sistema de aproveitamento de água da chuva para abastecer os banheiros do prédio administrativo e prédio acadêmico. O sistema, além de atender as demandas não potáveis dos banheiros dos prédios citados, também tem por finalidade monitorar e avaliar o funcionamento de cada componente desta tecnologia e verificar a viabilidade de sua aplicação para a região.

Palavras Chaves: Aproveitamento de água de chuva, abastecimento de água, Amazônia.

I. INTRODUÇÃO

Apesar da riqueza hídrica, para cerca de 50% da população amazônica, água fornecida por um sistema público de abastecimento ainda é artigo de luxo. São cerca de 5 milhões de pessoas não atendidas em áreas rurais e outras cerca de 5 milhões não atendidas em áreas urbanas, segundo dados do Sistema Nacional sobre Saneamento (SNIS 2010).

Diante do desafio de promover o uso e aproveitamento dos recursos naturais, o Núcleo de Meio Ambiente (NUMA) da Universidade Federal do Pará (UFPA) por meio de seu Programa Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local da Amazônia (PPGEDAM), tem desenvolvido pesquisas e atua junto a sociedade dentre outras temáticas, no aproveitamento de água de chuva. Neste contexto o Grupo de Pesquisas Aproveitamento de Água de Chuva na

Amazônia (GPAC) possui várias publicações, entre dissertações de mestrado, capítulos de livros e artigos publicados em revistas indexadas. As pesquisas realizadas deram suporte a ações em favor do uso da água de chuva em níveis diferentes: plano municipal de abastecimento de água em áreas rurais, projetos e sistemas de abastecimento de água instalados em escolas, bem como projetos e sistemas instalados para atendimento residencial em áreas rurais da Amazônia. Alguns modelos já foram desenvolvidos pensados para o atendimento as características específicas da região: ecossistema, pluviosidade, infraestrutura, organização social, densidade demográfica, organização do poder público municipal e hábitos de consumo.

Com experiência acumulada, com necessidade de continuidade das pesquisas e com suas próprias demandas por água, o NUMA instalou um sistema de aproveitamento de água de chuva (SAAC). A descrição de tal sistema é o objeto deste relato de experiência, o qual pretende-se que sirva de referência a outras

experiências de pesquisas na Amazônia, seja para ambientes institucionais, seja para residências urbanas e rurais da região.

II. LOCAL DE INSTALAÇÃO DO SISTEMA

O Núcleo de Meio Ambiente da UFPA fica localizado no Campus Universitário do Guamá, em Belém, sendo composto por 2 edificações: (1) prédio administrativo: com sala da direção, secretarias, biblioteca e 3 banheiros; e (2) prédio acadêmico: com 2 salas de aulas, 10 gabinetes de professores/pesquisadores, copa e 2 banheiros (figura 01).

Figura 1: Localização do Núcleo de Meio Ambiente.



Figura 1: Localização do Núcleo de Meio Ambiente. Fonte: Autores, (2016).

II.1. BREVE HISTÓRICO

O projeto inicial de abastecimento de água da chuva para o NUMA foi desenvolvido pelo GPAC como parte do projeto de pesquisa publicado em [1]. O SAAC foi inicialmente projetado para atender a demanda não potável somente dos banheiros do prédio administrativo. Em seguida o projeto incluiu a distribuição também ao prédio acadêmico.

Diante de novas necessidades do GPAC, o projeto do SAAC/NUMA passou a atender a três objetivos: 1) abastecimento do NUMA; 2) o monitoramento do modelo desenvolvido e reaplicado nas comunidades rurais amazônicas (principalmente pela facilidade no acesso para o monitoramento do funcionamento hidráulico e da qualidade da água – diminuição dos custos para acesso as áreas rurais); e 3) a implementação de inovações para novos projetos de pesquisas.

II.2. DEMANDA

O sistema foi projetado para atender os usos não potáveis dos banheiros do prédio administrativo e prédio de salas de aula do Núcleo de Meio ambiente da UFPA, somando um total de 04 caixas de descarga e 02 mictórios.

II.3. TEMPO DE CONSTRUÇÃO

O sistema foi construído em Junho de 2015 e contou com a participação de técnicos, professores e bolsistas do Grupo de Pesquisas em aproveitamento de água da chuva da Amazônia (GPAC) e uma pequena empresa local.

II.4. ÁREA DE CAPTAÇÃO E CALHAS

Para o projeto foi utilizada uma área de captação de 184 m², correspondentes a uma aba de telhado do prédio administrativo do NUMA. A água pluvial escoou pelo telhado e é captada por calhas semicirculares de 125 mm de diâmetro e 24 m de comprimento.

Com objetivo de atender as pesquisas do GPAC, a captação foi particionada em duas seções, realizadas por meio do isolamento de 1/4 da calha. Assim usando a mesma aba de telhado, existem duas áreas de captações: (a) 140 m² e (b) 46 m². Ao separar uma área de captação da outra, é possível avaliarmos o funcionamento e eficiência de duas áreas diferentes. A área de captação “b” simula as residências comumente existentes nas áreas rurais amazônicas.

II.5. CONDUTORES

O sistema possui dois conjuntos de condutores, um para cada área de captação diferente. Os condutores que recebem água da área “a” são de 125 mm de diâmetro. Já os condutores da área “b” são de 100 mm. Ambos os condutores despejam a água em um mesmo reservatório (Figura 2).



Figura 2: Sistema de aproveitamento de água de chuva do NUMA-UFPA.

Fonte: Autores, (2016).

II.6. RESERVATÓRIO

O reservatório do sistema possui uma capacidade de armazenamento de 2.000 litros. O abastecimento do reservatório é híbrido, sendo alimentado por água da chuva e pela rede de abastecimento da UFPA. A entrada de água da rede da UFPA no reservatório ocorre a altura de 30 cm do fundo do reservatório (aproximadamente 25% do volume). Desta maneira, em caso de excesso de consumo ou desperdício, o reservatório passa a ser

abastecido por água potável do sistema autônomo e captação subterrânea da UFPA, evitando uma possível falta de água nos banheiros (Figura 2).

II.7. DESCARTE DO PRIMEIRO MILÍMETRO

Devido a captação ser particionada, o sistema possui 02 mecanismos de descarte do primeiro milímetro de água. Ambos os descartes funcionam independentes um do outro e são automáticos, sem necessidade de atividade humana. O sistema de descarte Nº1 é constituído por tubulações de 100 mm de diâmetro em PVC, com um volume de 50 litros. O sistema de descarte Nº2 é composto pelo conjunto de tubulação de 150 mm de diâmetro em PVC e uma “bombona”, juntos tem capacidade de 140 litros (FIGURA 2). Cada descarte pode ser monitorado separadamente, de modo a permitir a compreensão de como a configuração deste dispositivo influencia na sua eficiência, e consequentemente na qualidade da água reservada. O manejo do descarte se faz semanalmente para retirada de resíduos decantados.

II.8. FUNCIONAMENTO HIDRÁULICO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO

A rede de distribuição por água da chuva possui diâmetro de 50 mm, reduzindo para 20 mm nos ramais de cada banheiro. O uso de tubulação de 50 mm minimiza as das perdas de cargas e assim permite que sejam atendidas as pressões mínimas em cada aparelho sanitário. Por se tratar de um projeto de adequação, as instalações ficaram aparentes, tanto externamente quanto no interior dos banheiros, conforme figuras 4(a), 4(b) e 4(c).

Figuras 4a, 4b e 4c: Instalações internas e externas do SAAC/NUMA.



Figuras 4a, 4b e 4c: Instalações internas e externas do SAAC/NUMA.

Fonte: Autores, (2016).

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

III.1. ASPECTOS POSITIVOS

Os reservatórios de água da chuva em geral ficam localizados em uma altura inferior ao beiral da edificação, porém apesar da pouca disponibilidade de altura o sistema consegue atender os aparelhos sanitários dos banheiros em vazões e pressões satisfatórias.

Outro ponto positivo é a utilização do SAAC como laboratório experimental da prática, pois como o campus da UFPA está localizado às margens do Rio Guamá, acaba por apresentar características semelhantes aos sistemas localizados nas ilhas próximas.

Apesar de esteticamente não atraente, por razões já descritas anteriormente, as instalações do sistema, têm a finalidade ser uma ferramenta didática para o ensino e divulgação da tecnologia, tanto para acadêmicos e pesquisadores, quanto para a comunidade como um todo.

III.2. ASPECTOS NEGATIVOS

Ocorre a passagem de sólidos provenientes do telhado para o reservatório de armazenamento de água e, consequentemente, também à rede de distribuição. Isto aumenta o risco de dano dos aparelhos sanitários, tanto entupimento, quanto abrasão. Tal situação ressalta a necessidade de revisão dos dispositivos de descarte.

IV. CONCLUSÕES

De modo geral o sistema de aproveitamento de água de chuva do Núcleo de Meio Ambiente da UFPA (SAAC/NUMA) atende aos objetivos propostos, desde um bom funcionamento hidráulico, atendimento às demandas e pressões necessárias para abastecer dos dois prédios a que é destinado. Ainda assim é necessário um monitoramento constante da qualidade da água de modo a verificar a eficiência de cada componente do sistema (calhas, condutores, sistema de descarte) e assim aperfeiçoar constantemente os modelos de sistemas de aproveitamento de água de chuva adequados às características da região amazônica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Conceição, J. S.; Mendes, R. L. R. **Projeto De Um Sistema Para Uso De Água De Chuva No Núcleo De Meio Ambiente (NUMA) Da Universidade Federal Do Pará (UFPA)-Belém, PA.** In: 9º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 2014, Feira De Santana. 9º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 2014.

[2] Conceição, J. S. **Estudo para elaboração de um sistema de abastecimento de agua da chuva no Núcleo de Meio Ambiente-UFPA. 2014** Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal do Pará. Orientador: Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes. 80p.



Use of the poc® decision support system for the analysis of economic decision-making in a natural products company

Dalilla de Medeiros Praxedes¹, Maycon Wendell Lima dos Santos², Raimundo Alves de Carvalho Junior³, Rubens Mendonça de Souza Neto⁴, Saulo de Moraes Dantas⁵

^{1,2,3,4,5}Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

Email: dalylapraxedess2@hotmail.com, mayconsantos-@hotmail.com, junior.r.a.c.j@hotmail.com, rubens-vale@hotmail.com, saulo_dantas_92@hotmail.com

Received: March 27th, 2017

Accepted: April 12th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT:

The natural products sector, which concentrates a large part of its production in small and micro-enterprises, with a rustic or even artisanal production system, is also susceptible to market weather and consequently, it is of fundamental importance the knowledge and use of costing methods And tools that assist in decision making. This case study aims to demonstrate the operation of the POC® system in four specific products of a natural products company located in the city of Mossoró / RN. In the definition of the products, the ones that had the greatest demands were chosen, they are: Lambedor, Sesame Fubá, Corn Fubá and Sunflower Oil. The product that presented the highest real contribution margin was sunflower oil with 73.25%. The ABC curve of material costs made it possible to identify that Hortelã represented 27,628 of the total cost of materials for the period. The construction of the ABC product billing curve made it possible to identify that Lambedor represented 39.303% of the total turnover for the period. It is convenient that this work, as well as the tool used, can be used continuously by the company in all its portfolio, in an unrestricted way.

Keywords: POC®, Decision, ABC, Natural Products.

Utilização Do Sistema De Apoio À Decisão Poc® Para A Análise Da Tomada De Decisões Econômicas Em Uma Empresa De Produtos Naturais

RESUMO

O setor de produtos naturais, que concentra boa parte de sua produção nas pequenas e microempresas, com um sistema produtivo rústico ou até mesmo artesanal, também está suscetível às intempéries do mercado e conseqüentemente, é de fundamental importância o conhecimento e utilização de métodos de custeio e ferramentas que auxiliem na tomada de decisão. Este estudo de caso tem como finalidade demonstrar a operacionalização do sistema POC® em quatro produtos específicos de uma empresa de produtos naturais localizada na cidade de Mossoró/RN. Na definição dos produtos, foram escolhidos os que apresentavam maiores demandas, são eles: Lambedor, Fubá de gergelim, Fubá de milho e Óleo de girassol. O produto que apresentou maior margem real de contribuição foi óleo de girassol com 73,25%. A curva ABC de custos de materiais possibilitou identificar que a Hortelã representou 27,628 do custo total com materiais do período. A construção da curva ABC de faturamento dos produtos possibilitou identificar que o Lambedor representou 39,303% do faturamento total do período. É conveniente que este trabalho, assim como a ferramenta utilizada, possa ser utilizado continuamente pela empresa em todo o seu portfólio, de maneira irrestrita.

Palavras-Chaves: POC®, Decisão, ABC, Produtos Naturais.

I. INTRODUÇÃO

Toda decisão econômica tomada dentro de uma empresa contribui de forma direta ou indireta para a falha ou o sucesso da mesma, sendo que cada escolha determina um resultado final diferente. Porém, no cenário atual, se torna cada vez mais crítico esse processo, pois nos deparamos com

desajustes de mercado, desequilíbrios nas taxas de juros, intervenções frequentes nas regras da economia, dentre outros desajustes, que exige do decisor uma capacidade mais minuciosa das unidades decisórias. O setor de produtos naturais, que concentra boa parte de sua produção nas pequenas e

microempresas, com um sistema produtivo rústico ou até mesmo artesanal, também está suscetível às intempéries do mercado e conseqüentemente, é de fundamental importância o conhecimento e utilização de métodos de custeio e ferramentas que auxiliem na tomada de decisão. Conforme apontam [1][2][3], é um importante alicerce para a gestão das organizações, a utilização de forma adequada dos dados financeiros da organização. Dentre as ferramentas e sistemas de apoio a decisão, destacamos o POC® – Preços, Orçamentos e Custos Industriais, que possibilita a realização de um estudo do sistema produtivo e de seus custos, fazendo uma análise da situação estudada com simulações para situações específicas, em um momento atual ou futuro, possibilitando ao gestor uma visão holística de todo o processo produtivo numa ótica econômico-financeira [4].

A empresa estudada pelo presente artigo possui uma dificuldade em mensurar e visualizar seu sistema financeiro, apresentando uma carência na forma de mensurar seus custos, preços e lucros, utilizando-se para isso apenas conhecimentos básicos e informais. Dessa forma, esse estudo foi desenvolvido com o objetivo de analisar a tomada de decisão financeira referente aos produtos principais de uma empresa de produtos naturais do Rio Grande do Norte, utilizando assim o sistema de apoio à decisão POC®. A contabilidade de custos funciona como um processador de informações. Ela informa ao administrador quais os resultados que necessitam de uma atenção maior e auxilia na solução de vários problemas. Na figura 1 vemos a atividade de contabilidade de custos como um centro de processador de informações:



Figura 1: Contabilidade de custos.
Fonte: [6].

Segundo [1], a contabilidade gerencial é o processo de identificar, mensurar, relatar e analisar as informações sobre os eventos econômicos da organização. Dessa forma, a contabilidade gerencial pode ser entendida como um processo de produção de informações financeiras e operacionais, tanto para funcionários quanto para gerentes, sendo orientado pelas necessidades de informações internas. Para contabilidade gerencial, os custos dos produtos e dos processos são importantes e justamente para isso é utilizado o sistema de apoio à decisão POC®.

II.2. O SISTEMA DE APOIO À DECISÃO POC®.

O POC® foi desenvolvido, principalmente, com o objetivo de apoiar a gestão econômico-financeira de operações, principalmente às de manufatura, nos seguintes aspectos [4]:

- Quantificação de custos de produtos, subconjuntos e atividades;
- Cálculo da margem de contribuição unitária, por tipo de produto e total da empresa;
- Cálculo do ponto de equilíbrio da operação;
- Simulação das relações custo-volume-lucro (CVL);
- Formação de preço de venda de produtos;
- Orçamentos de pedidos;
- Análise econômica do mix de produtos;
- Análise econômica de substituição e alteração de recursos produtivos;
- Análise econômica de terceirizações de produtos, subconjuntos e atividades.

II. REFERENCIAL TEÓRICO.

II.1. CONTABILIDADE DE CUSTOS E CONTABILIDADE GERENCIAL.

Para [5], "a contabilidade de custos refere-se hoje às atividades de coleta e fornecimento de informações para as necessidades de tomada de decisão de todos os títulos, desde as relacionadas com operações repetitivas até as de natureza estratégica, não repetitivas, e, ainda, ajuda na formulação das principais das políticas das organizações" [2], completa essa ideia afirmando que "a contabilidade de custos é uma atividade que se assemelha a um centro de processador de informações, que recebe (ou obtém) dados, acumula-os de forma organizada, analisa-os e interpreta-os, produzindo informações de custos para os diversos níveis gerenciais".

Para utilizar o sistema POC®, o método de custeio usado deve ser o direto, também chamado de custeio variável ou custeio marginal, que atribui para cada custo uma classificação específica, sendo custo fixo ou custo variável. Nesse método extrai-se a margem de contribuição, os custos variáveis são alocados aos produtos, e os custos fixos são considerados despesas, indo para o resultado.

O modelo econômico do POC® resume-se assim:

Entradas do Sistema		Saídas do Sistema	
Cadastrros:	Materiais Subconjuntos Produtos Máquinas Mão de Obra Serviços de Terceiros	Custos:	Custo direto unitário/subconjunto Custo direto unitário/produto Custo por atividade (operação)
Diagrama de Montagem:	Subconjunto Produto	Planilhas de custos:	Custos/subconjunto Custos/produto
		Margens de contribuição:	Unitária : (R\$/un.; % do preço) Total do produto (R\$/mês; % do MCT) Total do empresa (R\$/mês)
Análises do Sistema			
Rentabilidade por produto Lucro da empresa Pontos de Equilíbrio			

Figura 2: Entradas e Saídas do POC®.
Fonte: Adaptado do [4].

Essa ferramenta se mostra bastante eficiente quanto um sistema de modelagem econômico-financeira que auxilia a gestão da produção, pois o POC® possibilita um planejamento dos preços, planejamento dos materiais e de capacidade, o cálculo do ponto de equilíbrio, dentre outras funcionalidades. Dessa forma se os resultados não forem satisfatórios, mudam-se preços e quantidades, simulando uma nova operação, até se obter o esperado. O sistema POC® constrói a formulação do preço nas seguintes situações: formação do preço à vista, a partir do custo direto, dos impostos e da margem de contribuição; formação do preço à vista com vários prazos de pagamento de impostos e taxas; formação do preço com base no critério margem de contribuição sob o preço; e, ainda, ao se fornecer preço, o sistema apresenta a margem de contribuição resultante [4].

II.3 MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO E PONTO DE EQUILÍBRIO.

De acordo com [7] define a margem de contribuição como o “reflexo” de quanto tal produto contribui para o faturamento da empresa. A margem de contribuição é resultante do cálculo: $MCU = PV - (CV + DV)$, onde MCU é a margem de contribuição unitária do produto, PV é o Preço de Venda líquido unitário, CV é o Custo Variável unitário e DV é a Despesa Variável unitária. Sendo assim, a margem de contribuição é o todo da receita retirando os custos variáveis. O ponto de equilíbrio é um indicador de segurança do negocio, pois mostra o quanto é necessário vender para que as receitas se igualem aos custos. Ele indica em que momento, a partir das projeções de vendas do empreendedor, a empresa estará igualando suas receitas a seus custos. Com isso, é eliminada a possibilidade de prejuízo em sua operação [8]. Segundo [4], a imagem representada abaixo ilustra graficamente o ponto de equilíbrio. Ela explicita as curvas de custo fixo (constante em relação ao volume de vendas), custo variável, custo total, receita e lucro, obtido pela diferença entre a receita total e os custos totais.

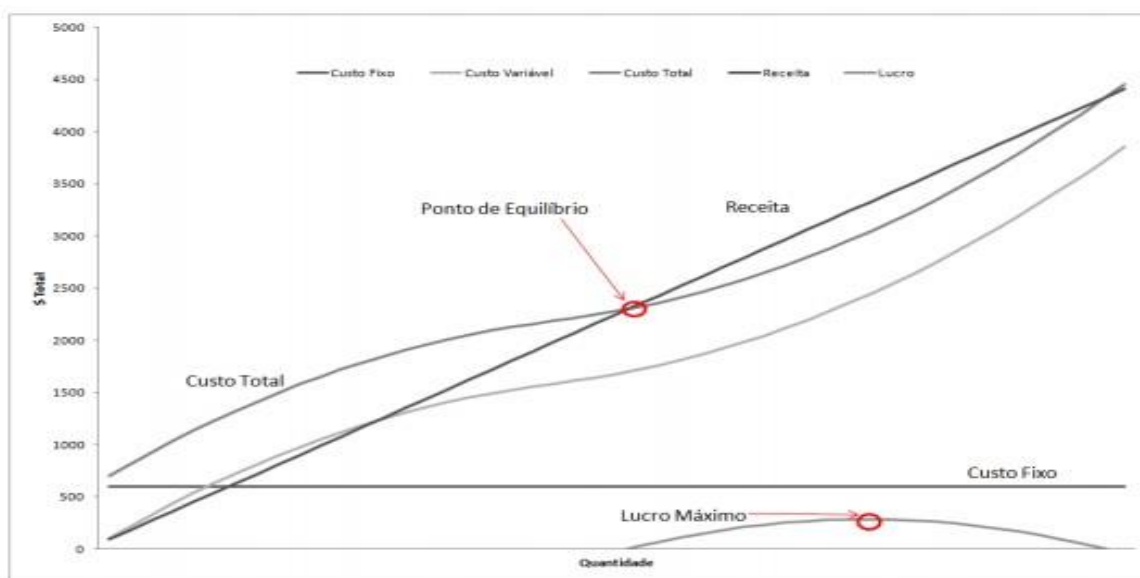


Figura 3: Gráfico do ponto de equilíbrio.
Fonte: Adaptado de [4].

II.4 MRP I E CRP.

O MRP I, *material requirement planning* e o CRP, *capacity requirement planning*, são ferramentas utilizadas para o planejamento e programação de um processo produtivo, sendo que o MRP I trata do planejamento da necessidade de materiais e o CRP trata do planejamento da capacidade de produção da empresa.

Para [9] dizem que o MRP permite o cálculo de materiais quanto à quantidade e necessidade: O MRP I permite que as empresas calculem quanto material de determinado tipo é necessário e em que momento. Para fazer isso, utiliza os pedidos em carteira, assim como previsões de pedidos que a empresa acha que irá receber. O MRP verifica, então, todos os ingredientes necessários para completar esses pedidos, garantindo que sejam providenciados a tempo. De acordo [10] define CRP como a Metodologia que “[...] especifica os tempos de cada operação de fabricação. Somando-se os tempos consumidos nas etapas de um produto final, temos o total de mão de obra direta de fabricação, assim é possível agendar o início e o término de cada produto final [...]”.

II.4.1 CURVA ABC

Segundo [10], a curva ABC trata-se de classificação estatística de materiais, baseada no princípio de Pareto, em que se considera a importância dos materiais, baseada nas quantidades utilizadas e no seu valor. Também pode ser utilizada para classificar clientes em relação aos seus volumes de compras ou em relação à lucratividade proporcionada; classificação de produtos da empresa pela lucratividade proporcionada, etc. Para [12] dividem a curva ABC em três grupos:

- Itens A: componentes ou produtos cujos estoques apresentam elevados valores relativos, merecendo uma maior atenção.
- Itens B: componentes ou produtos que também apresentam elevada aplicação de recursos, mas não são tão representativos quantitativamente quanto os itens A.

- Itens C: estoques numerosos em itens, mas representam pouco em valores e merecem menos destaque.

Uma classificação ABC de itens de estoque tida como típica apresenta uma configuração na qual 20% dos itens são considerados A e que estes respondem por 65% do valor de demanda ou consumo anual. Os itens B representam 30% do total de número de itens e 25% do valor de demanda ou consumo anual. Tem-se ainda que os restantes 50% dos itens e 10% do valor de consumo anual serão considerados de classe C. [13].

III. METODOLOGIA APLICADA

Como destaca [14] “pode-se definir pesquisa como o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos”. A pesquisa se faz necessário quando as informações são insuficientes para responder ao problema ou estão de forma desorganizadas. Segundo [15], “a pesquisa, portanto, é um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais”.

A metodologia aplicada nesse trabalho se enquadra na forma de: pesquisa exploratória, na etapa da pesquisa bibliográfica; e de natureza descritiva, pois, por meio do levantamento de dados busca-se traçar as características de um determinado processo produtivo, desta forma o presente trabalho é caracterizado como sendo um estudo de caso. Segundo [16], “a principal diferença entre o estudo de caso e outras possibilidades de pesquisa é o foco de atenção do pesquisador que busca a compreensão de um particular caso, em sua idiossincrasia, em sua complexidade”. Este estudo de caso tem como finalidade demonstrar a operacionalização do sistema POC® em quatro produtos específicos de uma empresa de produtos naturais localizada na cidade de Mossoró/RN. Na definição dos produtos, foram escolhidos os que apresentavam maiores demandas, são eles: Lamedor, Fubá de gergelim, Fubá de milho e Óleo de girassol. Este estudo está mostrado no fluxograma da figura 4.

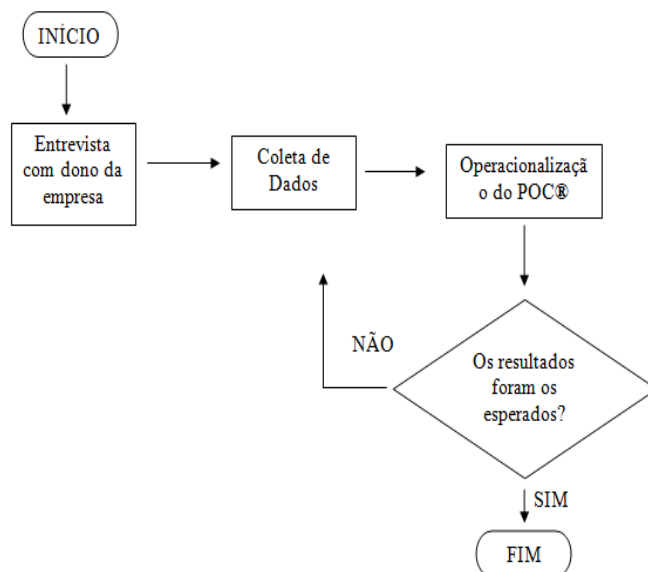


Figura 4: Fluxograma do Processo do Sistema POC®
Fonte: Autores, (2016).

Primeiramente foi feita uma entrevista com o dono da empresa para ter o conhecimento dos produtos naturais que requeriam maiores demandas e entender como funciona cada processo. Em seguida, foi feita a coleta dos dados necessários para se realizar o estudo. Assim, em cima dos dados coletados, houve a utilização do sistema POC® para a análise da modelagem econômica.

IV.RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente estudo tem como objetivo a aplicação do sistema POC® em uma empresa do ramo de produtos naturais da



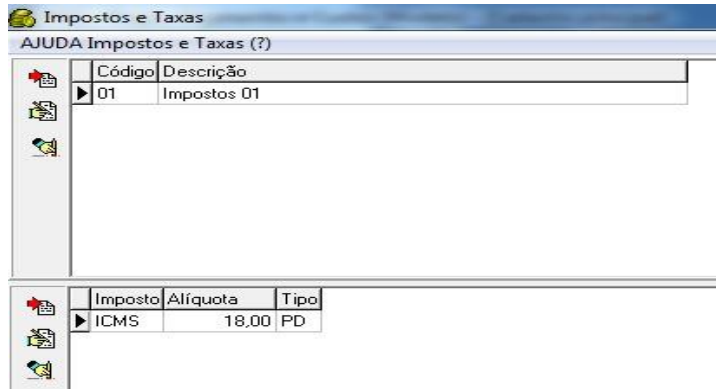
Código	Descrição	Valor	Moeda
01	Aluguel	0,00	R\$
02	Telefone	90,00	R\$
03	Energia	180,00	R\$
04	Agua	70,00	R\$
05	Vendedor	880,00	R\$

Figura 5: Cadastro das despesas fixas no sistema POC®. Fonte: Autores, (2016).

Em seguida, foram realizados os cadastros dos produtos finais no sistema. Para isto, foram especificadas algumas informações para cada produto, relativas à quantidade mensal, dimensão (Kg = quilograma, utilizado para a fuba de milho e de

cidade de Mossoró, no Rio Grande do Norte. A empresa produz diversos tipos de produtos naturais, tais como lambedor (tradicional, hortelã, abacaxi e alho), fuba de gergelim, fuba de milho, óleo de girassol, óleo de coco extra virgem, farinha de linhaça marrom e dourada, entre outros, fornecendo para Mossoró e região. Os produtos analisados foram: fuba de milho, fuba de gergelim, lambedor (tradicional) e óleo de girassol.

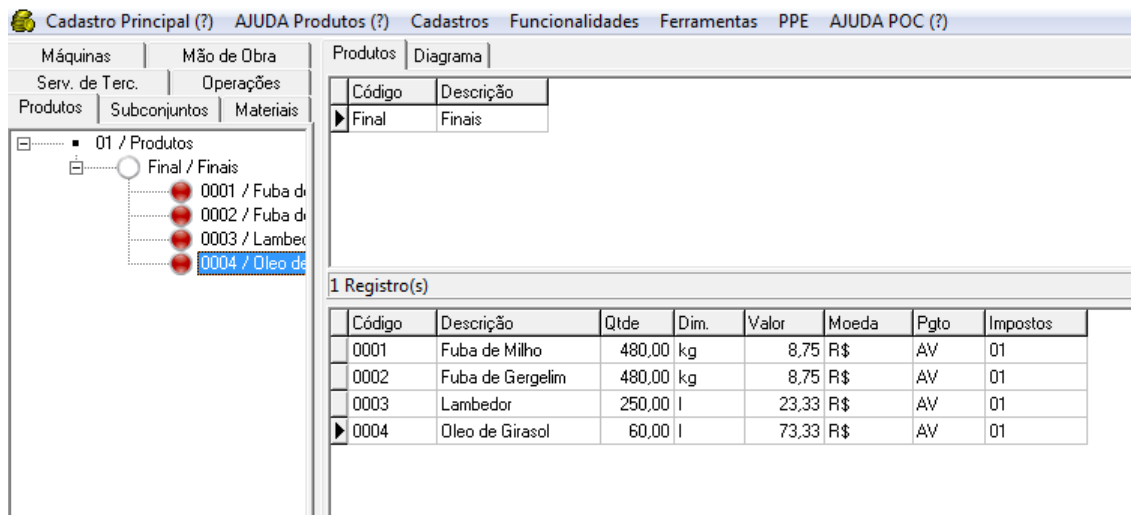
Inicialmente foram cadastradas as despesas fixas da empresa estudada, conforme se pode observar na Figura 5. Quanto ao imposto, Figura 6, foi utilizada a incidência direta apenas do ICMS.



Imposto	Aliquota	Tipo
ICMS	18,00	PD

Figura 6: Cadastro dos impostos ou taxas. Fonte: Autores, (2016).

gergelim. L = litro, utilizados para o lambedor e o óleo de girassol), valor (referente ao preço de venda líquido), moeda (R\$), e aos impostos que incidem sobre a venda (ICMS), de acordo com a Figura 7:



Código	Descrição	Qtde	Dim.	Valor	Moeda	Pgto	Impostos
0001	Fuba de Milho	480,00	kg	8,75	R\$	AV	01
0002	Fuba de Gergelim	480,00	kg	8,75	R\$	AV	01
0003	Lambedor	250,00	l	23,33	R\$	AV	01
0004	Oleo de Girasol	60,00	l	73,33	R\$	AV	01

Figura 7: Cadastro dos produtos finais no sistema. Fonte: Autores, (2016).

A próxima etapa foi o cadastro dos materiais utilizados diretamente no processo produtivo, para a fabricação da fuba de milho e de gergelim, foram identificados: milho, açúcar, gergelim, farinha e rapadura, como mostra a Figura 7. No

processo de fabricação do lambedor, são utilizados os produtos: limão, malva e hortelã, podendo ser observada na Figura 8. Para o óleo de girassol, o processo é mais simples, conta apenas com as sementes de girassol, como mostra a Figura 9.

Cadastro Principal (?) AJUDA Materiais (?) Cadastros Funcionalidades Ferramentas PPE AJUDA POC (?)

Máquinas | Mão de Obra | **Materiais** | Diagrama

Serv. de Terc. | Operações

Produtos | Subconjuntos | **Materiais**

03 / Materiais

- FUBA / Fuba
- LAMB / Lamberdor
- OLEO / Oleo

Código	Descrição
FUBA	Fuba
LAMB	Lamberdor
OLEO	Oleo

3 Registro(s)

Código	Descrição	Peso	Peso	Dim.	Valor	Moeda	Data	ICMS	IPi	Pgto
0001	Milho	1,00	kg	kg	0,60	R\$		0	0	AV
0002	Açucar	1,00	kg	kg	1,45	R\$		0	0	AV
0003	Gergelim	1,00	kg	kg	3,50	R\$		0	0	AV
0004	Farinha	1,00	kg	kg	3,70	R\$		0	0	AV
0005	Rapadura	1,00	kg	kg	4,40	R\$		0	0	AV

Figura 8: Cadastro dos materiais para fabricação da fuba de milho e de gergelim.
Fonte: Autores, (2016).

Cadastro Principal (?) AJUDA Materiais (?) Cadastros Funcionalidades Ferramentas PPE AJUDA POC (?)

Máquinas | Mão de Obra | **Materiais** | Diagrama

Serv. de Terc. | Operações

Produtos | Subconjuntos | **Materiais**

03 / Materiais

- FUBA / Fuba
- LAMB / Lamberdor
- OLEO / Oleo

Código	Descrição
FUBA	Fuba
LAMB	Lamberdor
OLEO	Oleo

3 Registro(s)

Código	Descrição	Peso	Peso	Dim.	Valor	Moeda	Data	ICMS	IPi	Pgto
0001	Limao	1,00	kg	kg	4,50	R\$		0	0	AV
0002	Malva	1,00	kg	kg	11,00	R\$		0	0	AV
0003	Hortela	1,00	kg	kg	13,00	R\$		0	0	AV

Figura 9: Cadastro dos materiais utilizados na fabricação do lambedor.
Fonte: Autores, (2016).

Cadastro Principal (?) AJUDA Materiais (?) Cadastros Funcionalidades Ferramentas PPE AJUDA POC (?)

Máquinas | Mão de Obra | **Materiais** | Diagrama

Serv. de Terc. | Operações

Produtos | Subconjuntos | **Materiais**

03 / Materiais

- FUBA / Fuba
- LAMB / Lamberdor
- OLEO / Oleo

Código	Descrição
FUBA	Fuba
LAMB	Lamberdor
OLEO	Oleo

3 Registro(s)

Código	Descrição	Peso	Peso	Dim.	Valor	Moeda	Data	ICMS	IPi	Pgto
0001	Girassol	1,00	kg	kg	6,50	R\$		0	0	AV

Figura 10: Cadastro do material utilizado na extração do óleo de girassol.
Fonte: Autores, (2016).

Na sequência, foi realizado o cadastro da mão de obra direta, correspondente a dois trabalhadores, Figura 11, onde foi identificada a remuneração e a carga horária mensal dos

trabalhadores. Vale salientar que foi considerado os encargos sociais e benefícios e que a carga de trabalho dos trabalhadores foi de 176 horas por mês.

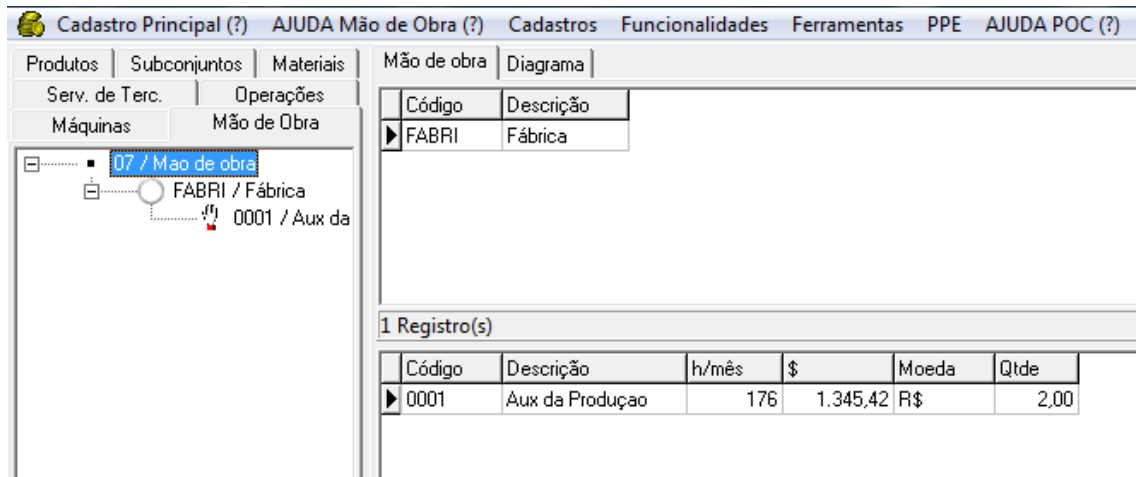


Figura 11: Cadastro da mão de obra direta no sistema.
Fonte: Autores, (2016).

Dando continuidade ao cadastro, foram adicionadas as informações referentes às operações existentes ao longo do processo produtivo. A Figura 12 apresenta todas as operações

para a produção da fuba de milho e gergelim, lambedor e óleo de girassol.

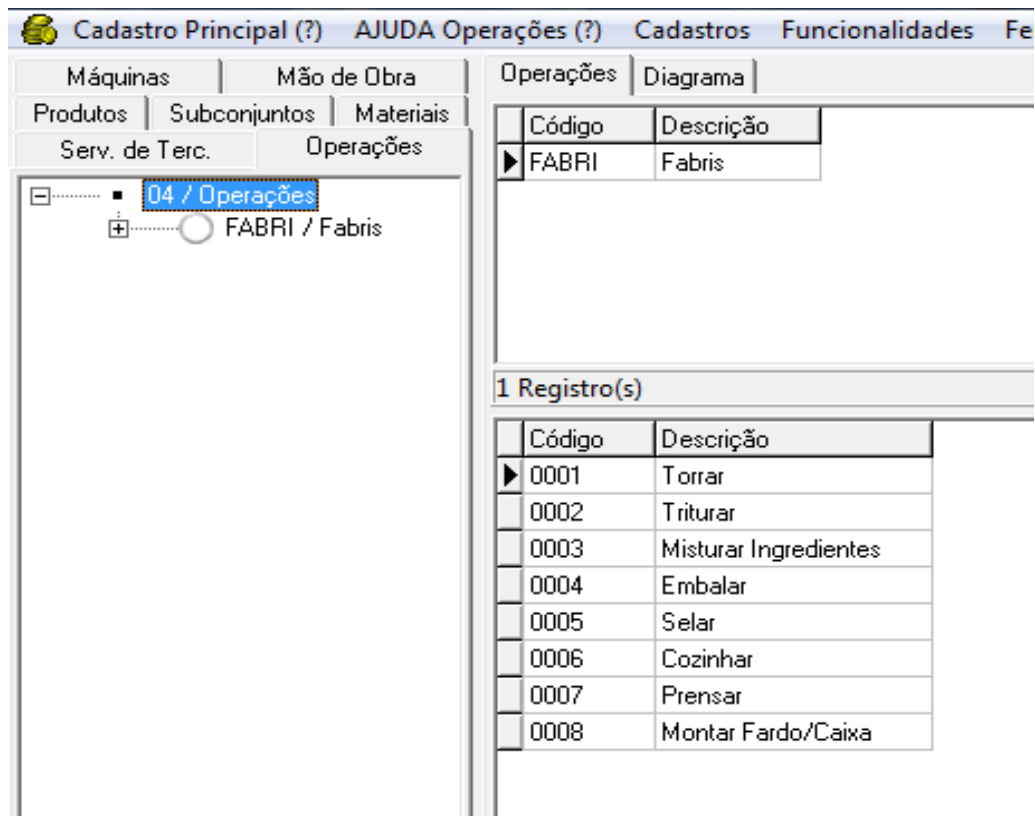


Figura 12: Cadastro das operações existentes no processo produtivo.
Fonte: Autores, (2016).

Finalizando essa primeira etapa com o cadastro de todas as máquinas utilizadas durante o processo produtivo dos produtos escolhidos para análise. Foram inseridos os valores de cada máquina, a vida útil, quantidade de horas utilizadas diariamente e

a potencia de cada uma delas em watts, conforme mostra a Figura 13. Essas informações serviram de base para o cálculo do custo de energia elétrica resultante da utilização das máquinas durante o processo.

Código	Descrição	Valor	VU	h/dia	W	Efic. %	Qtde
0001	Fogao industrial	440,00	20	2	0,00	100	1
0002	Triturador Forrageiro	1.757,70	30	2	2,24	100	1
0003	Prensa Extrusora	14.000,00	30	2	20,00	100	1
0004	Seladora	400,00	30	6	0,00	100	1

Figura 13: Cadastro das máquinas utilizadas no processo.

Fonte: Autores, (2016).

Após o cadastro de todos os dados necessários na funcionalidade “cadastro primário”, foi possível realizar a construção dos diagramas de fabricação de cada produto. As operações são fixadas no diagrama em ordem decrescente, ou seja, os primeiros processos são inseridos na parte superior. Todos os outros componentes produtivos são relacionados ao processo. Ainda no

diagrama, é possível registrar as quantidades necessárias de cada um dos produtos selecionados. Sendo essas informações, fundamentais para o calculo dos custos unitários e das margens de contribuição dos produtos. Os diagramas de fabricação dos produtos podem ser visto nas Figuras 14, 15, 16 e 17, respectivamente:

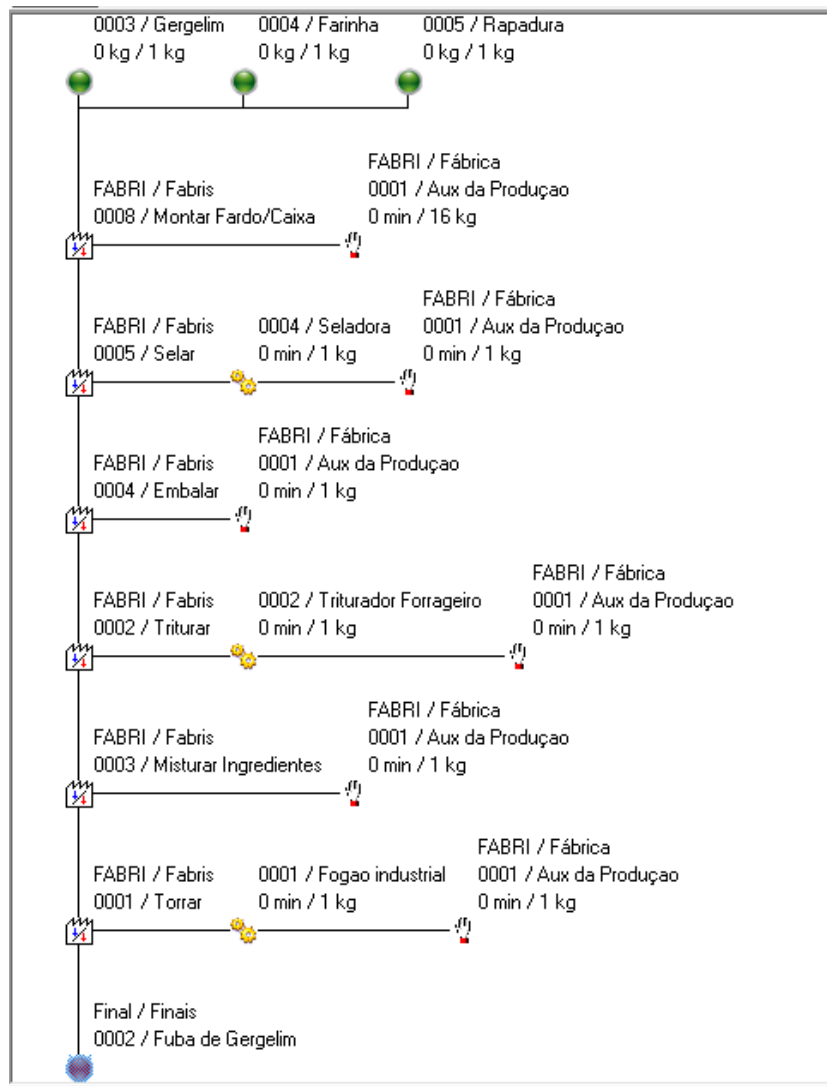


Figura 14: Cadastro das máquinas utilizadas no processo.

Fonte: Autores, (2016).

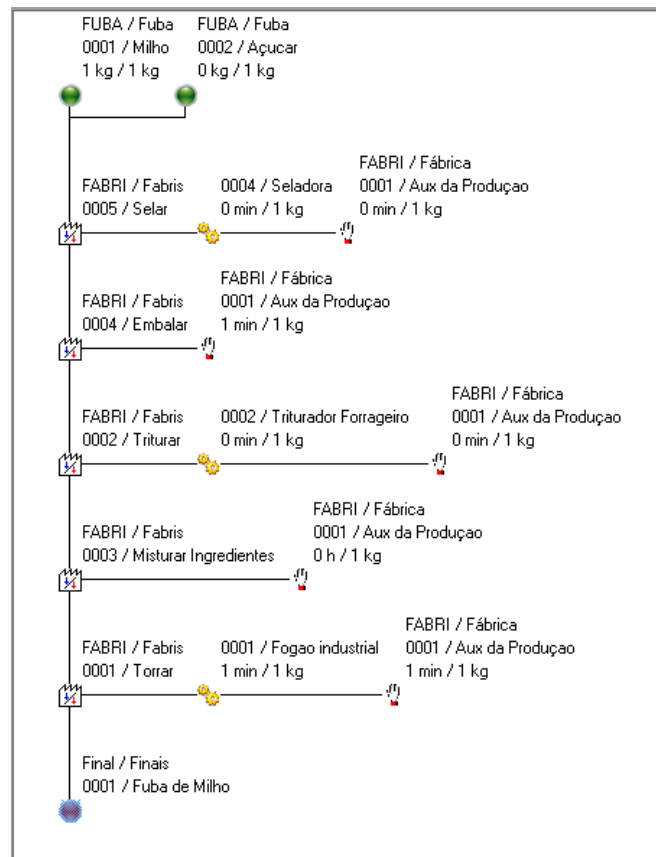


Figura 15: Diagrama de fabricação da fuba de milho.
Fonte: Autores, (2016).

Figura 16: Diagrama de fabricação do lambedor.

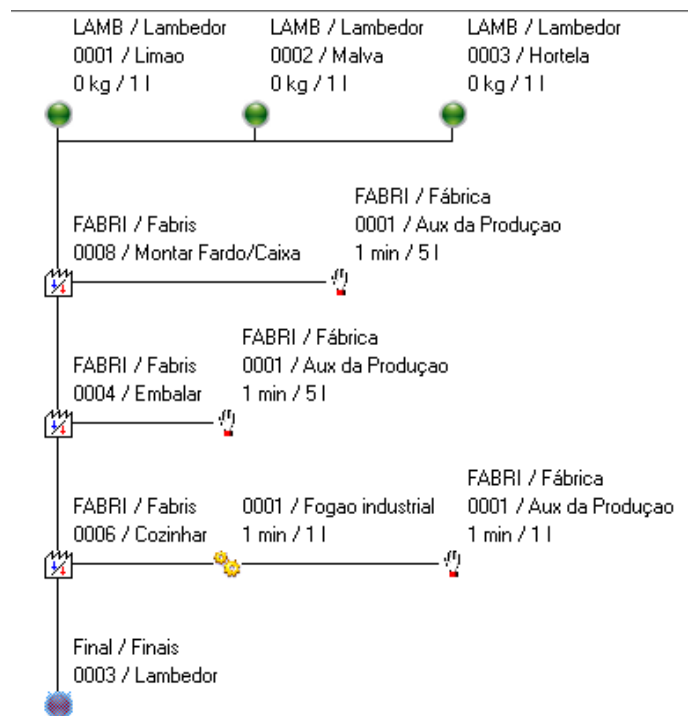


Figura 16: Diagrama de fabricação do lambedor.
Fonte: Autores, (2016).

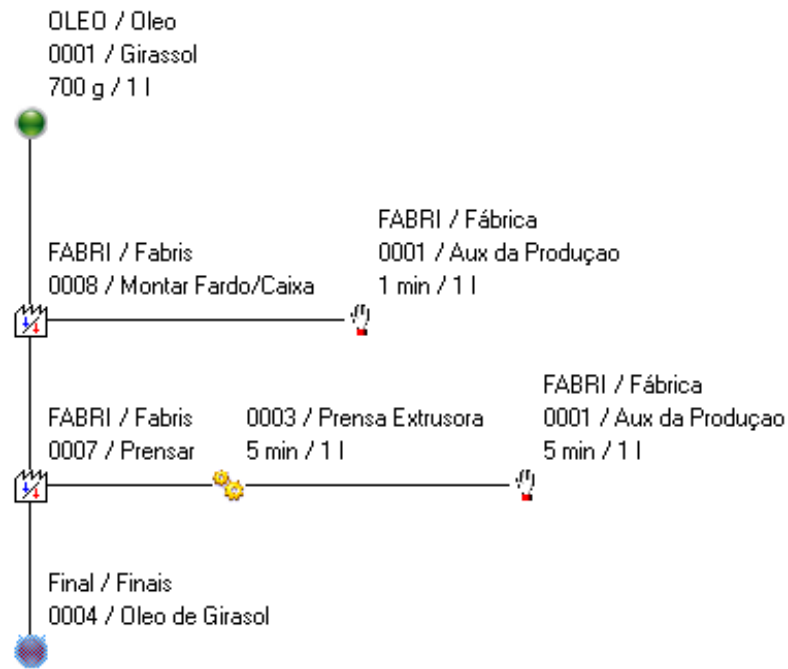


Figura 17: Diagrama de fabricação do óleo de girassol.
Fonte: Autores, (2016).

Assim, após o cadastro de todas as informações importantes ao processo e da construção do diagrama de fabricação, é possível visualizar o cálculo dos custos diretos de materiais, mão de obra e máquinas, despesas variáveis de venda e

das margens de contribuições unitárias e totais para cada um dos produtos analisados no presente estudo, expondo em termos monetários e percentuais, conforme as Figuras 18, 19, 20 e 21, que apresenta os custos unitários e a margem de contribuição.

Custo unitário						
Grupo: Final Finais				Estimativa: 480,00 kg/ mês		
Código: 0002				Preço: R\$ 8,75 / kg		
Descrição: Fuba de Gergelim				Código do Processo: 2		
Código	Descrição	Coef. Tec.	Unit. R\$	Total R\$	% Parc.	% Total
1	Faturamento		8,75	4.200,00		100,00
1.1	Preço		8,75	4.200,00	100,00	100,00
1.2	Impostos por Fora		0,00	0,00	0,00	0,00
2	Despesas Variáveis de Venda		1,58	756,00		18,00
2.1	Impostos por Dentro		1,58	756,00	100,00	18,00
ICMS	ICMS	18,00 %	1,58	756,00	100,00	0,00
2.2	Impostos por Fora		0,00	0,00	0,00	0,00
3	Custos Variáveis de Produção		4,12	1.978,00		47,10
3.1	Custo de Materiais		3,76	1.804,80	91,24	42,97
0004	Farinha	0,40 kg	1,48	710,40	39,36	16,91
0003	Gergelim	0,40 kg	1,40	672,00	37,23	16,00
0005	Rapadura	0,20 kg	0,88	422,40	23,40	10,06
3.2	Custos de Serviço de Terceiros		0,00	0,00	0,00	0,00
3.3	Custos de Mão-de-Obra		0,35	169,59	8,57	4,04
0001	Aux da Produção	0,03 h	0,35	169,59	100,00	4,04
3.4	Custos de Máquinas		0,01	3,61	0,18	0,09
0002	Triturador Forrageiro	0,01 h	0,01	2,44	67,65	0,06
0001	Fogao industrial	0,01 h	0,00	0,61	16,96	0,01
0004	Seladora	0,01 h	0,00	0,56	15,39	0,01
4	Margem Real		3,05	1.466,00		34,90

Figura 18: Custos unitários e margem de contribuição da fuba de gergelim.
Fonte: Autores, (2016).

Custo unitário						
Grupo: Final Finais Código: 0001 Descrição: Fuba de Milho		Estimativa: 480,00 kg/ mês Preço: R\$ 8,75 /kg Código do Processo: 1				
Código	Descrição	Coef. Tec.	Unit. R\$	Total R\$	% Parc.	% Total
1	Faturamento		8,75	4.200,00		100,00
1.1	Preço		8,75	4.200,00	100,00	100,00
1.2	Impostos por Fora		0,00	0,00	0,00	0,00
2	Despesas Variáveis de Venda		1,58	756,00		18,00
2.1	Impostos por Dentro		1,58	756,00	100,00	18,00
ICMS	ICMS	18,00 %	1,58	756,00	100,00	0,00
2.2	Impostos por Fora		0,00	0,00	0,00	0,00
3	Custos Variáveis de Produção		5,83	2.797,80		66,61
3.1	Custo de Materiais		0,81	390,00	13,94	9,29
0001	Milho	0,75 kg	0,45	216,00	55,38	5,14
0002	Açúcar	0,25 kg	0,36	174,00	44,62	4,14
3.2	Custos de Serviço de Terceiros		0,00	0,00	0,00	0,00
3.3	Custos de Mão-de-Obra		5,01	2.403,96	85,92	57,24
0001	Aux da Produção	0,38 h	5,01	2.403,96	100,00	57,24
3.4	Custos de Máquinas		0,01	3,84	0,14	0,09
0002	Triturador Forrageiro	0,01 h	0,01	2,44	63,65	0,06
0001	Fogao industrial	0,01 h	0,00	0,84	21,86	0,02
0004	Seladora	0,01 h	0,00	0,56	14,49	0,01
4	Margem Real		1,35	646,20		15,39

Figura 19: Custos unitários e margem de contribuição da fuba de milho.
 Fonte: Autores, (2016).

Custo unitário						
Grupo: Final Finais Código: 0003 Descrição: Lamberdor		Estimativa: 250,00 l/ mês Preço: R\$ 23,33 /l Código do Processo: 3				
Código	Descrição	Coef. Tec.	Unit. R\$	Total R\$	% Parc.	% Total
1	Faturamento		23,33	5.832,50		100,00
1.1	Preço		23,33	5.832,50	100,00	100,00
1.2	Impostos por Fora		0,00	0,00	0,00	0,00
2	Despesas Variáveis de Venda		4,20	1.049,85		18,00
2.1	Impostos por Dentro		4,20	1.049,85	100,00	18,00
ICMS	ICMS	18,00 %	4,20	1.049,85	100,00	0,00
2.2	Impostos por Fora		0,00	0,00	0,00	0,00
3	Custos Variáveis de Produção		9,13	2.282,14		39,13
3.1	Custo de Materiais		8,95	2.237,50	98,04	38,36
0003	Hortela	0,40 kg	5,20	1.300,00	58,10	22,29
0002	Malva	0,30 kg	3,30	825,00	36,87	14,14
0001	Limao	0,10 kg	0,45	112,50	5,03	1,93
3.2	Custos de Serviço de Terceiros		0,00	0,00	0,00	0,00
3.3	Custos de Mão-de-Obra		0,18	44,26	1,94	0,76
0001	Aux da Produção	0,01 h	0,18	44,26	100,00	0,76
3.4	Custos de Máquinas		0,00	0,38	0,02	0,01
0001	Fogao industrial	0,01 h	0,00	0,38	100,00	0,01
4	Margem Real		10,00	2.500,51		42,87

Figura 20: Custo unitário e margem de contribuição do lamberdor.
 Fonte: Autores, (2016).

Custo unitário						
Grupo: Final Finais			Estimativa: 60,00 l/mês			
Código: 0004			Preço: R\$ 73,33 /l			
Descrição: Óleo de Girassol			Código do Processo: 4			
Código	Descrição	Coef. Tec.	Unit. R\$	Total R\$	% Parc.	% Total
1	Faturamento		73,33	4.399,80		100,00
1.1	Preço		73,33	4.399,80	100,00	100,00
1.2	Impostos por Fora		0,00	0,00	0,00	0,00
2	Despesas Variáveis de Venda		13,20	791,96		18,00
2.1	Impostos por Derivto		13,20	791,96	100,00	18,00
	ICMS	18,00 %	13,20	791,96	100,00	0,00
2.2	Impostos por Fora		0,00	0,00	0,00	0,00
3	Custos Variáveis de Produção		6,42	384,91		8,75
3.1	Custo de Materiais		4,55	273,00	70,92	6,20
	0001 Girassol	0,70 kg	4,55	273,00	100,00	6,20
3.2	Custos de Serviço de Terceiros		0,00	0,00	0,00	0,00
3.3	Custos de Mão-de-Obra		1,22	73,03	18,97	1,66
	0001 Aux da Produção	0,09 h	1,22	73,03	100,00	1,66
3.4	Custos de Máquinas		0,65	38,89	10,10	0,88
	0003 Prensa Extrusora	0,08 h	0,65	38,89	100,00	0,88
4	Margem Real		53,72	3.222,92		73,25

Figura 21: Custo unitário e margem de contribuição do óleo de girassol.
Fonte: Autores, (2016).

Podemos observar nas Figuras 17, 18, 19 e 20 que o óleo de girassol é a que possui a maior margem real de contribuição, com 73,25%, já o produto com a menor margem foi a fuba de milho, com 15,39%. Margem de contribuição é a quantia monetária que sobra da receita obtida através da venda do produto após a retirada dos gastos variáveis, que representa as despesas e os custos variáveis. Vale destacar que a funcionalidade “orçamento” do sistema POC® foi utilizada, essa ferramenta permite relacionar

o preço de venda com uma estimativa de margem de contribuição mínima de 10% e máxima de 30%, simulando o preço de venda e mostrando em planilhas os custos e as despesas relacionadas, com tudo, são disponibilizados gráficos de sensibilidade relacionando preços e margens de contribuição.

Com outra funcionalidade do sistema POC®, foi possível verificar o custo total mensal de cada tipo de material utilizado na fabricação dos produtos analisados na empresa, conforme mostra a Figura 22:

Cadastros Funcionalidades Ferramentas PPE AJUDA POC (?)						
Grupo:						
Código: Descrição: Planejamento para Modelo.						
CRP - Máquinas		CRP - Mão-de-Obra		MRP - Subconjuntos		MRP - Materiais
Serviços de Terceiros						
Grupo	Código	Descrição	Utilizado	Dimen.	Custo Unit.	Custo Total
▶	FUBA 0001	Milho	360,00	kg	0,60	216,00
	FUBA 0002	Açúcar	120,00	kg	1,45	174,00
	FUBA 0003	Gergelim	192,00	kg	3,50	672,00
	FUBA 0004	Farinha	192,00	kg	3,70	710,40
	FUBA 0005	Rapadura	96,00	kg	4,40	422,40
	LAMB 0001	Limão	25,00	kg	4,50	112,50
	LAMB 0002	Malva	75,00	kg	11,00	825,00
	LAMB 0003	Hortela	100,00	kg	13,00	1.300,00
	OLEO 0001	Girassol	42,00	kg	6,50	273,00

Figura 22: MRP I dos materiais.
Fonte: Autores, (2016).

Com base nas informações apresentadas acima, o sistema POC® possibilitou a construção da curva ABC de custos de materiais da empresa analisada, de acordo com a Figura 22:

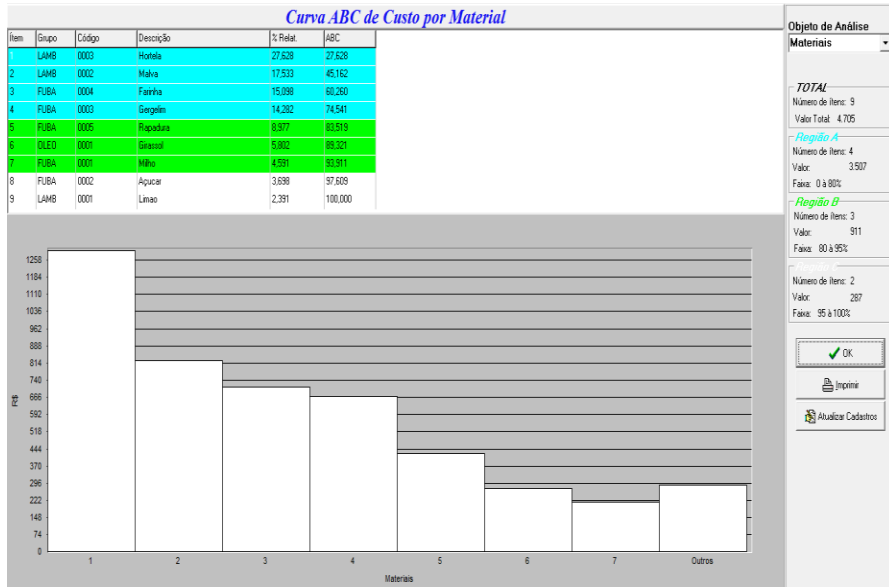


Figura 23: Curva ABC de custos de materiais.
Fonte: Autores, (2016).

A curva ABC de custos de materiais possibilitou identificar que a Hortelã representou 27,628 do custo total com materiais do período. Já os materiais malva, farinha, gergelim, rapadura, girassol, milho, açúcar e limão, representaram respectivamente 17,533%; 15,099%; 14,282%; 8,977%; 5,802%; 4,591%; 3,698%; 2,391%.

Conforme as informações relativas aos preços de venda e às quantidades mensalmente vendidas, foi possível a construção da curva ABC de faturamento dos produtos analisados da empresa, da forma que mostra a Figura 24:

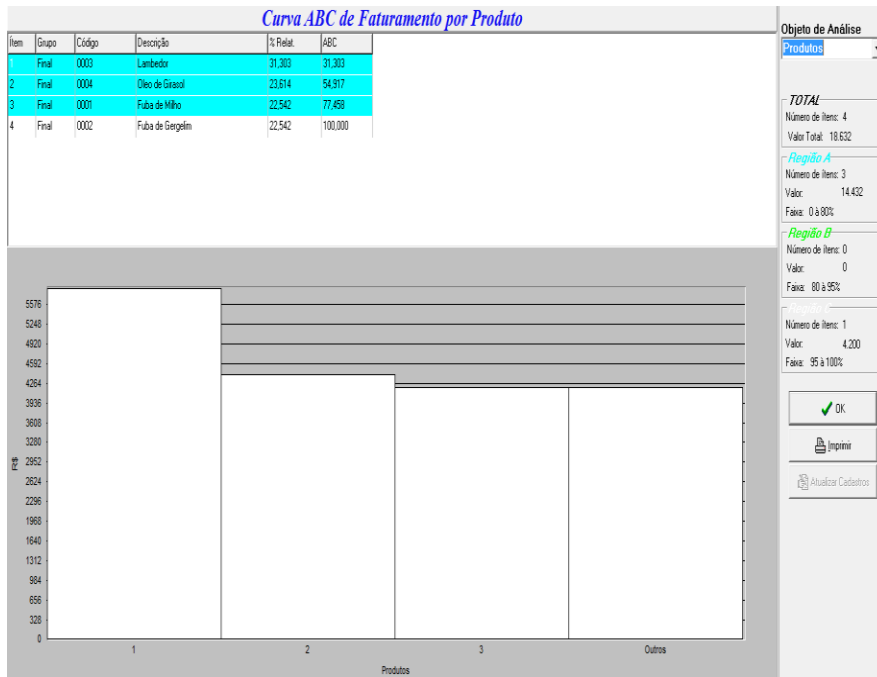


Figura 24: Curva ABC do faturamento de produtos.
Fonte: Autores, (2016).

Podendo ser destacada as vendas do lambedor, que representa 39,303% do faturamento total da empresa, sendo o

resultado muito relevante, tendo em vista que o lambedor é o principal produto da empresa. Por sua vez, o produto óleo de

girassol representa 23,634%; a fuba de milho e de gergelim representa cada uma 22,542%. Esses números possibilitaram aos gestores da empresa identificar quais os produtos possuem uma maior representatividade nos lucros da empresa, como também, quais produtos possuem as menores participações no faturamento mensal da empresa.

Ainda foi calculado o CRP das máquinas e da mão de obra, como mostra a Figuras 25 e 26. Assim, foi possível observar que o fogão industrial representa R\$1,83; o triturador R\$4,88; a prensa extrusora R\$38,89 e a seladora R\$1,11. Já a mão de obra representa mensalmente R\$2.690,84 aos cofres da empresa.

Código	Descrição	Qtde P.	Valor R\$	V. Útil (anos)	Eficiência %	h / dia	Potência kW	h Poss. / mês	Qtde Útil / mês	h Util / mês	Aprov. %	R\$ / h	R\$ / mês
0001	Fogao industrial	1,00	440,00	20,00	100,00	2,00	0,00	40,00	0,25	9,97	24,93	0,18	1,83
0002	Triturador Forrageiro	1,00	1.757,70	30,00	100,00	2,00	2,24	40,00	0,17	6,66	16,64	0,73	4,88
0003	Prensa Extrusora	1,00	14.000,00	30,00	100,00	2,00	20,00	40,00	0,13	5,00	12,50	7,78	38,89
0004	Seladora	1,00	400,00	30,00	100,00	6,00	0,00	120,00	0,06	6,66	5,55	0,17	1,11

Figura 25: CRP das máquinas.
Fonte: Autores, (2016).

Grupo	Código	Descrição	Qtde P.	h / Mês	R\$ / Mês	h Possíveis	Qtde U.	h Utilizadas	Aprov. %	R\$ / h	Total R\$
FABRI	0001	Aux da Produção	2,00	176,00	1.345,42	352,00	1,15	202,66	57,57	13,28	2.690,84

Figura 26: CRP da mão de obra.
Fonte: Autores, (2016).

Por fim, o sistema POC® na funcionalidade “resultados” gerou um gráfico com as curvas de faturamento, de custos e despesas fixas, custo e despesas variáveis e custos e despesas

totais do período em análise, possibilitando a visualização do ponto de equilíbrio contábil da empresa em termos de faturamento conforme mostra a Figura 27:

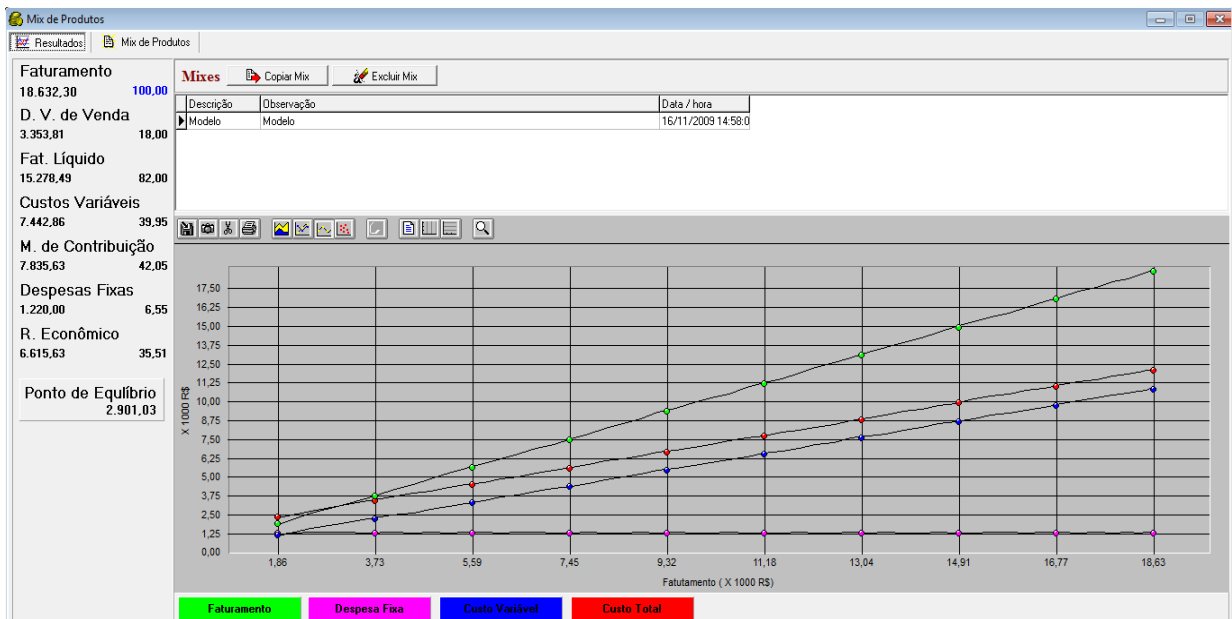


Figura 27: Ponto de equilíbrio da empresa.
Fonte: Autores, (2016).

Baseando-se na figura acima apresentada, pode-se notar que para empresa ter lucro, faz-se necessário um faturamento bruto de R\$2.901,03. Com tudo, o faturamento mensal da empresa (R\$18.632,30), projetado para o mix de produtos analisados no presente estudo, foi bem maior ao faturamento necessário para que a empresa atingisse o ponto de equilíbrio contábil. O lucro mensal foi de R\$6.615,63 e uma lucratividade de 35,51% no período analisado.

V. CONCLUSÃO

O trabalho foi de fundamental importância para que pudéssemos dimensionar a relevância das ferramentas de custos no auxílio à tomada de decisões e conseqüentemente, seu grande poder na gestão e competitividade de uma empresa. Dentre as dificuldades, o fato de ser a primeira vez que utilizamos o *software* POC®, foi um fator que exigiu grande desprendimento, visto que tivemos que recorrer inúmeras vezes ao auxílio de bibliografias e a orientadora deste artigo. Porém, tal situação possibilitou o entendimento desta ferramenta auxiliar tão importante. Como sugestão, é fundamental que em trabalhos futuros se busque antes da aplicação do método, uma considerável padronização dos elementos de produção, facilitando assim a coleta de dados e possibilitando resultados mais realistas. Essa standardização também facilitaria mudanças decorrentes da tomada de decisões. Na empresa estudada, apesar da mesma está apresentando lucros consecutivos e com uma boa margem real, ela não apresenta uma eficaz mensuração de seus custos, visto que seu método está calçado apenas em mensurações e equações básica, o que dificulta aos gestores visualizarem a real situação do empreendimento. Sendo assim, é conveniente que este trabalho, assim como a ferramenta utilizada, possa ser utilizado continuamente pela empresa em todo o seu portfólio, de maneira irrestrita. Para trabalhos futuros, sugere-se primeiramente a padronização dos processos produtivos e o estudo através do sistema POC® com todos os produtos da empresa.

VI. REFERÊNCIAS

- [1] Atkinson, A. A.; Banker, R. D.; Kaplan, R. S.; Young, S. M. **Contabilidade gerencial**. São Paulo: Atlas, 2000.
- [2] Garrison, R. W., Von Ellenrieder, N., and Louton, J. A. 2006. **Dragonfly Genera of the New World**. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- [3] Martins, Fran. "**Contratos e obrigações comerciais**." (2010).
- [4] Costa, Reinaldo Pacheco da; FERREIRA, Hellison Akira Shimada; SARAIVA JR., Abraão Freires. **Preços, Orçamentos e custos industriais: Fundamentos da gestão de custos e de preços industriais**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- [5] Horngren, Charles T. "**Choosing accounting practices for reporting to management**." *NAA Bulletin* 44.1 (1962): 5.
- [6] Leone, George SG. "**Contabilidade de custos**." *São Paulo: Atlas* (2000).
- [7] Bornia, A. C. **Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas**. São Paulo: Bookman, 2002.

[8] SEBRAE. **Gestão Financeira: Ponto de equilíbrio**. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/ponto-de-equilibrio>>. Acesso em: 22/11/2016.

[9] Slack, Nigel; Chambers, Stuart; Johnston Robert Johnston. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

[10] Araújo, Marco Antônio de. **Administração de produção e operações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

[11] Pinto, C. V. **Organização e Gestão da Manutenção**. 2. ed. Lisboa: Edições Monitor, 2002.

[12] Bruni, A. L.; Famá, R. **Eficiência, previsibilidade dos preços e anomalias em mercados de capitais: teoria e evidências**. Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo: PPGA/FEA/USP, v. 1, n. 7, p. 71-85, 2º trim. 1998.

[13] Dias, M. A. P. **Administração de Materiais: resumo da teoria, questões de revisão, exercícios, estudos de casos**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

[14] Gil Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

[15] Lakatos, E.M.; Marconi, M.A. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

[16] Godoi, Christiane Kleinübing; Bandeira-de-Mello, Rodrigo; Da Silva, Anielson Barbosa – **Pesquisa Qualitativa em Estudos Organizacionais: Paradigmas, Estratégias e Métodos**. 2ª Edição. Ed. Saraiva. São Paulo, 2010.



Application of the *Holt Winters* model for demand forecasting in additive seasonal series: a case study

Pedro Vieira Souza Santos¹, Maycklla Rândrea Ribeiro Guedes da Purificação¹, Ciro Henrique de Araújo Fernandes¹, Ailton Abel Rodrigues dos Santos¹, Leonardo Santana Dias Neto¹

¹Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). Petrolina-PE.

Email: pedrovieirass@hotmail.com, maycklla@hotmail.com, ciro.fernandes@aol.com, ailtonabelr.santos@hotmail.com, leo_santanacf@hotmail.com

Received: February 13th, 2017

Accepted: March 14th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

Considering the competitive context in which companies are established, in the current market, support tools that help in decision making are gaining more and more importance within organizations. In pursuit of a competitive advantage, demand forecasting methods help reduce costs while predicting, with as much precision as possible, the required quantity of each product as well as the right time. The objective of this work was to analyze the forecast of demand in a company of the agricultural sector, more specifically of the fruit growing, located in the city of Petrolina - PE, using the Holt - Winters Additive Model.

Keywords: Prediction; Management; Holt Winters; Valley of the São Francisco; Demand.

Aplicação do modelo de *Holt Winters* para previsão de demanda em série sazonal aditiva: um estudo de caso

RESUMO

Considerando o contexto competitivo em que estão fixadas as empresas, no mercado atual, ferramentas de apoio que auxiliam na tomada de decisões vêm ganhando cada vez mais importância dentro das organizações. Em busca de uma vantagem competitiva, os métodos de previsão de demanda auxiliam na redução dos custos, enquanto preveem, com o maior grau de precisão possível, a quantidade requerida de cada produto bem como o tempo certo. Assim, o presente trabalho teve por finalidade analisar a previsão da demanda em uma empresa do setor agrícola, mais especificamente da fruticultura, localizada na cidade de Petrolina – PE, utilizando o Modelo Aditivo de Holt – Winters.

Palavras Chaves: Previsão; Gestão; Holt Winters; Vale do São Francisco; Demanda.

I. INTRODUÇÃO

Atualmente, para uma organização se manter competitiva no mercado, ela deve ser precisa em suas decisões. Logo, um diferencial que está sendo cada vez mais utilizado por empresas de todos os setores é a utilização de modelos estatísticos-matemáticos que permitam prever quantitativamente uma variável e medir a qualidade dessa previsão. Através de ferramentas como essas é possível antecipar cenários futuros e otimizar a forma de planejar, alocar e dimensionar recursos de modo a minimizar gastos desnecessários devido a decisões erradas.

A previsão de demanda constitui-se em uma das práticas de gestão mais importantes para a tomada de decisões a nível gerencial, uma vez que o sucesso futuro de qualquer empresa está relacionado com a habilidade que o gestor possui em detectar tendências e desenvolver estratégias adequadas.

Neste contexto, o planejamento e o direcionamento estratégico das empresas dependem da identificação e da previsão correta das mudanças emergentes no ambiente de negócios.

Nesse sentido, a busca por métodos estatísticos de previsão adequados para o prognóstico quantitativo de uma variável pré-determinada, assim como a mensuração da qualidade dessa previsão têm sido um diferencial cada vez mais utilizado pelas empresas para antecipar cenários futuros. As instituições recorrem frequentemente a esses métodos estatísticos em áreas diversas, tais como a administração de estoques, planejamento da produção, escalonamento dos recursos humanos, controle do processo, entre outras. O objetivo central da utilização destes métodos é prever os acontecimentos futuros, como por exemplo, o volume de vendas para um período estipulado, tendo como propósito a redução do risco na tomada de decisão e os custos associados às operações decorrentes.

Logo, escolher o método de previsão de demanda que melhor se ajuste ao comportamento da demanda local é um processo fundamental para se ter resultados que possam ser úteis como ferramentas de otimização de logística, cadeia de suprimentos e de outros setores de uma empresa. Para tal escolha, deve ser considerado o tipo de série de dados existentes para análise. No caso estudado, a tipologia caracteriza-se como série temporal/sazonal.

Uma série temporal, $f(t)$, pode ser definida como uma função de uma variável independente, tempo t , ligada a um processo em que uma descrição matemática é desconhecida. A característica principal de tais séries é que o seu comportamento futuro não pode ser previsto exatamente, pode ser previsto por meio de uma função determinística, conhecida em t . Contudo, o comportamento de uma série temporal pode algumas vezes ser antecipado através de procedimentos estatísticos, com base no histórico de dados da organização.

A análise das séries temporais pode desenvolver-se sem que se tenha como determinar o espaço de tempo mínimo necessário para que os resultados sejam os mais eficientes; porém, pode-se afirmar que quanto maior for este espaço de tempo, melhor. Dependendo da amplitude observada, é possível identificar alguns comportamentos associados a uma série do tipo temporal: o efeito de tendência, o efeito da sazonalidade, os ciclos de negócios e as variações irregulares ao acaso.

É importante notar que a série temporal traz uma sequência de observações registradas ao longo de um intervalo de tempo, com o espaçamento dos períodos analisados iguais com o objetivo de viabilizar a notação dos dados.

Nesse aspecto, este trabalho tem por objetivo principal a aplicação do método estatístico de suavização exponencial por séries temporais de *Holt-Winters* para estabelecer, a um curto prazo, previsões precisas para o planejamento de demanda de vendas (em Kg) da empresa. E, a partir dessa análise de previsão de demanda, auxiliar nas decisões que contemplem a busca contínua da gestão otimizada do processo produtivo de uma empresa do agrícola, localizada na região do Vale do São Francisco.

II. ABORDAGEM TEÓRICA

II.1. PREVISÃO DE DEMANDA

A previsão consiste na estimação e análise da demanda futura para um item em questão, componente ou serviço, utilizando entradas como relações históricas de vendas, estimação de marketing e informação promocional através de diferentes técnicas de previsão, onde, segundo [1] e [2], a base para a maioria das decisões orientadas para o futuro das empresas é estabelecida pela previsão de demanda, ou seja, ela é uma ferramenta essencial para decisões de gestão e de planejamento estratégico.

De acordo com [3], mensurar demandas futuras é uma ferramenta importante para diversos fins dentro de uma organização, como por exemplo, na aquisição de matérias-primas, cálculo do custo do produto, e para planejamento da produção.

Porém, muitos gestores acreditam que sua experiência e conhecimento no ramo em que atuam, são suficientemente capazes para estimar previsões futuras, o que se chama de método qualitativo de previsão e as julgam mais precisas que os resultados que os métodos quantitativos oferecem. No entanto, a realização de um estudo para identificar o melhor modelo de previsão, é capaz

de prever melhores resultados, podendo diminuir os erros pela metade [4].

Para [5], a utilização de procedimentos de previsões para auxiliar no processo de tomada de decisão, busca unificar as expectativas da empresa ao desempenho desta empresa, por meio do uso da tecnologia e dos modelos estatísticos de previsão, que através de dados históricos podem obter previsões precisas, que auxiliam o processo decisório das organizações.

Salienta-se que os padrões de demanda são resultados da variação da demanda com o tempo, ou seja, do crescimento ou declínio de taxas de demanda, sazonalidades e flutuações gerais causadas por diversos fatores [6].

Há dois tipos de padrões de demanda, os padrões de demanda regular e de demanda irregular. Os padrões de demanda regular podem ser decompostos em cinco componentes [7]; [8] (i) demanda média para o período (nível); (ii) tendência; (iii) sazonalidade; (iv) fatores cíclicos (ciclos de negócios ou ciclos de vida de serviços ou produtos); e (v) variação aleatória (erro aleatório).

II.2. MÉTODOS ESTATÍSTICOS DE PREVISÃO POR SÉRIES TEMPORAIS

Neste trabalho será aplicada uma técnica para previsão da sazonalidade, pois o problema caracteriza-se pela ocorrência das variações. O período da sazonalidade pode ser anual, mensal, semanal ou até mesmo diário.

De acordo com [9] “a sazonalidade é expressa em termos de uma quantidade, ou de uma percentagem, da demanda que desvia dos valores médios da série”. A sazonalidade influencia diretamente na qualidade das previsões, não devendo-se esquecer de que as previsões não são totalmente confiáveis, são dados do passado transformados em dados para o futuro, assim definidas por [10]: “as da demanda podem fornecer informações futuras aos gerentes, permitindo que eles possam executar suas atividades com mais eficácia e eficiência”.

Assim, os métodos estatísticos de previsão por séries temporais baseiam-se na idéia de que as observações passadas da série contém informações sobre o seu padrão de comportamento no futuro.

A base desses métodos consiste em identificar o padrão da série, separando-o do ruído contido nas observações individuais, e utilizá-lo para prever os valores futuros da série [11]. O objetivo da análise de séries temporais é encontrar modelos (estatísticos e/ou matemáticos) que permitem descrever de forma adequada o processo de geração de dados para prever o comportamento futuro das variáveis para um determinado horizonte de planejamento.

A previsão de demanda utilizando métodos quantitativos pode ser desenvolvida através de vários métodos estatísticos. O emprego de cada método depende basicamente do comportamento da série temporal que se deseja analisar. Uma série temporal pode exibir até quatro características diferentes em seu comportamento: média, sazonalidade, ciclo e tendência [8].

A característica sazonal da série é quando padrões cíclicos de variação se repetem em intervalos relativamente constantes de tempo. A característica cíclica existe quando a série exibe variações ascendentes e descendentes, porém, em intervalos não regulares de tempo. Finalmente, a característica de tendência ocorre quando a série apresenta comportamento ascendente ou descendente por um período de tempo [12].

II.3. MÉTODO DE HOLT-WINTER PARA EFEITOS SAZONAIS ADITIVOS

Winters obteve esse método por meio da ampliação do método de Holt, ele acrescentou uma equação para permitir previsões onde a série observada apresente sazonalidade, essa nova equação determina o coeficiente de ajuste da sazonalidade [4]

O método de *Holt-Winter* para efeitos sazonais aditivos é utilizado na modelagem de dados, onde a amplitude do ciclo sazonal independe do nível local da série, ou seja, permanece constante com o passar do tempo. Seja um modelo cuja série sazonal, de período s , é formada pela soma do nível, tendência, um fator sazonal e um erro aleatório, dado por:

$$Z_t = L_t + T_t + S_t + \epsilon_t \quad t=1,2,\dots$$

As projeções dos valores futuros da série são efetuadas através da função de previsão do método representada por:

$$Z_{t+n} = L_t + nT_t + S_{t-s+n} \quad n=1,2,\dots$$

onde Z_{t+n} é a previsão para n períodos à frente ($t+n$). Nesse método, além da função que calcula a previsão, três outras funções são utilizadas para estimar o nível, a tendência da série no período atual e, os valores do fator sazonal correspondente ao último período de sazonalidade, conforme equações abaixo:

$$L_t = \alpha(Z_t - S_{t-s}) + (1-\alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}); \quad 0 < \alpha < 1$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1}; \quad 0 < \beta < 1$$

$$S_t = \gamma(Z_t - L_t) + (1-\gamma)S_{t-s}, \quad 0 < \gamma < 1$$

onde, α , β e γ são as constantes de suavização que controlam o peso relativo ao nível ($t L$), a tendência ($t T$) e a sazonalidade ($t S$), respectivamente. As equações acima assumem que, no período de tempo t , existe uma estimativa do índice sazonal no período de tempo $t-s$ ou que existe um valor S_{t-s} . Assim, precisa-se estimar os valores para S_1, S_2, \dots, S_p . Uma forma simples de fazer estas estimativas sazonais iniciais necessárias para a utilização das equações de suavização é permitir que:

$$S_t = Z_t - \sum_{n=1}^s \frac{Z_n}{s}, \quad 1, 2, \dots, s.$$

Os valores de α e β são encontrados por ensaio sobre a série histórica, sendo frequente selecionar aqueles que minimizam o erro quadrático médio. Para enfrentar o problema da subjetividade na seleção dos parâmetros α e β algumas investigações [13][14] desenvolvidas que mostram como selecionar esses parâmetros otimizando alguma das medidas de desempenho dos prognósticos, como erro médio (ME), erro absoluto médio (MAE) e erro quadrático médio (MSE).

Enquanto isso, [14], propõe a obtenção tanto dos parâmetros α e β que otimizam o método de previsão, quanto os valores iniciais, definindo para tal o MSE como função objetivo para minimizar e resolver o método, com auxílio da ferramenta solver do MS-Excel.

III. METODOLOGIA

O presente trabalho foi dividido em três partes: o primeiro momento foi reservado à revisão bibliográfica de cunho exploratório, de maneira que fosse reunida a literatura necessária para a execução do trabalho, o segundo, a coleta de dados e o terceiro instante destinou-se à aplicação do modelo *Holt-Winters* para previsões por meio de séries temporais com posterior análise.

Devido à característica da obtenção dos dados o estudo pode ser classificado como pesquisa documental. Para [15] “a pesquisa documental vale-se de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetos de pesquisa”. Além disso, o trabalho também é considerado um estudo de caso. Pois, de acordo com [16] o estudo de caso é caracterizado por um estudo aprofundado e detalhado do problema proposto.

Para este estudo, a empresa contribuiu com a disposição do histórico de informações locais, pois a mesma possui um sistema integrado de dados, onde é possível resgatar os dados históricos de venda dos produtos por diferentes parâmetros. Contudo, para esse estudo utilizou-se as informações de venda por peso em Kg.

Neste trabalho foi utilizado o modelo do tipo aditivo, onde as observações são consideradas conjuntamente, atribuindo-se a soma da tendência verificada, do efeito sazonal, do nível e do erro aleatório. Tal escolha do método de *Holt-Winters* para elaboração do estudo foi baseada nas análises realizadas na série temporal, pois o comportamento exibia componentes importantes abordados pelo método.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo em vista que os dados disponíveis para análise se comportam de forma sazonal, optou-se por utilizar o modelo de Winters. Tal modelo se ajusta, de maneira mais adequada às séries com tendência e sazonalidade do tipo aditiva, ou seja, dados em que a amplitude da variação sazonal aumenta com o acréscimo no nível médio da série no tempo observado.

IV.1. CÁLCULO DE ERROS ASSOCIADOS AO MÉTODO

Com todos os dados disponíveis, foi possível partir para análise dos erros e identificar o quanto os valores satisfizeram a necessidade real da empresa em estudo. Na tabela 01, as estatísticas de MSE, MAD e MAPE (calculadas a partir de fórmulas fornecidas pela literatura) são exibidas, tendo valores satisfatórios, o que faz com que o método de análise *Holt-Winters* aditivo seja uma opção vantajosa para a empresa.

Tabela 1: Erros (MSE, MAD e MAPE).

Modelo	MSE	MAD	MAPE
Holt Winters Multiplicativo	388459	-2478,9	107%

Fonte: Autores, (2016).

De acordo com os dados apresentados no modelo, a média do quadrado dos erros (MSE) apresentou um total de 388459 kg de uva e a média absoluta dos erros (MAD) apresentou um total de -

2478,9 kg de uva, valores considerados aceitáveis de acordo com as oscilações que o mercado passa, e o valor de MAD é equivalente a um MAPE de 107%.

IV.2. CÁLCULO DE PARÂMETROS DE SUAUIZAÇÃO

Os parâmetros de suavização utilizados na fórmula do modelo de Winters, tais como o nível (α), a tendência (β) e a sazonalidade (γ), foram obtidos por meio do método de tentativa e erro, buscando os valores que minimizassem a amplitude dos erros. Assim encontrou-se para o Winters aditivo, a partir do Solver, os valores: $\alpha=0,439$, $\beta=0,312$ e $\gamma=0,566$.

Logo, aplicando as fórmulas com os parâmetros obtidos encontraram-se as seguintes previsões para o método de *Holt-Winters* expressas no gráfico da figura 1. Têm-se então, os dados para previsão de demanda calculados pelo método, conforme tabela 2.

Tabela 2: Dados reais versus dados previstos.

Mês	Dados reais	Previsão
1	17475,00	26669,00
2	11957,00	39435,00
3	8281,00	15210,89
4	8743,00	8642,38
5	42566,00	35056,83
6	11570,00	9520,54
7	40250,00	47705,26
8	81201,57	98754,69
9	11125,87	12524,11
10	41448,00	39472,06

Fonte: Autores, (2017).

A aplicação do método exposto além de gerar previsões, ajuda na escolha do modelo de previsão a ser utilizado. Através da decomposição é possível verificar as componentes de tendência e de sazonalidade separadamente da série de dados.

Segundo [4], a tendência é uma componente de fácil visualização, pois sua presença é percebida quando os valores da série aumentam ou diminuem em um determinado intervalo de tempo.

Já a componente sazonalidade conforme [17], pode ser definida como o conjunto dos movimentos ou flutuações com período igual ou inferior a um ano, sistemáticos, mas não necessariamente regulares, que ocorrem numa série de dados.

No caso da série notada é possível verificar uma significativa tendência positiva e uma sazonalidade marcante. Conforme gráfico da figura 1, a extensão da variação sazonal é crescente no decorrer do tempo (até o fim do ano). Assim, existe diferença entre o maior e menor valor de demanda dentro das estações observadas.

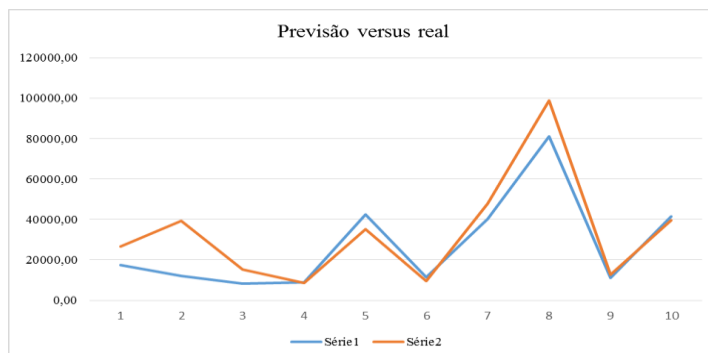


Figura 1: Gráfico – Dados previstos versus real (em Kg).
Fonte: Autores, (2016).

Como pode-se observar, os dados de demanda gerados pelo método se comportam bem próximos do real identificado pela série de dados reais.

Foi possível observar na série de dados que o setor em que atua a empresa estudada possui uma propriedade muito particular com padrões sazonais muito característicos nos ciclos anuais com períodos de produção crescente e decrescente que se repetem. Já o modelo escolhido mostrou ser adequado a esse tipo de série de dados.

É importante notar que, o método estudado tem como limitação os erros comuns referentes a qualquer análise estatística como também, o fato de que se tem como premissa que fatores sazonais semelhantes ocorridos em outros períodos, continuem ocorrendo nos próximos anos, em períodos semelhantes.

Assim, a previsão de demanda ofertada pelo modelo de *Holt Winters* é uma das ferramentas que apresenta vantagens competitivas a empresa, pois possibilita conhecer o que o cliente quer, no tempo desejado e na quantidade necessária. Saber o que o consumidor almeja antecipadamente é importante para um melhor planejamento do abastecimento de toda cadeia produtiva local, diminuindo custos e principalmente diminuindo os riscos de insatisfação do cliente.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prática de fazer previsões não se resume apenas em aplicar modelos em séries de dados, e com isso gerar resultados que serão utilizados em decisões importantes dentro da empresa. Essa atividade é mais complexa do que parece, pois, as pessoas envolvidas devem compreender o comportamento da série de dados e buscar através de observações críticas e bom senso, a escolha do melhor modelo.

Logo, realizar previsões que tenham um comportamento mais próximo da realidade da empresa, aumentando a credibilidade do modelo e gerando confiança quanto a sua execução. Caso contrário, os resultados podem levar a decisões que não condizem com o mercado e nem com a realidade da empresa.

Por fim, para atender as necessidades e as características do comportamento da demanda da uva, o modelo de *Holt-Winters* Aditivo mostrou ser adequado para ser implementado como ferramenta de apoio a tomada de decisão na produção local.

Observa-se que a previsão de demanda é uma ferramenta que contém erros, e esses são possíveis de se mensurar, por serem menores que sejam os erros, os dados obtidos nunca serão precisos. Por esta razão, as metodologias de previsão de demanda são indicadas como uma ferramenta de auxílio a serem aplicadas associadas com as técnicas qualitativas já utilizadas pela empresa, juntamente com a base de conhecimento e experiências dos gestores da organização.

REFERÊNCIAS

- [1] Bermúdez, J. D.; Segura, J. V.; Vercher, E. **A decision support system methodology for forecasting of time series based on soft computing**. Computational Statistics & Data Analysis, v. 51, p.177-191, 2006.
- [2] Krajewski, L.; Ritzman, L.; Malhotra, M. **Operations Management: Processes and Value Chain, Eight Edition**, Pearson Prentice Hall, 2007.
- [3] Kotler, P. **Administração de Marketing: Edição do novo milênio; Tradução Bazán Tecnologia e Linguística**. Prentice Hall: São Paulo: 2000.
- [4] Samohyl, R. W.; Souza, G.; Miranda, R. **Métodos Simplificados de Previsão Empresarial**, Editora Ciência Moderna do Rio de Janeiro, 2008.
- [5] Wanke, P. **O processo de previsão de vendas nas empresas**. Disponível em: <<http://www.coppead.ufrj.br/pesquisa/cel/new/fs-busca.htm?fr-previsao.htm>> Acesso em 12 de Out de 2016.
- [6] Ballou, Dale. **Pay for performance in public and private schools**. Economics of Education Review, v. 20, n. 1, p. 51-61, 2001.
- [7] MENTZER, J. T.; GOMES, R. **Evaluating a Decision Support Forecasting System**. Industrial Marketing Management. v. 18, n. 4, p. 313 -323, 1989.
- [8] Makridakis, S.; Wheelwright, S.; Hyndman, R.J. **Forecasting Methods and Applications**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1998.
- [9] Tubino, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2008.
- [10] Davis, Mark M.; Schaan, Eduardo D'agord; Chase, Richard B; Aquilano, Nicholas J. **Fundamentos da administração da produção**. 3. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.
- [11] Henning E.; Alves C.C.; Konrath, A.C. **Previsão de vendas de rodízios para móveis em uma empresa de médio porte**. In: ICPR Americas - 5th Americas International Conference on Production Research, Bogotá, Colômbia, 2010. Proceedings. Bogotá: 2010.
- [12] Pellegrini, F.R.; Foliatto, F.S. **Passos para Implantação de Sistemas de Previsão de Demanda -Técnicas e Estudo de Caso**. Revista Produção, v. 11, n. 1, p. 43-64, 2001.
- [13] Billah, B.; King, M. L.; Snyder, R. D.; Koehle, A. B. (2006). **Exponential smoothing model selection for forecasting**. International Journal of Forecasting, v.22, n. 2, p. 239-247, 2006.
- [14] Gelper, S.; Fried, R.; Croux, C. **Robust forecasting with exponential and Holt-Winters smoothing**. Journal of Forecasting, v.29, n. 3, p. 285-300, 2010.
- [14] Rasmussen, R. **On time series data and optimal parameters**. Omega, v. 32, n. 2, p. 111-120, 2004.
- [15] Gil, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.
- [16] Kauark, F. S.; Manhães, F. C.; Medeiros, C. H. **Métodologia da pesquisa: Um guia prático**. Itabuna: Via Litterarum, 2010.
- [17] Wallis, K. F.; Thomas, J.J. **Seasonal variation in regression analysis**. Journal of the Royal Statistical Society, Ser. A, v. 134, n. 1, p. 57-72, 1971.



Sunflower consortium with cowpea productive performance in underground dam with irrigation supplementary

Anderson Ramos de Oliveira¹, Roseli Freire de Melo², João Marcos Rodrigues dos Santos³

^{1,2}Embrapa Semiárido. BR-428, Km 152, Zona Rural - Caixa Postal 23. Petrolina-PE.

³Universidade de Pernambuco. BR 203, Km 2, s/n – Petrolina-PE.

Email: anderson.oliveira@embrapa.br, roseli.melo@embrapa.br, joaorodriguesestagio.embrapa@gmail.com

Received: February 11th, 2017

Accepted: March 17th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

The semiarid region characterized by low rainfall and the precipitation irregularity. In these environments, capture and rainwater storage technologies should be adopted to allow cultivation. Among the existing technologies, the underground dam presents with great potential to promote the maintenance of moisture in the soil and allow the cultivation for a longer period. Coupled with the underground dam, supplemental irrigation can be an alternative, especially for those periods of extreme shortage. Among the crops managed under these conditions sunflower and cowpea are characterized by relative tolerance to drought stress. Thus, this study aimed to evaluate the performance of sunflower intercropped with cowpea when grown in underground dam in the semiarid region, prolonged dry season with water supplementation. The experiment was conducted in underground dam located in the production field Embrapa Produtos e Mercados, in Petrolina, PE, Brazil. The experimental design was a randomized block with two treatments: single sunflower (Helio 251 cultivar) and sunflower intercropped with cowpea (BRS Guariba cultivar) in four blocks. At 95 days after planting were assessed the following parameters: plant height, stem diameter, head diameter, thousand grain biomass and productivity. The height reached by sunflower plants in intercropping system was lower than in single crop. The stem diameter, the chapter diameter and biomass of 1,000 grains showed no difference between the two cropping systems. The cultivation of sunflower intercropped with cowpea in underground dam, with supplemental irrigation has lower productivity by sunflower monoculture.

Keywords: Consortium; *Helianthus annuus* L.; *Vigna unguiculata* (L.) Walp; semiarid.

Desempenho produtivo de girassol consorciado com feijão-caupi em barragem subterrânea com irrigação suplementar

RESUMO

A região semiárida caracteriza-se pela escassez de chuvas e pela irregularidade de precipitação. Nestes ambientes, devem ser adotadas tecnologias de captação e armazenamento de água de chuva a fim de possibilitar o cultivo. Dentre as tecnologias existentes, a barragem subterrânea apresenta-se com grande potencial para promover a manutenção da umidade no solo e permitir o cultivo por período mais prolongado. Aliada à barragem subterrânea, a irrigação suplementar pode ser uma alternativa, principalmente para aqueles períodos de extrema escassez. Dentre as culturas manejadas nestas condições o girassol e o feijão-caupi se destacam pela relativa tolerância ao estresse hídrico. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho produtivo de girassol consorciado com feijão-caupi quando cultivado em barragem subterrânea na região semiárida, em período de estiagem prolongada com suplementação hídrica. O experimento foi conduzido em barragem subterrânea localizada no campo de produção pertencente à Embrapa Produtos e Mercados, em Petrolina, PE. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com dois tratamentos: girassol solteiro (Hélio 251) e girassol consorciado com feijão-caupi (BRS Guariba), em quatro blocos. Aos 95 dias após o plantio foram avaliados os seguintes parâmetros: altura da planta, diâmetro do caule, diâmetro do capítulo, biomassa de mil grãos e produtividade. A altura alcançada pelas plantas de girassol em sistema consorciado foi inferior ao cultivo em solteiro. As análises de diâmetro do caule, diâmetro do capítulo e biomassa de 1.000 grãos não demonstraram diferenças entre os dois sistemas de cultivo. O cultivo do girassol consorciado com feijão-caupi, em barragem subterrânea, com irrigação suplementar apresenta produtividade inferior ao monocultivo do girassol.

Palavra-Chave: Consórcio; *Helianthus annuus* L.; *Vigna unguiculata* (L.) Walp; semiárido.

I. INTRODUÇÃO

A região semiárida brasileira é caracterizada, principalmente, por apresentar baixos índices pluviométricos e elevadas temperaturas durante todo o ano. De acordo com [1], o Semiárido brasileiro apresenta condições insuficientes de reservas hídricas em seus mananciais para atender à demanda, devido à escassez de chuvas, aliada à irregularidade e à concentração de precipitação em curtos períodos do ano, em geral em poucos meses. Este quadro climático é agravado pelas altas temperaturas e forte insolação. Nestas condições de restrição hídrica, os agricultores devem buscar alternativas de captação, armazenamento e manejo de água da chuva, a fim de amenizar os prejuízos causados por estiagens prolongadas. Dentre as tecnologias desenvolvidas para armazenamento de água de chuva, a barragem subterrânea destaca-se por permitir que a área cultivada mantenha níveis de umidade mais elevados do que as áreas circunvizinhas e, conseqüentemente, contribua para a prática agrícola ao disponibilizar água para os cultivos, mesmo que por curto período.

Segundo [2], a tecnologia utilizada na barragem subterrânea, parte do princípio de que a construção transversal de um septo impermeável à direção do fluxo das águas em uma microbacia, possibilitará a manutenção da água no subsolo por período prolongado, permitindo que área seja explorada num sistema de agricultura de vazante e/ou subirrigação. A diversificação de cultivos nestes ambientes é potencializada, uma vez que culturas que sejam tolerantes ao estresse hídrico e outras com menor tolerância serão favorecidas pela umidade presente no subsolo. Assim, o cultivo de oleaginosas, como o girassol, pode apresentar maior possibilidade de sucesso.

O girassol (*Helianthus annuus* L.), por apresentar boa tolerância à seca e ao calor, tornar-se uma importante alternativa para o semiárido brasileiro. Como tal região não dispõe de boa infraestrutura agrícola, e a maioria da população sobrevive por meio de atividades ligadas à agricultura familiar, o plantio de oleaginosas pode contribuir para incrementar a renda e estimular a permanência da população nas áreas rurais. Em trabalho realizado por [3], em região semiárida, com o objetivo de avaliar características de desenvolvimento da cultura, concluiu-se que o girassol desenvolve-se satisfatoriamente na região semiárida, podendo seu cultivo ser recomendado como mais uma alternativa para o setor produtivo nesta região.

Devido à crescente demanda do setor industrial e comercial, a cultura do girassol está se tornando importante opção econômica no sistema de rotação, consórcio e sucessão de culturas nas regiões produtoras de grãos [4]. Toda esta demanda foi favorecida pela corrida por fontes alternativas de combustível e pelos incentivos governamentais baseados no Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel. De acordo [5], o rendimento em óleo e o uso de terra por tonelada de óleo produzida são indicadores de grande importância a serem considerados no programa governamental para avaliação de viabilidade econômica, social e ambiental.

Dentro deste contexto o girassol é visto como uma das principais culturas para obtenção de óleos vegetais combustíveis no Brasil. Sabe-se que os grãos de girassol são bastante ricos em óleo, podendo apresentar teores variáveis, os quais dependem da cultivar e da época de plantio [6]. Devido ao seu teor de óleo e às excelentes características físico-químicas do óleo, o girassol pode ser utilizado para a produção de biodiesel, apresentando viabilidade técnico-ambiental na produção de biocombustíveis. Estudo realizado por [7] demonstrou que a produção de biodiesel etílico a partir do óleo bruto de girassol é possível, possuindo o biocombustível obtido pelo processo de transesterificação de tal óleo características apropriadas para utilização em motores a diesel.

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho produtivo de girassol consorciado com feijão-caupi quando cultivado em barragem subterrânea na região semiárida, em período de estiagem prolongada com suplementação hídrica.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em barragem subterrânea localizada no campo de produção pertencente à Embrapa Produtos e Mercados, em Petrolina, PE. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, com textura média. Previamente ao plantio, foi realizado o preparo da área por meio de uma aração na camada de 20 cm, seguida de gradagem, a fim de uniformizar e nivelar o terreno. Realizou-se também a amostragem de solo na profundidade de 0 - 20 cm, sendo as amostras conduzidas para o Laboratório de Solos e Água da Embrapa Semiárido, onde foram submetidas à análise química, conforme metodologia proposta pela [8]. A tabela 1 apresenta o resultado da análise química.

Tabela 1. Características químicas do solo na barragem subterrânea, Petrolina-PE.

Prof (cm)	pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al ³⁺	Na ⁺	S _(base)	CTC	V	CE	MO
	H ₂ O	mg/dm ³									%	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹
0-20	5,0	2,91	0,32	1,0	0,5	0,0	5,0	0,05	1,9	6,8	27,4	0,79	2,9

Fonte: Autores, (2016).

De acordo com a classificação de Köppen, a região semiárida enquadra-se no tipo BSw_h, caracterizada por balanço hídrico negativo, com médias inferiores a 650 mm anuais, temperaturas médias elevadas de 23° a 27°C, insolação média de 2.800h ano⁻¹, evaporação de 2.000 mm ano⁻¹ e umidade relativa do ar média de 55%. Durante o período experimental, monitoraram-

se as condições climáticas na Estação Agrometeorológica da Caatinga, da Embrapa Semiárido, sendo os dados médios de temperatura máxima de 33,0C, temperatura mínima de 20,8C, e temperatura média de 26,8C, umidade relativa média de 50,9%, evapotranspiração de referência de 5,25 mm e zero de precipitação.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com dois tratamentos: girassol solteiro e girassol consorciado com feijão-caupi, em quatro blocos. Utilizou-se a cultivar de girassol Hélio 251 (H251) que é um híbrido simples com aquênios de cor estriada e a cultivar de feijão-caupi BRS Guariba. Cada parcela consorciada foi composta por quatro linhas de girassol alternadas com quatro linhas de feijão-caupi, ambas as culturas foram cultivadas em linhas com cinco metros de comprimento. A parcela do girassol em regime de cultivo em solteiro foi composta por quatro linhas. Para as avaliações, foram selecionadas seis plantas por parcela, sendo as mesmas coletadas aleatoriamente na área útil (duas linhas centrais de girassol, desprezando-se um metro nas extremidades).

O espaçamento adotado foi de 0,30 m entre plantas e 0,80 m entre linhas, tanto para o girassol, quanto para o feijão-caupi, perfazendo uma população de aproximadamente 41.000 plantas por hectare. O plantio foi realizado em agosto de 2015. Para que não ocorressem perdas no estande de plantas devido à estiagem prolongada, utilizou-se a irrigação suplementar, sendo esta aplicada via sistema de gotejamento, com gotejadores espaçados em 0,50 m. A irrigação foi baseada no mínimo necessário para que a cultura pudesse produzir grãos. Assim, considerou-se uma irrigação suplementar, baseada em Castro & Farias (2005), de até 400 mm distribuída ao longo do ciclo.

Aos 95 dias após o plantio, foram avaliados os seguintes parâmetros: altura da planta, diâmetro do caule, diâmetro do

capítulo, biomassa de mil grãos e produtividade. Para a altura da planta, foi considerada a distância entre a superfície do solo e a inserção do capítulo, quando este atingiu o ponto de maturação fisiológica. Para o diâmetro do caule, considerou-se a média de três medidas observadas aos 5,0 cm de distância do solo. Após o corte das plantas úteis, mediu-se o diâmetro dos capítulos com o auxílio de uma fita métrica; os capítulos foram colocados em sacos e levados para a secagem ao sol. Após secagem, os grãos dos capítulos de cada parcela foram pesados para obtenção da biomassa de 1.000 grãos e estimativa da produtividade em toneladas por hectare.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa Sisvar versão 5.6 [9].

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura alcançada pelas plantas de girassol em sistema consorciado, aos 95 dias após o plantio, foi inferior ao cultivo em solteiro, conforme as médias apresentadas na Tabela 2. Esta redução na altura das plantas consorciadas pode estar relacionada à presença do feijão-caupi, pois as espécies podem ter estabelecido uma relação de competição por água, nutrientes e luz.

Tabela 2. Biometria de plantas de girassol cultivadas em regime de solteiro e em regime de consórcio em barragem subterrânea, Petrolina, PE.

Tratamento	Altura (m)	Diâmetro do Caule (mm)	Diâmetro do Capítulo (mm)	Biomassa de 1.000 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Cultivo solteiro	1,56 a	24,70 a	112,52 a	50,50 a	1.627,67 a
Cultivo consorciado	1,46 b	21,90 a	108,09 a	48,20 a	1.467,12 b
C.V. (%)	10,92	21,64	12,15	8,41	9,09
D.M.S.	0,096	2,947	7,831	2,426	82,198

* Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Autores, (2016).

Considerando-se o sistema com limitação hídrica, é provável que a maior competição tenha sido por água, uma vez que durante todo o período experimental não houve precipitação e que nos dois meses anteriores ao plantio (junho e julho) houve precipitação acumulada de apenas 14 mm. Assim, a disponibilidade hídrica existente no solo se deveu apenas à irrigação suplementar e à capacidade da barragem subterrânea em acumular água. Diferenças na altura de plantas em cultivos solteiro e consorciado também foram observadas por [10] em região semiárida da Etiópia. Contudo, [11] avaliando a cultivar Catissol, não verificou diferenças em altura entre as plantas consorciadas com o feijão-caupi e àquelas cultivadas em solteiro.

As análises de diâmetro do caule, diâmetro do capítulo e biomassa de 1.000 grãos não demonstraram diferenças entre os dois sistemas de cultivo. O diâmetro médio do caule das plantas de girassol foi de 23,3 mm.

Em relação ao diâmetro do capítulo, verificou-se média de 110,30 mm, assemelhando-se ao resultado encontrado por [12], que ao estudarem a cultivar H251 cultivada sem irrigação, observaram diâmetro médio do capítulo das plantas de 122,0 mm. Para [13], avaliando esta mesma cultivar, encontraram

valor médio de diâmetro do capítulo um pouco maior (174,65 mm). O diâmetro do capítulo é uma característica importante na avaliação do girassol, pois nele são encontradas as flores que darão origem aos futuros grãos. De acordo com [14], cada capítulo apresenta em média de 6 até 50 cm de diâmetro, sendo comumente encontrado um número de 800 a 1.700 flores por capítulo.

A biomassa de 1.000 grãos também não diferiu entre os tratamentos. Os valores apresentados são maiores do que o encontrado por [2] para a cultivar H251 que foi de 35,61g.

A produtividade do sistema de solteiro foi superior ao sistema de consórcio. As diferenças, assim como a diferença em altura de plantas, podem estar relacionadas à competição pelos fatores essenciais para o desenvolvimento da planta. Os resultados corroboram com [11] que também constataram que o sistema de consorciação casou reduções na produtividade do girassol e feijão caupi em comparação ao monocultivo.

Tanto a produtividade do girassol cultivado solteiro, quanto do girassol cultivado consorciado foram inferiores à produtividade alcançada por [2] que notaram produtividade média de 1.924,27 kg ha⁻¹ em sistema de sequeiro e de 2.863,12 kg ha⁻¹ em condições irrigadas utilizando-se lâmina de 522,14

mm. Contudo, as produtividades alcançadas são superiores à média nacional para a cultura do girassol que atualmente é estimada em 1.250 kg ha⁻¹ [15], devendo-se enfatizar o fato de que o cultivo em barragem subterrânea utilizando apenas irrigação suplementar é um diferencial, pois a barragem auxilia na manutenção da umidade.

Esse resultado reforça as informações de [16] sobre o bom rendimento do girassol em disponibilidades hídricas de 400 a 500 mm bem distribuídas durante o ciclo da cultura, o que também estaria em consonância com as informações sobre a evapotranspiração da cultura, uma vez que [17], informam que a evapotranspiração total da cultura (ETc) do girassol é de 442 mm com ciclo de 90 dias, valor médio diário de 4,9 mm e valor máximo chegando a 8,18 mm, obtido na fase de floração.

O consórcio do girassol com feijão-caupi é apontado como vantajoso em alguns estudos. Em trabalho realizado por [18], em região semiárida, avaliou-se o desempenho produtivo de cultivares de girassol nesta região, quando cultivadas em monocultivo e em consórcio com feijão, observou-se que a cultivar H251, entre outras, alcançou rendimento acima da média geral e pode ser indicada para o cultivo de girassol na região semiárida do Nordeste baiano, tanto para o monocultivo, como para o consórcio com o feijão.

Os resultados de produtividade ora encontrados são semelhantes a outros estudos desenvolvidos na região semiárida. [19], avaliando cultivares de girassol no Nordeste brasileiro, verificaram que no ano de 2008, o rendimento médio de grãos de algumas cultivares variaram de 1.415 kg ha⁻¹ a 1.931 kg ha⁻¹ com média geral de 1.633 kg ha⁻¹. Para [20] avaliaram as potencialidades do girassol para cultivo no Semiárido nordestino e chegaram à conclusão de que o bom desempenho que o girassol vem apresentando nessas condições, até então, faz com que o mesmo seja mais uma alternativa de exploração comercial, principalmente para a agricultura familiar, estes autores observaram rendimentos médios de grãos das cultivares entre 1.532 kg ha⁻¹ e 2.791 kg ha⁻¹, com média geral superior a 2.100 kg ha⁻¹, evidenciando o alto potencial para a produtividade do conjunto avaliado [21].

V. CONCLUSÃO

O cultivo do girassol consorciado com o feijão-caupi, em barragem subterrânea, com irrigação suplementar, apresenta produtividade inferior ao monocultivo do girassol.

VI. REFERÊNCIAS

- [1] Moura, M. S. B.; Galvêncio, J. D.; Brito, L. T. L.; Souza, L. S. B.; Sá, I. I. S.; Silva, T. G. F. Clima e água de chuva no Semi-Árido. In: Brito, L. T. L.; Moura, M. S. B.; Gama, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. cap. 2, p. 37-59.
- [2] Silva, M.L.O.; Faria, M.A.; Morais, A.R.; Andrade, G.P.; Lima, E.M.C. **Crescimento e produtividade do girassol cultivado na entressafra com diferentes lâminas de água**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.11, n.5, p.482 – 488, 2007.
- [3] Santos, M. O.; Freitas, I. M. de; Brito, L. T. de L.; Anjos, J. B. dos. **Barragem subterrânea: água para uso na agricultura**. Niterói: Programa Rio Rural, 2009. 13 p. il. (Programa Rio Rural. Manual Técnico, 17).
- [4] Porto, W.S.; Carvalho, C.G.P.; Pinto, R.J.B. **Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genótipos de girassol**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.42, n.4, p.491-499, abr. 2007.
- [5] Mourad, A. L. **Principais culturas para obtenção de óleos vegetais combustíveis no Brasil**. In: Encontro de energia no meio rural, 6. 2006, campinas. **Anais...** disponível em <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022006000200029&lng=en&nrm=abn>. Acessado em 17 de setembro de 2016.
- [6] Thomaz, G. L. Zagonel, J.; Colasante, L. O.; Nogueira, R. R. **Produção do girassol e teor de óleo nas sementes em diferentes épocas de semeadura no Centro-Sul do Paraná**. Ciência Rural, v. 42, n. 2, p. 203-208, 2012.
- [7] Souza, W. L.; Ferrari, R. A.; Scabio, A.; Barcaro, P. **Biodiesel de óleo de girassol e etanol**. Biomassa & Energia, v.2, n.1, p.1-5, 2005.
- [8] EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROFLESTAL. **Atividades do Girassol**. 2007.
- [9] Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1.039-1.042, 2011.
- [10] Bayu, W.; Addison, M.; tadesse, B.; Admassu, L. **Intercropping Tef and sunflower in semi-arid areas of Welo, Ethiopia**. Tropical Science, v. 47, p. 16-21, 2007.
- [11] Vale, E. H.; Pinto, C. M.; Sizenando Filho, F. A.; PITOMBEIRA, J. B. **Comportamento do girassol e feijão caupi consorciados em série de substituição**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.6, n.2, p. 69-74, 2011.
- [12] Silva, M. R.; Ungaro, M. R. G.; Ramos, N. P.; Aguiar, R. H. **Cultivo de girassol em Lucianópolis – Estudo de caso In: Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol**, 16, e Simpósio Nacional sobre a Cultura do Girassol, 4, 2005, Londrina. Anais... Londrina: Embrapa Soja, 2005. p.68-70.
- [13] JONER, G.; METZ, P. A.; ARBOITTE, M. Z.; PIZZUTI, L. A. D., BRONDANI, I. L.; RESTLE, J. Aspectos agrônômicos e produtivos dos híbridos de girassol (*Helianthus annuus* L.) Helio 251 e Helio 360. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.12, n.2, p. 266-273, 2011.
- [14] ACOSTA, J. F. **Consumo hídrico da cultura do girassol irrigada na região da Chapada do Apodi – RN**. 2009. 73p. Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.

[15] CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira - grãos**. Disponível em <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_09_09_15_18_32_boletim_12_setembro.pdf>. Acessado em 19 de setembro de 2016 (v.3, safra 2015/16, n. 12).

[16] Castro, C.; Farias, J. R. B. **Ecofisiologia do girassol**. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 163-218.

[17] Cavalcante Junior, E. G. **Produção e necessidade hídrica da cultura do girassol irrigado na chapada do Apodi**. 2011. 61f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2011.

[18] Junior, J. A. S.; Ghevi, H. R.; da Silva Dias, N.; Soares, F. A. L., & Nobre, R. G. (2011). **Doses de boro e água residuária na produção do girassol**. Revista Ciência Agronômica, 42(4), 857-864.

[19] W. L.; Oliveira, I. R.; Carvalho, C. G. P.; Lira, M. A.; Ferreira, F. M. B.; Tabosa, J. N.; Macedo, J. J. G.; Oliveira, E. A. S.; Feitosa, L. F.; Rodrigues, C. S.; Melo, K. E. O.; Menezes, A. F.; Santos, M. L. **Avaliação de cultivares de girassol no Nordeste brasileiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010. 7p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado Técnico, 106).

[20] Lira, M. A.; Carvalho, H. W. L.; Chagas, M. C. M.; Bristot, G.; Dantas, J. A.; Lima, J. M. P. **Avaliação das potencialidades da cultura do girassol, como alternativa de cultivo no semiárido nordestino**. Natal: EMPARN, 2011. 40 p. (EMPARN. Documentos, 40).

[21] Silva, M. S. L.; Mendonça, C. E. S.; Anjos, J. B.; Honório, A. P. M.; Silva, A. S.; Brito, L. T. L. Barragem Subterrânea: água para produção de alimentos. In: Brito, L. T. L.; Moura, M. S. B.; Gama, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. cap. 6, p. 121-137.



Rain water utilization potential in Santarém-Pará

Larissa Lima Rodrigues¹; Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes²; Beatriz Oliveira Leite de Sá³; Jairo Lima Martins⁴; Thomaz Bentes Celso⁵

^{1,2,3,4,5}Universidade Federal do Pará (UFPA). Cidade Universitária. Campus Guamá. Belém-PA.

Email: larissa_llr@hotmail.com, rlmendes@yahoo.com.br, bea3leite@gmail.com, l64jairo@hotmail.com, thomazbcelso@gmail.com

Received: March 10th, 2017

Accepted: April 28th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

Despite the large volumes of water that compose the water resources in the Amazon, there is still the difficulty of obtaining safe water for human consumption. In Santarém, only 45,34% of the population has access to treated water (Instituto Trata Brasil, 2016). In this scenario, some alternatives to water supply need to be evaluated, the rainwater is one of them. Thus, this paper presents a study of the potential for potable water savings in homes in the municipality of Santarém in Pará. For this were applied the methods proposed by Ghisi and Flowers, in which the relationship between rainfall, water demand and roof area for determining the potential of rainwater use in the studied municipality. The results indicate that the potential for potable water savings ranging between 10 and 100%. The main conclusion of this research is that rainwater is a viable alternative to add to the conventional water supply. And that with the use of this feature, there would be significant savings in drinking water and consequently the preservation of water resources in the Amazon.

Keywords: Entrepreneurship, Micro and Small Business, Innovation, Local Innovation Agents.

Potencial de aproveitamento de água de chuva em Santarém - Pará

RESUMO

Apesar dos grandes volumes de água que compõem os recursos hídricos na Amazônia, ainda se enfrenta a dificuldade de obter água segura para consumo humano. Em Santarém, apenas 45,34% da população tem acesso a água tratada. Diante desse cenário, algumas alternativas para o abastecimento de água precisam ser avaliadas, a água da chuva é uma delas. Sendo assim, o presente trabalho apresenta um estudo do potencial de economia de água potável, nos domicílios da área urbana de Santarém no Pará. Para isto foram aplicados os métodos propostos por Ghisi e por Flores, nos quais a relação entre precipitação pluviométrica, demanda por água e área de telhado permitem determinar o potencial de aproveitamento de água de chuva na cidade estudada. Os resultados indicam que o potencial de economia de água potável varia entre 10 e 100%. No período mais chuvoso, a água de chuva pode suprir 100% da demanda da população em 86,1% das possibilidades estudadas. Isto revela a abundância desse recurso na região amazônica e o quanto seu uso pode evitar o desperdício de água potável para fins não nobres e consequentemente ampliar o atendimento. A principal conclusão desta pesquisa é que, a água de chuva é uma alternativa viável para se somar ao abastecimento de água convencional. E que, com o uso desse recurso, haveria significativa economia de água potável e, consequentemente, a preservação dos recursos hídricos na Amazônia.

Palavras Chaves: Potencial de água de Chuva, Abastecimento de água, Água de Chuva, Recursos Hídricos.

I. INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial para a promoção do desenvolvimento e da qualidade de vida, porém nos últimos anos o acelerado crescimento populacional e a crescente industrialização

têm aumentado o consumo de água, acarretando graves pressões aos recursos hídricos [1].

O aproveitamento de água de chuva para abastecimento de populações humanas ocorre regularmente em vários países, como a Austrália, Alemanha, Japão e Estados Unidos [2]. Mais

recentemente o Brasil se dá conta de seu enorme potencial, revelado especialmente no Semiárido brasileiro por meio do programa 1 milhão de cisternas (PIMC) [3].

Com base no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento[4] estima-se que cerca de 10 milhões de pessoas ainda não são atendidas por sistemas de abastecimento de água na Amazônia Legal. O déficit alcança cerca de 5 milhões de pessoas nas áreas rurais e 5 milhões nas áreas urbanas da Região.

Na tentativa de firmar a ideia de abastecimento por meio de água da chuva, estão em curso vários estudos sobre o potencial de aproveitamento deste recurso. [5] realizou estudos no estado de Santa Catarina que revelam grande potencial do aproveitamento de água da chuva como fonte de abastecimento. Sendo que Santa Catarina tem pluviosidades anuais muito menores que os estados amazônicos e de maior densidade demográfica.

[7] realizaram estudos na porção Ocidental da Amazônia seguindo o mesmo método de [5], em que foram estudadas 40 cidades nos estados do Amazonas, Rondônia, Acre e Roraima. Os resultados foram satisfatórios. No Pará, [6] empregaram método similar, com incremento de uma investigação mais detalhada localmente, e também demonstraram potencial positivo de uso.

Santarém, localizada no centro da Amazônia, no estado Pará, aparece no Ranking do Saneamento desenvolvido pelo Instituto Trata Brasil com um déficit de abastecimento de água é de 55,6%. O instituto utiliza os dados levantados pelo SNIS sobre cobertura dos serviços de saneamento.

Assim, o objetivo deste trabalho é estudar o potencial de aproveitamento de água de chuva da área urbana do município de Santarém, com vistas a apoiar a universalização do abastecimento de água.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste estudo foram empregados os métodos usados por [5] e [6]. Ambos os métodos empregam três parâmetros na determinação do potencial de aproveitamento de água da chuva: precipitação pluviométrica, demanda do consumo de água e infraestrutura de captação (área de captação), a saber:

II.1 PLUVIOSIDADE

A precipitação foi determinada a partir de dados fornecidos pela [8], através do sistema HidroWeb. São dados de precipitação diária, presentes em séries históricas de mais de 30 anos. A partir destas séries foram encontradas as normais climatológicas locais para o município de Santarém.

II.2 DEMANDA

A demanda por água foi obtida por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e é expressa em litros/pessoa/dia.

II.3 ÁREA DE CAPTAÇÃO

Para a obtenção deste parâmetro os métodos de [6][7] diferem. O primeiro usa dados secundários do [9], enquanto que o segundo levanta dados diretos, por meio de uma amostragem estatística, a saber:

II.4 ÁREA DE CAPTAÇÃO EM [6]:

Para determinar a área de captação disponível na área urbana do município de Santarém pelo método de [6], foram

utilizados dados secundários, fornecidos pelo [9]. Estes dados permitiram estimar as áreas dos telhados usando a seguinte equação:

$$RA = H.85 + F.PD.3,73 \quad (1)$$

Onde,

RA: área média ponderada;

H: % de casas existentes no município;

F: % de apartamentos existentes no município;

PD: nº da população local / nº de domicílios

II.5 ÁREA DE CAPTAÇÃO EM [6]:

Para determinar a área de captação disponível na área urbana de Santarém pelo método de [6], foram utilizadas imagens do município, disponibilizadas na plataforma Google Earth. Esta plataforma deu suporte a medição das áreas de uma amostra de telhados (Figura 1). Estes telhados foram medidos aleatoriamente com uma amostra estratificada, com amostra igual a 1064 de um total de 70037 de domicílios, com margem de erro de 3% e nível de confiança de 95%.

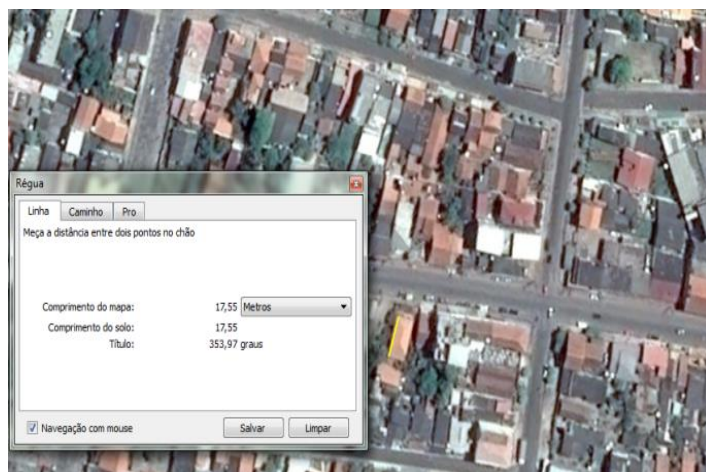


Figura 1: Imagem do Google Earth usada na obtenção de áreas de telhados.

Fonte: [5].

II.6 POTENCIAL DE APROVEITAMENTO

- Seguindo o método de [6]: Para o cálculo do volume de água possível de ser captado e o quanto o mesmo é capaz de suprir as demandas locais, utiliza-se a seguinte equação:

$$POT = \frac{\text{Volume de captação}}{\text{demanda}} \times 100 (\%) \quad (2)$$

O resultado obtido, expresso em porcentagem, representa o quanto a água de chuva é capaz de suprir o abastecimento convencional em cada mês.

- Seguindo o Método de [7]: O potencial é calculado para as variadas áreas de telhado presentes na amostra e para diferentes números de pessoas por domicílio com suas respectivas demandas. Para o cálculo são consideradas as situações mais desfavoráveis, ou seja, menor área do intervalo e menor índice de pluviosidade do período. Para os cálculos são consideradas demandas domiciliares que podem variar de 1 a 8 pessoas. No final é gerada uma tabela, onde são destacados os casos com potencial atinge 100% em azul [8].

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diante dos métodos empregados, são apresentados a seguir: demanda por água, áreas de captação, volume de precipitação e potencial de economia de água potável para a área urbana de Santarém. Para a obtenção da demanda usa-se o número de pessoas por domicílio e o consumo per capita. Segundo o [9] existem 4,2 pessoas por domicílio. Para [10], o consumo per capita de Santarém é 200 litros/pessoa/dia. Assim, o consumo de água obtido foi de 21.504.340 m³/ano (Tabela 1).

Tabela 1: Consumo de Água em Santarém-PA

Santarém	População	Consumo per Capta (l/hab.dia)	Volume anual (m ³)
	294.580	200	21.504.340

Fonte: Autores, (2016).

III.2 ÁREA DE CAPTAÇÃO (PELO MÉTODO DE [6]).

O método sugere a diferenciação entre casas e apartamentos, que para a região Norte são usados dados apresentados por [6], que indicam o percentual de 2 % e apartamentos. A área total de telhados é 5.856.175,60 m² (Tabela 2).

Tabela 2: Cálculo da Área Total de Telhados

Santarém	População	Domicílios	% Aptos	% Casas	P/D	RA	Área Total (m ²)
	294.580	70.037	2%	98%	4,2	83,62	5.856.175,60

Fonte: Autores, (2016).

A área de telhado foi obtida através do produto de RA (Área média ponderada de Telhados) e nº de Domicílios.

III.3 VOLUME DE PRECIPITAÇÃO

Os valores expressos na figura 2, que variam entre 31,2 e 436,5, representam a média de chuvas para os meses dos anos observados de 1968 a 2015, na estação de código 254000.

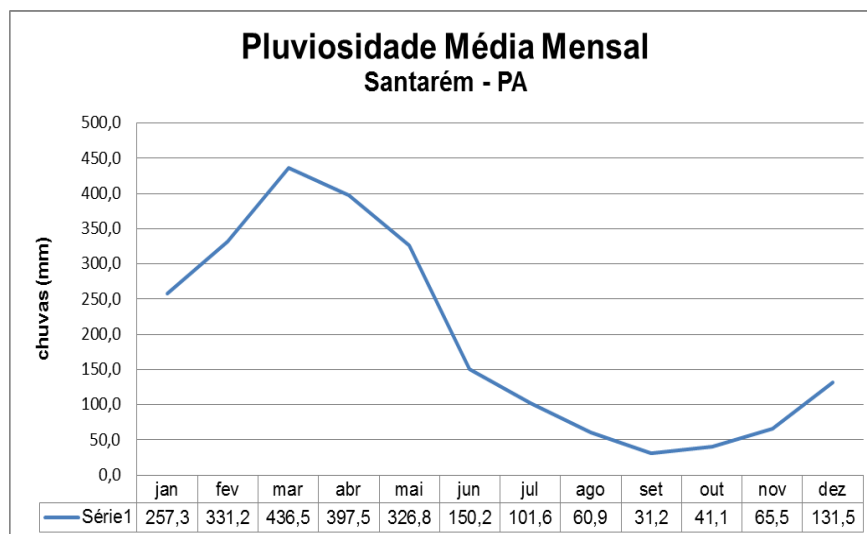


Figura 2: Pluviosidade em Santarém-PA (médias mensais de 1968a 2015).

Fonte: Autores, (2016).

III.4 POTENCIAL DE APROVEITAMENTO

Pelo método de [6] foi possível determinar o potencial de aproveitamento para todos os meses. Os valores estão expressos na Tabela 3, sendo que os meses de fevereiro à maio possuem o potencial de atender a toda a população de urbana de Santarém; já o mês de setembro possui o menor potencial (10%).

Tabela 3: Cálculo do Potencial (Método [6]):

Mês	Precipitação (mm/mês)	nº de domicílios	Área média de telhado	Volume total captado (m ³ /mês)	Demanda (m ³ /mês)	Potencial (%)
JAN	257	70037	83,62	1506911,2	1767480	85
FEV	331	70037	83,62	1939956,6	1767480	100
MAR	436	70037	83,62	2556181,2	1767480	100
ABR	397	70037	83,62	2327722,1	1767480	100
MAI	327	70037	83,62	1914117,6	1767480	100
JUN	150	70037	83,62	879477,1	1767480	50
JUL	102	70037	83,62	595251,6	1767480	34
AGO	61	70037	83,62	356611,7	1767480	20
SET	31	70037	83,62	183003,2	1767480	10
OUT	41	70037	83,62	240445,7	1767480	14
NOV	66	70037	83,62	383650,2	1767480	22
DEZ	131	70037	83,62	769950,7	1767480	44

Fonte: Autores, (2016).

Pelo método [7], o resultado obtido é uma tabela que relaciona os valores de área de telhado ao número de pessoas por domicílio e sua respectiva demanda por água. Para se garantir a máxima segurança, o cálculo sempre usa os valores mais desfavoráveis: menor área de telhados do respectivo intervalo e menor índice pluviométrico do período.

A Tabela 4 apresenta a quantidade de telhados em cada faixa de área de telhado de Santarém. As células brancas representam os casos em que a demanda é parcialmente atendida. As células preenchidas de cor azul representam os casos em que a demanda é 100% atendida. Os resultados demonstram que, para domicílios com 4 moradores e telhados com áreas iguais ou maiores que 100 m², a água de chuva é capaz de suprir 100% da demanda familiar nos períodos mais chuvosos (meses de janeiro a maio). Já no período menos chuvoso, o atendimento é bem menor.

Tabela 4: Cálculo do Potencial (Método [7]):

Área de telhado (m ²)	Menor área do intervalo	Quant. de telhados	Jan. a Mai (índice de pluviosidade: 257 – 436 mm, considerando 257 mm)								Jun. a Dez. (índice de pluviosidade: 31 – 150 mm, considerando 31 mm)							
			Número de moradores no domicílio/Demanda familiar								Número de moradores no domicílio/Demanda Familiar							
			1	2	3	4	5	6	7	8 ou mais	1	2	3	4	5	6	7	8 ou mais
≥40<70	43	28	368	368	368	368	368	368	368	368	44	44	44	44	44	44	44	
≥70<100	72	175	617	617	617	617	617	617	617	617	74	74	74	74	74	74	74	
≥100<130	100	284	857	857	857	857	857	857	857	857	103	10	10	10	103	103	103	
≥130<160	130	219	111	111	111	111	111	111	111	111	134	13	13	13	134	134	134	
≥160<190	166	143	142	142	142	142	142	142	142	142	172	17	17	17	172	172	172	
≥190<220	190	74	162	162	162	162	162	162	162	162	196	19	19	19	196	196	196	
≥220<250	222	43	190	190	190	190	190	190	190	190	229	22	22	22	229	229	229	
≥250<280	250	26	214	214	214	214	214	214	214	214	258	25	25	25	258	258	258	
≥280<310	280	13	239	239	239	239	239	239	239	239	289	28	28	28	289	289	289	
≥310<340	310	6	265	265	265	265	265	265	265	265	320	32	32	32	320	320	320	
≥340<370	340	11	291	291	291	291	291	291	291	291	351	35	35	35	351	351	351	
≥370<400	370	10	317	317	317	317	317	317	317	317	382	38	38	38	382	382	382	
≥400<430	400	5	342	342	342	342	342	342	342	342	413	41	41	41	413	413	413	
≥430<460	430	6	368	368	368	368	368	368	368	368	444	44	44	44	444	444	444	
≥460<490	460	3	394	394	394	394	394	394	394	394	475	47	47	47	475	475	475	
≥490<520	490	3	419	419	419	419	419	419	419	419	506	50	50	50	506	506	506	
≥520<650	520	9	445	445	445	445	445	445	445	445	537	53	53	53	537	537	537	
≥650	650	6	556	556	556	556	556	556	556	556	672	67	67	67	672	672	672	

Fonte: Autores, (2016).

De uma forma geral, no período mais chuvoso, 86,1% das situações de moradia possíveis da área urbana de Santarém podem ser atendidas plenamente por água de chuva. No período menos chuvoso a situação se inverte, 13,2% das edificações podem ser plenamente atendidas.

IV. CONCLUSÕES

Diante dos resultados deste estudo, é possível concluir que a água de chuva é uma alternativa satisfatória ao abastecimento de água na área urbana de Santarém, especialmente nos meses mais chuvosos, podendo suprir 100% da demanda da população em 86,1% das possibilidades. Isto revela a abundância desse recurso

na região amazônica e o quanto seu uso pode evitar o desperdício de água potável para fins não nobres e consequentemente ampliar o atendimento.

V. REFERÊNCIAS

- [1] UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Global Environment Outlook 3: past, present and future perspectives**. Earthscan, United Kingdom, 2002.
- [2] Tomaz, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. São Paulo: Navegar, 2003, 180p.

[3] ARTICULAÇÃO NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO – ASA. **Ajudando a construir uma história de convivência a partir da captação e manejo da água de chuva**, 2015.

[4] SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. **Diagnóstico dos serviços de água e esgoto 2015**. Disponível em <<http://www.snis.gov.br>>. Acessado em Julho de 2016.

[5] Google.com.br. **Maps**. 2016.

[6] Ghisi, E.; Montibeller, A.; Schmidt, R.W. 2006. **Potential for potable water savings by using rainwater: an analysis over 62 cities in southern Brazil**. *Building and Environment*, 41(2): 204-210.

[7] Flores, R. A; Mendes, R, L; Oliveira, D. R; Costa, T. C; Veloso, N. S. 2012. **Potencial de captação de água da chuva para abastecimento o caso da cidade de Belém (PA, Brasil)**. Estudos tecnológicos - Vol. 2, nº 1: 68-80 (jul/dez. 2012).

[8] Lima, J. A.; Dambros, M. V. R.; Antonio de, M. A. P. M.; Jansen, J. G; Marchetto, M. 2011. **Potencial da economia de água potável pelo uso de água pluvial: análise de 40 cidades da Amazônia**. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 16(3): 291-298.

[9] AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Sistema de Informações Hidrológicas**. 2015. Disponível em <<http://hifroweb.ana.gov.br>>. Acessado em fevereiro de 2015.

[10] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. 2015. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>> Acessado em Julho de 2016.



Application of the MATLAB Computational Tool for the Problem of the Economic Dispatch of Electric Energy using Genetic Algorithm: Case Study

Adriano Lima Pedrosa¹, Nadime Mustafá Moraes², Jorge Laureano Moya Rodriguez³, Manoel Henrique Reis do Nascimento⁴, Silas Farias Fernandes Filho⁵

^{1,5}Aluno do Projeto de Produtividade da Universidade do Estado do Amazonas (UEA).

²Orientadora do Projeto de Produtividade da Universidade do Estado do Amazonas (UEA).

³Co-orientador do Projeto de Produtividade da Universidade do Estado do Amazonas (UEA).

⁴Professor do Centro Universitário do Norte (UNINORTE).

E-mail: adrianolp01@gmail.com, mustafnadime@gmail.com, jorgemoyar@gmail.com

Received: January 13th, 2017

Accepted: May 24th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

Nowadays, the Brazilian electric sector still has a vast complication in the generation of energy, It has been impacted by some changes that strongly influence this distribution in the energy sector. The economic load dispatch (ELD) comes to assist and supply the demand of the sector in front of some factors that directly interfere in the decentralization of this generation, in the independent production of the concessionaires and in the intensive use of alternative energy sources.

The objective of the economic load dispatch (ELD) is to decide the power generated by each one of the motors of a thermal plant ensuring that the total cost of the fuel is minimum. At the same time is necessary to guarantee that the total demand and losses at any instant must be equal to the total generation or power supplied by the plant. This paper presents a mathematical model and its solution using the MATLAB optimization toolbox, specifically the genetic algorithms, to solve the ELD problem. In addition, a case study is presented for 10 generating units considering the power losses and the restrictions of the generators, and turning off the less efficient generators.

Keywords: Electric sector, economic dispatch, MATLAB, genetic algorithm.

Aplicação da Ferramenta Computacional MATLAB para o Problema do Despacho Econômico de Energia Elétrica usando Algoritmo Genético: Estudo de caso

RESUMO

Atualmente, o setor elétrico brasileiro ainda possui uma vasta complicação na geração de energia, tem sido impactado por algumas mudanças que influenciam fortemente essa distribuição no setor energético. O despacho econômico (ELD) vem auxiliar e suprir a demanda do setor frente alguns fatores que interferem diretamente na descentralização dessa geração, na produção independente das concessionárias e no uso intensivo de fontes alternativas. O objetivo do despacho econômico (ELD) é decidir potência gerada por todos e cada um dos motores de uma usina térmica garantindo que o custo total do combustível seja mínimo e, ao mesmo tempo, a demanda e as perdas totais em qualquer instante deve ser igual à geração total ou potência fornecida pela usina. Este artigo apresenta um modelo matemático e a solução usando o toolbox de otimização do MATLAB, especificamente os algoritmos genéticos, para resolver o problema ELD. Além disso é apresentado um estudo de caso para 10 unidades geradoras considerando as perdas de potência e as restrições dos geradores, e desligando os geradores menos eficientes.

Palavras Chaves: setor elétrico, despacho econômico, MATLAB, algoritmo genético.

I. INTRODUÇÃO

No cenário mundial os desenvolvimentos dos sistemas de energia elétrica representam fundamentalmente a prospecção de

novos rumos e planejamentos na área. Em virtude da desregulamentação do setor elétrico brasileiro, problemas recorrentes surgiram ao longo dos tempos quanto suas operacionalidades, provenientes de situações técnicas, ambientais,

sociais e econômicas. O surgimento de termoeletricas foi fundamental para atender estrategicamente com vantagens peculiares a demanda de energia de forma contínua, principalmente ao que se refere ao retorno dos capitais iniciais investidos em curto espaço de tempo, além da diversificação da matriz energética. Ademais, é fundamental destacar as desvantagens desse negócio, pois os custos são elevados na produção de energia.

II. REVISÃO DA LITERATURA

II.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

O planejamento e operação adequados de um sistema de energia elétrica representam um compromisso entre a minimização dos custos de investimentos e operação e o atendimento a padrões de qualidade da energia final entregue ao consumidor, previamente estabelecidos [1].

Nessa perspectiva de complexidade dos setores envolvidos, sempre encontramos falhas na capacidade de distribuição e demais fatores que apontam e propiciam um estudo colaborativo na produção dessa energia a custos menos elevados e por isso há uma crescente real necessidade de expansão para suprir projetos futuros nesse sentido. Os principais fatores que colaboram para um aumento substancial ao não atendimento das reais necessidades no presente contexto referem-se à deficiência de demanda não atendida em sua completude por parte dos setores.

II.2 DESPACHO ECONÔMICO

Os custos do combustível e da eficiência da estação de energia determinam os custos operacionais de produção de energia elétrica. Assim, o problema de despacho econômico (DE) tornou-se uma tarefa muito importante na operação e planejamento de sistemas de energia. Seu principal objetivo é otimizar a geração de eletricidade a partir das unidades disponíveis, de modo que o custo total de geração é minimizado enquanto as restrições consideradas pelo sistema são satisfeitas [2].

O DE tem como meta estabelecer a alocação ótima da demanda de energia para as unidades geradoras de uma usina termoeletrica, de tal forma que satisfaça os limites operacionais desse sistema com um custo mínimo possível portanto o objetivo básico do problema de DE dos sistemas de energia elétrica (SEE) é minimizar o custo de combustível utilizado na geração de eletricidade [3].

Matematicamente o tipo de problema DE, abordado neste artigo, pode ser descrito como uma função objetivo e duas restrições. As restrições representadas pelas equações (1) e (2) devem ser satisfeitas,

$$\sum_{i=1}^n P_i - P_L - P_D = 0 \quad (1)$$

$$P_i^{\min} \leq P_i \leq P_i^{\max} \quad (2)$$

A equação (1) representa as restrições de igualdade do balanço de potência (isto é, balanço entre suprimento e demanda), enquanto a expressão (2) representa as restrições de desigualdade relativas aos limites da capacidade de geração de potência de cada unidade geradora, onde P_i é a saída para a unidade geradora i (em MW); n é o número de geradores presente no sistema; P_D é a

demanda de carga total (em MW); P_L são as perdas de transmissão (em MW) e P_i^{\min} e P_i^{\max} são respectivamente as saídas de operação mínimas e máximas da unidade geradora i (em MW). O custo total de combustível deve ser minimizado conforme representado na equação (3),

$$\min f = \sum_{i=1}^n F_i(P_i) \quad (3)$$

onde F_i é a função custo de combustível para a unidade geradora i (em \$/h), que é definida pela equação,

$$F_i(P_i) = a_i P_i^2 + b_i P_i + c_i \quad (4)$$

onde a_i , b_i e c_i são coeficientes de custo do gerador i .

Ao longo dos últimos anos, têm sido propostos vários métodos para solucionar o problema de ED. Eles podem ser divididos em três grupos principais: Clássico, baseado em Inteligência Artificial (AI) e Métodos Híbridos [2].

II.3 ALGORITMOS GENÉTICOS

Os algoritmos genéticos (AG), criado por Holland, são uma classe particular de algoritmos evolutivos que usam técnicas inspiradas pela biologia evolutiva [4].

Tentativas de pesquisadores de todo o mundo, para superar as limitações da programação matemática convencional, são conduzidas para introduzir algoritmos meta-heurísticos como algoritmo genético (AG), recozimento simulado (SA), programação evolucionária (EP) e método hierárquico e outros, que demonstraram ser muito eficientes na resolução de problemas complexos do sistema elétrico de potência, contudo, estes métodos heurísticos não garantem sempre a solução globalmente ideal [5].

A partir da década de 50, métodos heurísticos foram propostos para simular fenômenos biológicos, entre estes, os Algoritmos Genéticos (AG's). Este método se baseia no processo de seleção natural e evolução das espécies. Na analogia matemática, os indivíduos da população são os pontos de partida ou soluções iniciais. É importante destacar, que os AG's trabalham sempre com um conjunto de indivíduos. A determinação do número de indivíduos é um parâmetro que deve ser ajustado para cada caso e não existe um parâmetro ótimo, porém, há como se determinar uma faixa de trabalho [6].

Os operadores básicos dos AG's são a criação da população inicial aleatoriamente, o cruzamento, a mutação e a seleção. Inicialmente, a população inicial possui indivíduos de características boas e ruins, devido ao processo de criação que é aleatório. Estas características podem ser trocadas com outros indivíduos da população e transmitidas para as gerações posteriores através do operador cruzamento.

No operador mutação, os indivíduos são "modificados" na tentativa de torná-los mais aptos a permanecerem nas próximas gerações. Na analogia matemática, a aptidão está relacionada à função objetivo. No operador seleção, os indivíduos mais aptos serão escolhidos para fazerem parte das gerações posteriores [7].

II.4 MATLAB OU SCILAB

O Scilab (Scientific Laboratory) é um ambiente gráfico para cálculo científico disponível gratuitamente desde 1994 e desenvolvido em 1990 por pesquisadores do “Institut Nationale de Rechercheen Informatique ET em Antomatique – (INRIA)” e “École Nationale des Ponts et Chaussée – (ENPC)” na França [8] e [9].

Tem sido amplamente utilizado em muitas Universidades e empresas ao redor do mundo para processamento de imagem, computação, modelagem, oferecendo habilidade na construção de programas voltados para as diversas áreas do conhecimento científico.

MATLAB é uma linguagem de alto desempenho para computação técnica. Ele integra computação, visualização e programação em um ambiente fácil de usar onde os problemas e soluções são expressos em notação matemática familiar. Os usos típicos incluem:

- ✓ Matemática e computação
- ✓ Desenvolvimento de Algoritmos
- ✓ Modelagem, simulação e prototipagem
- ✓ Análise, exploração e visualização de dados
- ✓ Gráficos científicos e de engenharia
- ✓ Desenvolvimento de aplicativos, incluindo criação de interfaces gráficas de usuário

MATLAB é um sistema interativo cujo elemento de dados básico é um array que não requer dimensionamento. Isso permite que muitos problemas de computação técnica sejam resolvidos facilmente, especialmente aqueles com formulações de matriz e vetor, em uma fração do tempo que levaria para escrever um programa em uma linguagem escalar não-interativa como C ou Fortran.

O nome MATLAB significa laboratório matricial. MATLAB foi escrito originalmente para fornecer acesso fácil ao software matricial desenvolvido pelos projetos LINPACK e EISPACK, que juntos representam o estado da arte em software para computação matricial [10].

MATLAB evoluiu ao longo de um período de anos com a entrada de muitos usuários. Em ambientes universitários, é a ferramenta de instrução padrão para cursos introdutórios e avançados em matemática, engenharia e ciência. Na indústria, MATLAB é a ferramenta de escolha para pesquisa, desenvolvimento e análise de alta produtividade [11]. O MATLAB possui uma família de soluções específicas de aplicativos, chamadas caixas de ferramentas. Muito importante para a maioria dos usuários do MATLAB, toolboxes permitem que você aprenda e aplique tecnologia especializada. As caixas de ferramentas são coleções abrangentes de funções MATLAB (M-files) que estendem o ambiente MATLAB para resolver classes particulares de problemas. Áreas nas quais as caixas de ferramentas estão disponíveis incluem processamento de sinais, sistemas de controle, redes neurais, lógica fuzzy, wavelets, simulação e muitos outros [12].

O Matlab e o Scilab são excelentes ferramentas de suporte para as linhas de pesquisa onde o uso de computadores na resolução numérica de problemas é intensivo [13].

O Scilab atende à maioria das necessidades dos cursos de matemática e de seus alunos, porém o Matlab, como era de se esperar (há uma razão para ele ser pago!), é mais eficiente,

abrangente, tem recursos para cálculos mais avançados e também é mais conhecido no meio matemático e das engenharias [14][15].

III. MATERIAIS E MÉTODOS

III.1 FONTE E COLETA DE DADOS

A fonte e coleta de dados serão de uma usina do Polo Industrial de Manaus, serão realizadas simulações em ambiente MATLAB utilizando um sistema de teste com 10 geradores, o sistema teste será resolvido pelo Algoritmo Genético e os resultados mostrarão sua eficiência através das simulações para alocação do ótimo no despacho econômico.

III.2 APRESENTAÇÃO DOS DADOS COLETADOS COM RESPECTIVA FONTE

A Planta de referência selecionada para o estudo de caso é composta de 10 motores, como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1: Dados característicos dos motores da planta

Motor	a_i (\$/mW ²)	b_i (\$/mW)	c_i (\$)	P_{min} (mW)	P_{max} (mW)
1.	0.007	7	240	0.66	3.35
2.	0.0095	10	200	0.9	3.7
3.	0.009	8.5	220	0.8	3.6
4.	0.009	11	200	0.66	3.35
5.	0.008	10.5	220	0.72	3.45
6.	0.0075	12	120	0.66	2.97
7.	0.0075	14	130	0.88	3.5
8.	0.0075	14	130	0.754	3.33
9.	0.0075	14	130	0.9	3.9
10.	0.0075	14	130	0.56	2.35

Fonte: Autores, (2107).

Os coeficientes de perdas (B_m) são dados por uma matriz quadrada de tamanho $n \times n$, onde n é o número de geradores (ver tabela 2).

Tabela 2: Matriz de perdas dos 10 motores da usina (todos os valores devem multiplicar-se por $1e-4$).

M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.14	0.17	0.15	0.19	0.26	0.22	0.34	0.38	0.43	0.45
2	0.17	0.6	0.13	0.16	0.15	0.2	0.23	0.56	0.23	0.51
3	0.15	0.13	0.65	0.17	0.24	0.19	0.25	0.38	0.43	0.45
4	0.19	0.16	0.17	0.71	0.3	0.25	0.43	0.56	0.23	0.51
5	0.26	0.15	0.24	0.3	0.69	0.32	0.18	0.37	0.42	0.48
6	0.22	0.2	0.19	0.25	0.32	0.85	0.97	0.55	0.27	0.58
7	0.22	0.2	0.19	0.25	0.32	0.85	0.67	0.38	0.43	0.45
8	0.19	0.7	0.13	0.18	0.16	0.21	0.28	0.56	0.23	0.51
9	0.26	0.15	0.24	0.3	0.69	0.32	0.18	0.37	0.42	0.48
10	0.15	0.13	0.65	0.17	0.24	0.19	0.25	0.38	0.43	0.45

Fonte: Autores, (2107).

III.3 MODELO MATEMÁTICO

O modelo matemático está composto essencialmente pela função do custo (Eq.4) a qual deve ser minimizada (Eq.3). Serão usados os Algoritmos Genéticos com as seguintes características:

- ✓ População: 300 indivíduos.
- ✓ Gerações: 1500.

III.3.1 HIPÓTESES (RESTRICÇÕES) UTILIZADAS NO MODELO

As restrições têm a ver com os limites de potência que pode gerar cada motor (Eq. 2) e além disso com que a usina seja capaz de garantir a demanda mais as perdas (Eq.1).

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Se qualquer das restrições não forem cumpridas, então o software desenvolvido usando os algoritmos genéticos emite as seguintes mensagens:

- ✓ ERRO! A potência demandada é menor que a potência mínima.
- ✓ Potência Mínima: 0.56 mW > 0.50mW Potência Demandada.

Esta restrição está relacionada com a mínima capacidade da máquina de menor capacidade, garantindo que a capacidade demandada é maior do que a capacidade mínima de geração de uma das máquinas.

- ✓ ERRO! Não é possível satisfazer a demanda com a capacidade atual.
- ✓ Capacidade atual: 33.50 mW < 200.00 mW.

Esta restrição está relacionada com a capacidade máxima do conjunto de todas as máquinas, garantindo que a demanda de capacidade é menor que a capacidade máxima de geração da planta.

Os resultados depois de rodar o software foram os seguintes:

- ✓ Despacho de Carga com Algoritmo Genéticos - SOLUÇÕES:
- ✓ Demanda de Potência: 20 MW
- ✓ Potência Mínima: 0.56 MW
- ✓ Potência Máxima: 3.7 MW
- ✓ Custo de Combustível: 1540.80 \$R
- ✓ Perdas de Potência: 0.01 MW

Potência de cada Motor em MW:

Pm1	Pm2	Pm3	Pm4	Pm5	Pm6	Pm7	Pm8	Pm9	Pm10	P. Total
3,34	3,70	3,60	3,35	3,42	0,00	0,00	0,84	0,00	1,76	20,01

Fonte: Autores, (2107).

O relatório com as soluções fornece parâmetros de entrada para executar o programa, tais como a demanda de potência,

mínima e máxima capacidade de potência das máquinas e os resultados do custo total de combustível, perdas totais de potência e potência ótima para cada uma das máquinas da planta para satisfazer a demanda de carga. Nas Figuras 1-5 são mostrados os gráficos mais importantes do algoritmo genético gerados em MATLAB.

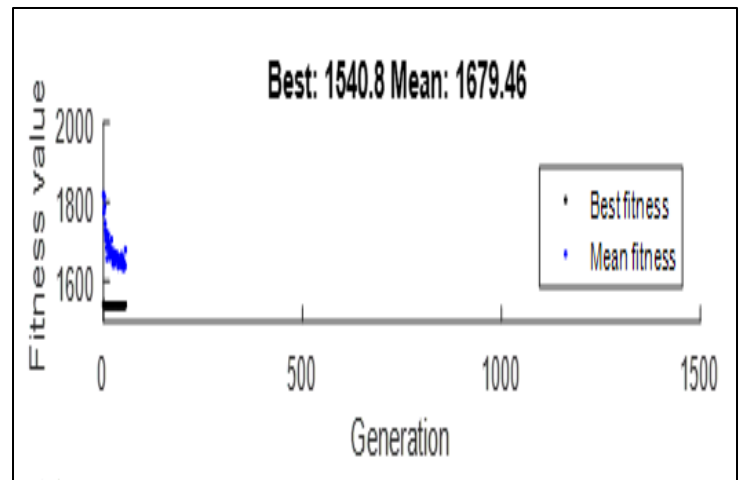


Figura 1: Valores da função atitude (fitness function) versus número de gerações.

Fonte: Autores, (2107).

Da figura 1 é possível ver que o melhor valor (*best*) do custo do consumo de combustível é 1540, que se corresponde com o mínimo custo. O gráfico também oferece o valor médio (*mean*) que é de 1679,46 reais.

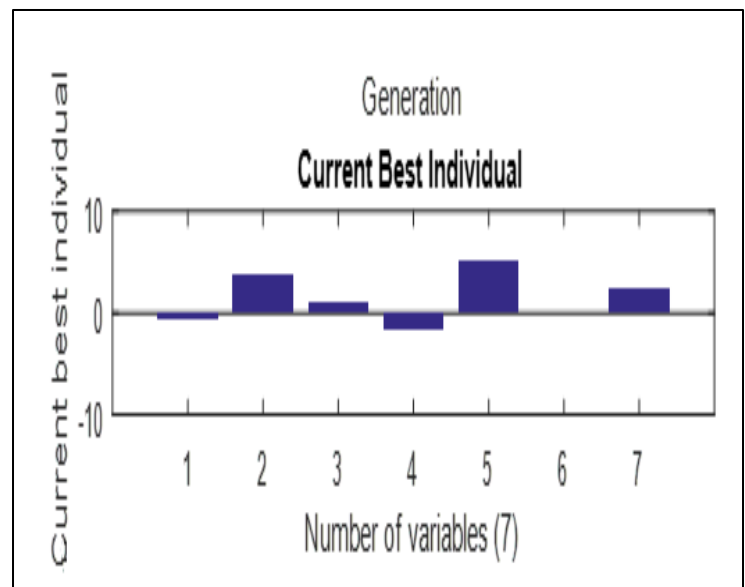


Figura 2: Melhor indivíduo de cada uma das variáveis.

Fonte: Autores, (2107).

A figura 2 mostra o processo que efetua o algoritmo genético para ir procurando os valores das variáveis de tal forma que a função objetivo seja minimizada.

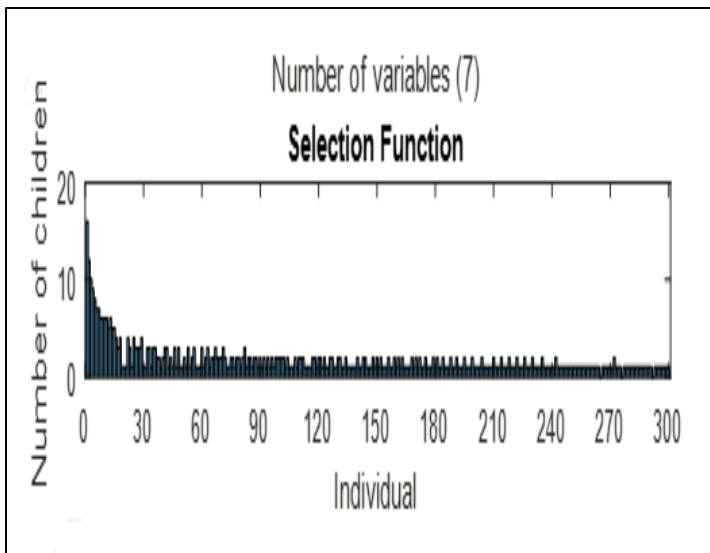


Figura 3. Número de descendentes para cada indivíduo durante a seleção dos resultados.

Fonte: Autores, (2107).

A figura 3 mostra o processo de mutação e cruzamento que permite ao algoritmo genético encontrar a melhor solução, se mostra o número de descendentes (children) e o número de indivíduos.

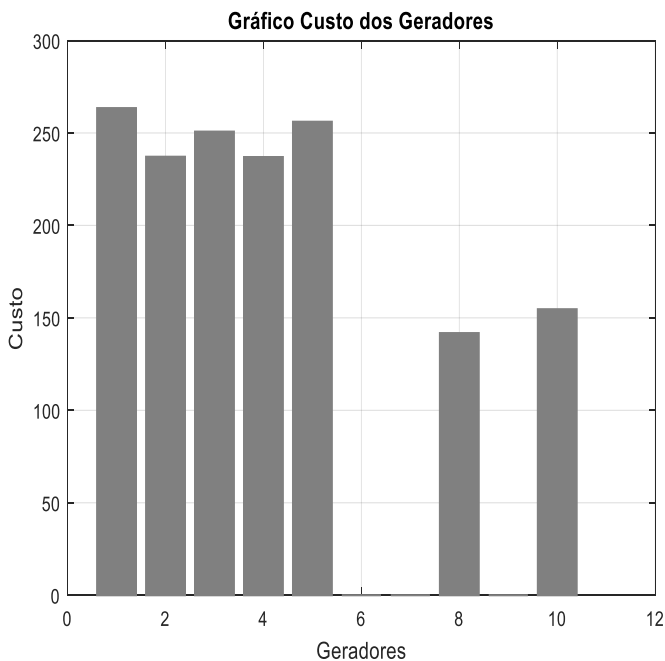


Figura 4: Custo de geração de cada gerador em reais.

Fonte: Autores, (2107).

O gráfico da figura 4 mostra o custo em que incorre cada gerador para atingir a demanda de potência dada. Do gráfico pode-se apreciar que os geradores 6, 7 e 9 estão desligados.

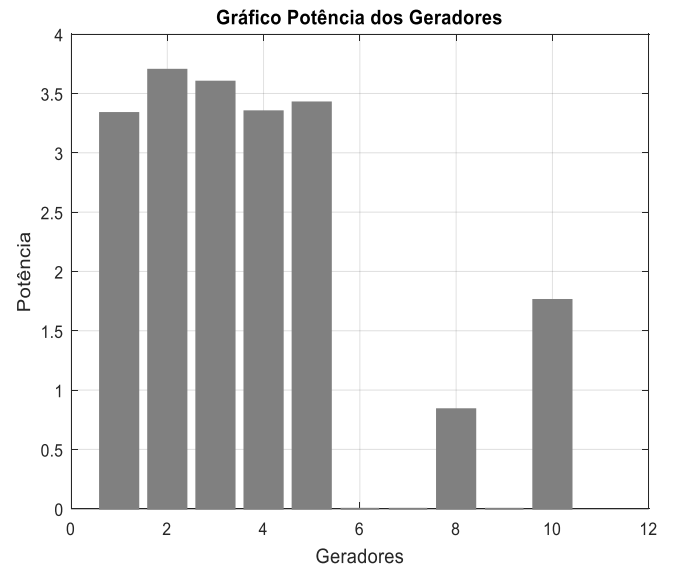


Figura 5. Potência Fornecida por cada gerador em MW.

Fonte: Autores, (2017).

Da figura 5 observa-se a potência que está fornecendo cada gerador para atingir a demanda total. A desigualdade das potências dos motores selecionados tem muito a ver com os coeficientes de perda de cada motor, uma vez que o algoritmo seleciona os motores que têm menos perdas.

IV. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma análise do problema do despacho econômico de carga e a solução do mesmo mediante os Algoritmos Genéticos. Para resolver o problema tem que ser oferecidos os dados de consumo de combustível e potência gerada por cada um dos motores além da demanda de potência desejada. Os métodos matemáticos convencionais, tais como o método de iteração lambda convergem rapidamente, mas a complexidade aumenta à medida que aumenta o tamanho do sistema.

Neste artigo o problema do despacho econômico de carga foi resolvido por o método de iteração lambda e o método de algoritmos genéticos, implementado em MATLAB. Foi analisado como estudo de caso uma usina de geração com 10 unidades ou motores. Os resultados obtidos estão de acordo como despacho de carga real. O método de iteração Lambda usando algoritmos genéticos é uma maneira simples de resolver o problema de despacho econômico de carga com bons resultados

V. REFERÊNCIAS

- [1] Fortunato, L. A. et al. **Introdução ao planejamento da expansão e operação de sistemas de produção de energia elétrica**. Niterói, Universidade Federal Fluminense, EDUFF, 1990.
- [2] Aragón, V. S.; Esquivel, S. C.; Coello Coello, C. A. **An immune algorithm with power redistribution for solving economic dispatch problems**. Information Sciences, v. 295, n. 0, p. 609-632, 2/20/ 2015. ISSN 0020-0255. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020025514010081>>.

- [3] Wood, A. J.; Wollenberg, B. F. **Power generation, operation, and control.** John Wiley & Sons, 2012. ISBN 111858595X.
- [4] Reddy, J. M.; Kumar, N. D. **Computational algorithms inspired by biological processes and evolution.** Current Science (Bangalore), v. 103, n. 4, p. 370-380, 2012.
- [5] barisal, A.; Prusty, R. **Large scale economic dispatch of power systems using oppositional invasive weed optimization.** Applied Soft Computing, v. 29, p. 122-137, 2015. ISSN 1568-4946.
- [6] Michalewicz, Z.; Hartley, S. J. **Genetic algorithms+ data structures= evolution programs.** Mathematical Intelligencer, v. 18, n. 3, p. 71, 1996. ISSN 0343-6993.
- [7] Holland, J. Holland, **Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control and Artificial Intelligence:** MIT Press, Cambridge, MA 1992.
- [8] Layec, A. **ScicosLab: A Free Scientific Software Package.** 1st HeDiSC Workshop, 2009.
- [9] Lara, R. C. H. **Herramientas de software libre para aplicaciones en ciencias e ingeniería.** Revista Politécnica, v. 32, 2013. ISSN 1390-0129.
- [10] Gilat, A. **MATLAB com aplicações em Engenharia.** Bookman Editora, 2009. ISBN 8540701871.
- [11] Lages, E. N. **Introdução ao MatLab.** Universidade Federal de Alagoas–UFAL, Alagoas, 1999.
- [12] Moore, H. **MATLAB for Engineers.** Prentice Hall Press, 2014. ISBN 0133485978.
- [13] MarianI, V. C.; Preto, T. M.; Guedes, A. L. P. **Utilização do Maple, MATLAB e SCILAB nos Cursos de Engenharia.** COBENGE 2005–Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2005.
- [14] Sicupira, F. L. et al. **Scilab versus Matlab.** 2012.
- [15] Park, J.-B. et al. **A particle swarm optimization for economic dispatch with nonsmooth cost functions.** IEEE Transactions on Power systems, v. 20, n. 1, p. 34-42, 2005. ISSN 0885-8950.



Dry Consecutive Days for Estimation of Volumes of Pluvial Water Treatment Periods in the City of Rio de Janeiro

Rayssa Vogeler Berquó Jacob¹, Alfredo Akira Ohnuma Jr², Willian Campos Siciliano³, Ana Waldila de Queiroz Ramiro Reis⁴, Israel Tiago de Oliveira⁵

^{1,2,3,4,5}Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

E-mail: rayssajaboc@gmail.com, akira@uerj.br, will_siciliano@hotmail.com, anawaldila@hotmail.com, itoliveira32@yahoo.com.br

Received: March 29th, 2017

Accepted: May 27th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT:

Studies of catchment and rainwater storage systems in buildings are critical historical data analysis of amount of precipitated rainwater to ensure multiple uses more reliable, especially due to the seasonality of precipitation events. This article aims to quantify the number of consecutive days without rain or consecutive dry days for each rainfall region of the city of Rio de Janeiro for a return period of 10 years. The methodology consists of the historical series analysis of 19 years of rainfall data from 33 automatic rainfall stations monitored by System Alert River of Rio de Janeiro City [1], with evaluation of frequency and preparation of map of extreme drought events. The method of consecutive days dry calculation by rainfall zone assists in determining areas most susceptible to extreme dry events, so it facilitates in determining the storage volume for rainwater for non-potable use purposes [2]. The results show seasonal variations throughout the city, although in neighboring areas rainfall caused mainly by orographic rainfall. Thus, one can conclude that it is of fundamental importance to the study of consecutive dry days to determine rainwater storage volumes in periods of drought, on scales that are regionally representative.

Keywords: Pluviometric Stations, Historical Series, Method Of Consecutive Days Without Rain.

Dias consecutivos secos para estimativa de volumes de aproveitamento de águas pluviais em períodos de estiagem na Cidade do Rio de Janeiro

RESUMO

Nos estudos de sistemas de captação e armazenamento de água da chuva em edificações são fundamentais análises de dados históricos de quantidade das águas pluviais precipitadas de forma a garantir usos múltiplos mais confiáveis, especialmente devido à sazonalidade dos eventos de precipitação. Este artigo tem por objetivo quantificar o número de dias consecutivos sem chuvas ou dias consecutivos secos para cada região pluviométrica do município do Rio de Janeiro para um período de retorno de 10 anos. A metodologia consiste da análise de série histórica de 19 anos de dados pluviométricos obtidos de 33 estações pluviométricas automáticas monitoradas pelo Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro, com avaliação de frequência e elaboração de mapa dos eventos extremos de estiagem. O método de cálculo de dias consecutivos secos por zona pluviométrica auxilia na determinação de áreas mais susceptíveis aos eventos extremos de seca, de modo que facilita na determinação do volume de armazenamento de águas pluviais para fins de aproveitamento não potável. Os resultados revelam variações sazonais em todo o município, ainda que em zonas pluviométricas vizinhas ocasionadas sobretudo por chuvas orográficas. Assim, pode-se concluir que é de fundamental importância o estudo de dias consecutivos secos para determinação de volumes de armazenamento de águas pluviais em períodos de estiagem, em escalas que sejam regionalmente representativas.

Palavras-Chaves: Estações Pluviométricas, Série Histórica, Método de dias Consecutivos sem Chuvas.

I. INTRODUÇÃO

Regimes pluviométricos regulares no decorrer do tempo são capazes de garantir a oferta de recursos hídricos de determinadas regiões. No entanto, áreas de intensa urbanização, elevada densidade demográfica e consumo desenfreado de

produtos e serviços geram demandas cada vez maiores dos recursos hídricos, acarretando um maior valor econômico e com a disponibilidade por água prejudicada e ainda mais deficitária à medida que são observadas condições climáticas extremas ou anormais.

Dados observados nos últimos 10 anos pelo Sistema Alerta Rio da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro informam redução de até 55% do volume de chuvas obtido no ano de 2014 em 33 estações distribuídas no município [1]. Segundo o Boletim de Monitoramento dos Reservatórios do Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul, cujas informações auxiliam na tomada de decisões para garantir os usos múltiplos dos recursos hídricos para Região Metropolitana do Rio de Janeiro, o final do ano de 2014 apresentou 2,6% do volume útil observado no reservatório equivalente, o que corresponde à uma situação extremamente emergencial de respostas de adaptação no atendimento dos usos múltiplos da água [3].

Nas condições apresentadas de estiagens prolongadas, jamais observadas na história de dados pluviométricos monitorados desde o ano de 1910 [4], o resultado é a incapacidade dos volumes mínimos armazenados em reservatórios de atender aos usos múltiplos dos recursos hídricos, especialmente onde a demanda é alta, como nos casos das regiões metropolitanas.

O efeito das mudanças do clima de longo prazo requer análises específicas de determinados eventos, como por exemplo, dos extremos climáticos de precipitação. Os cálculos de determinados índices definem períodos excessivos, como da máxima estiagem num dado ano ou o número de dias consecutivos secos [5]. Essas informações auxiliam no mapeamento de áreas mais vulneráveis e susceptíveis aos maiores volumes de armazenamento de sistemas de captação e aproveitamento de águas pluviais.

Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo determinar e mapear o índice de dias consecutivos secos como extremo climático no município do Rio de Janeiro a partir de série histórica de precipitação disponível pelo Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro como alternativa para determinação de regiões vulneráveis aos períodos de seca e, portanto, de maior necessidade no armazenamento de águas pluviais para fins não-potáveis.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

Para análise dos eventos de máxima estiagem diária os registros consistem de dados obtidos pelo Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro (disponível em <http://alertario.rio.rj.gov.br/>), composto por 33 estações pluviométricas automáticas e distribuídas em locais estratégicos do município do Rio de Janeiro (Figura 1). A série histórica deste estudo é composta de 19 anos consecutivos, entre 1997 e 2015.

De cada estação pluviométrica se obtém dados observados de 15 minutos, de modo que se permite determinar a precipitação diária acumulada. Com esses registros, estimam-se as ofertas hídricas de origem pluvial para cada zona pluviométrica na condição de oferecer aos usuários o volume máximo aproveitado de chuva, assim como os dias consecutivos secos para suprir determinadas demandas em períodos de estiagem prolongada.

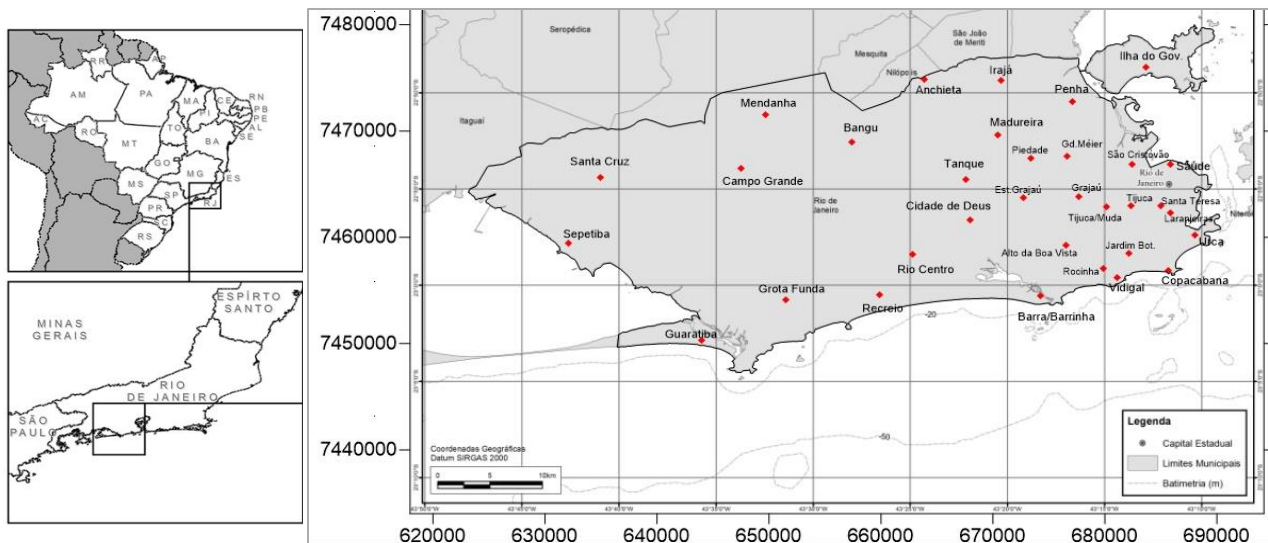


Figura 1: Localização de estações pluviométricas automáticas do Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro. Fonte: Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, (2016).

O Método de Dias Consecutivos Secos [2] identifica o maior intervalo consecutivo diário sem chuvas a partir de série histórica de dados de precipitação, com ajuste estatístico de distribuição de frequência de Gumbel para determinado período de recorrência. O método considera precipitações diárias abaixo de 1 mm como dias secos. A determinação dos dias consecutivos secos, neste trabalho, considera período de retorno de 10 anos, o que significa uma probabilidade de 10% de ocorrer o evento de estiagem num dado ano (Equação 1).

$$x = \bar{x} - \sigma \left[0,45 + 0,7797 \cdot \ln \left(\frac{TR}{TR - 1} \right) \right] \quad (1)$$

Sendo x : Dias consecutivos secos da série histórica selecionada; \bar{x} Média dos dias secos consecutivos; σ : Desvio padrão da amostra; TR : Período de retorno em anos.

Após a determinação dos dias consecutivos secos obtidos de cada estação pluviométrica obteve-se a representação gráfica das condições de estiagem máxima pelo método de Krigagem ou de interpolação, cuja tabulação é definida em função das posições geográficas. Parte-se do princípio de que unidades de análises mais próximas entre si são mais parecidas do que unidades mais afastadas. Dessa forma, o método utiliza funções matemáticas de modo a acrescentar pesos maiores nas posições vizinhas aos

pontos amostrais e pesos menores em pontos mais distantes. Na combinação linear desses dados, constituem-se os pontos de interpolação [6][7].

A determinação do volume de armazenamento ou de reservação V_{res} considera o consumo de água diário C_{ap} para fins não-potáveis, assim como os dias consecutivos secos ou de estiagem (Est) a partir da equação (2).

$$V_{res} = Est \times C_{ap} \quad (2)$$

Dessa forma, determina-se o volume máximo de armazenamento a partir de dados de consumo estimados pela Tabela 1.

Tabela 1: Valores médios de consumo por usos internos e externos na edificação (TOMAZ, 2009).

Uso Interno	Cálculo	Valores Médios
Vaso Sanitário (Válvula Hidra)	(5 descargas) x (12 litros/descarga) x (1,08 vazamento)	64,8 litros/pessoa
Vaso Sanitário (Caixa Acoplada)	(5 descargas) x (6 litros/descarga) x (1,08 vazamento)	32,4 litros/pessoa
Área de Jardim	2 litros/dia/m ²	2 litros/dia/m ²
Área de Limpeza	50 litros/dia	50 litros/dia
Limpeza do Carro	4 lavagens/mês	4 lavagens/mês

Fonte: [8].

As condições apresentadas valem para estimativa de volumes de reservação de águas pluviais tendo como base estiagens prolongadas, de modo que sejam identificadas zonas pluviométricas compatíveis com as redes de abastecimento de água.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos de precipitação diária em cada estação pluviométrica do município do Rio de Janeiro permitem análise gráfica de regiões com maior chance de ocorrer períodos

prolongados de dias secos, de modo a facilitar na tomada de decisões descentralizadas junto aos usuários da bacia.

A representação gráfica de dias consecutivos secos com período de recorrência de 10 anos a partir de dados obtidos de estações pluviométricas localizadas estrategicamente na cidade do Rio de Janeiro identifica regiões com maior necessidade de reservação de água na condição de reservatórios de abastecimento na mesma localidade da zona pluviométrica. A plotagem do mapa de isolinhas sobreposto ao município do Rio de Janeiro demonstra as estiagens prolongadas equivalentes aos dias consecutivos secos (Figura 2).

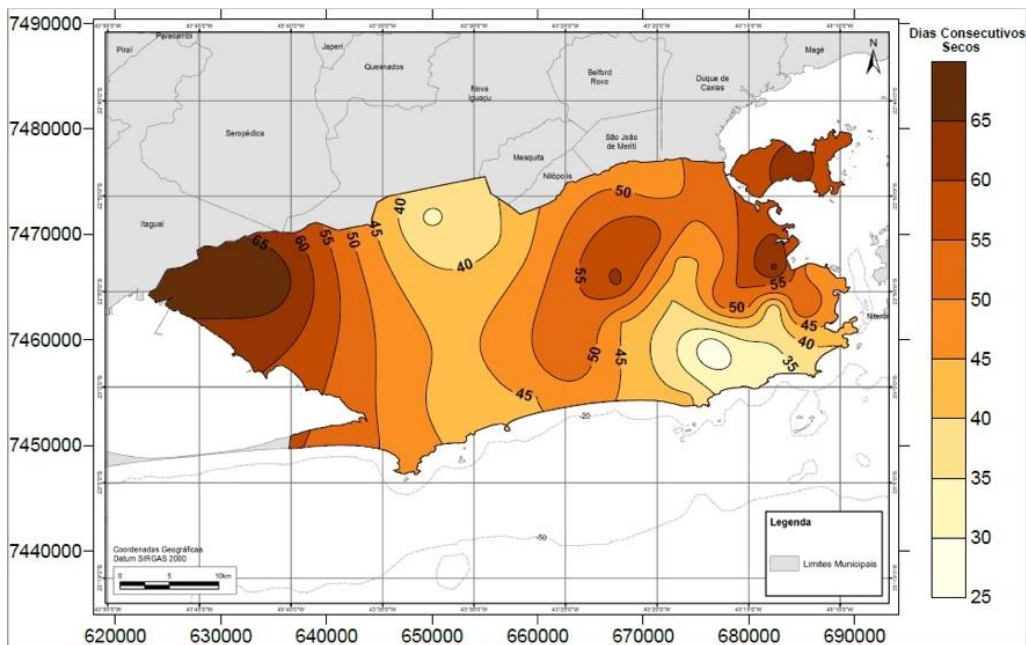


Figura 2: Dias Consecutivos Secos sobreposto ao município do Rio de Janeiro pelo método de Krigagem para avaliação de volumes de armazenamento de águas pluviais.

Fonte: Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, (2016).

Na sobreposição de mapas de uso e ocupação do solo, percebe-se que regiões preservadas como do Parque Nacional da Floresta da Tijuca, Parque Estadual da Pedra Branca e Parque Estadual do Mendanha predispõem de menores incidências de

dias consecutivos secos, de modo compatível às maiores precipitações médias anuais observadas nessas localidades ou nas proximidades para o mesmo período. Dessa forma, bairros como Rocinha, Vidigal, Jardim Botânico, Tijuca, Campo Grande e

Mendanha, além do Alto da Boa Vista, são locais que estimam volumes reduzidos de armazenamento de águas pluviais, para as mesmas condições de demanda, embora sejam regiões de elevada precipitação média acumulada anual. Embora com estudo de série histórica de 10 anos, os valores obtidos de precipitação neste artigo são condizentes com os apresentados por [7].

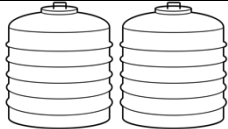

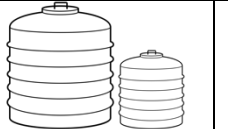
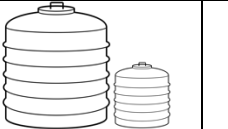

Por outro lado, regiões de planície ou nas proximidades ao norte do município concentram-se zonas de baixo índice pluviométrico, de modo que necessitam de maiores volumes de reservação no atendimento aos prolongados períodos de estiagem, como nos bairros de Madureira, Penha e São Cristovão. Neste trabalho, dados não disponíveis pouco afetaram na determinação de dias consecutivos secos, pois as falhas detectadas obtiveram preenchimento como dias secos, de modo que supervalorizaram os períodos de estiagem.

As condições apresentadas são determinantes no cálculo de volumes de águas pluviais passíveis de aproveitamento à

medida que se conhecem as redes de abastecimento, situadas em áreas próximas, sobretudo pela localização dos reservatórios que atendem tais regiões. Na determinação dos volumes de aproveitamento de águas pluviais, este trabalho considera demanda fixa por região ou bairro identificado pelas estações pluviométricas de modo a atender o mesmo critério. Os dados de consumo de água são válidos para 01 (uma) unidade habitacional de caráter unifamiliar composta por 04 (quatro) pessoas, com projeção de aproveitamento das águas pluviais exclusivamente no vaso sanitário com caixa acoplada, com total de 129,6 litros de consumo diário.

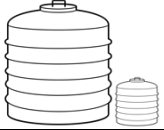
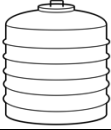
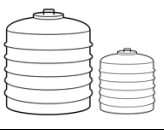


Os resultados dos volumes de armazenamento compreendem arranjos de dados organizados por classes ou categorias de reservatórios comercialmente disponíveis no mercado, sendo caixas d'água convencionais com capacidade nominal utilizadas de 1000, 1500, 2000, 3000 e 5000 litros (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2: Volumes dimensionados de reservatórios entre 10000 e 6000 litros de aproveitamento de águas pluviais em épocas de estiagens prolongadas no município do Rio de Janeiro-RJ.

Santa Cruz, S. Cristovão,	Ilha do Governador, Sepetiba, Tanque, Madureira	Sta Tereza, Grajaú, Barra/Rio Centro, Penha, Guaratiba	Laranjeiras, Tijuca/Muda, Anchieta	Irajá, Saúde, Grande Méier, Cidade de Deus, R. Bandeirantes, Piedade
				
(2 x 5000) L	(5000 + 3000) L	(5000 + 2000) L	(5000 + 1500) L	(5000 + 1000) L
10000 L	8000 L	7000 L	6500 L	6000 L

Fonte: Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, (2016).

Tabela 3: Volumes dimensionados de reservatórios entre 5500 e 3000 litros de aproveitamento de águas pluviais em épocas de estiagens prolongadas no município do Rio de Janeiro-RJ.

Grota Funda, Campo Grande, Urca	Barra/Barrinha, Bangu, Estrada Grajaú/Jacarepaguá	Tijuca, Copacabana, Mendanha	J. Botânico, Vidigal, Rocinha	Alto da Boa Vista
				
(5000 + 500) L	5000 L	(3000 + 1500) L	(3000 + 1000) L	3000 L
5500 L	5000 L	4500 L	4000 L	3000 L

Fonte: Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, (2016).

IV. CONCLUSÕES

Este trabalho permite concluir que:

(1) Precipitações diárias com características orográficas se distribuem de forma aleatória no tempo e no espaço em regiões com características peculiares de montanhas ou oceânicas, de modo que afetam às condições de cálculo de estiagens prolongadas e que, portanto influenciam na determinação de volumes de armazenamento para fins de aproveitamento de águas pluviais;

(2) O método de dias consecutivos secos é apropriado no dimensionamento de reservatórios de águas pluviais desde que conhecidas as características de localização das redes de abastecimento, sobretudo pela compatibilidade sazonal entre oferta e a demanda hídrica na região ou zona pluviométrica;

(3) O mapa de isolinhas para interpretação de estiagens prolongadas elaborado pelo método de Krigagem é bastante adequado na interpolação gráfica das condições de dias secos, além de facilitar a interpretação de índices de eventos hidrológicos extremos.

Recomenda-se para trabalhos futuros aprimorar a análise dos dados de séries históricas de precipitação obtidas pelo Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro, no preenchimento de falhas eventuais ocorridas por motivos de manutenção e correção do sistema. Sugere-se também o estudo de viabilidade econômico-financeira como alternativa para criação de políticas públicas que incentivem a execução de sistemas de captação, armazenamento e aproveitamento de águas pluviais.

V. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro pela concessão de bolsa de Iniciação Científica 2016/1, Processo 224274/2016 e ao CNPq, Edital Chamada Universal MCTI/CNPq nº 14/2014, Faixa A Processo nº 457688/2014-9 pelo apoio financeiro ao desenvolvimento deste trabalho. Os autores também agradecem ao site <https://thenounproject.com/> por tornar disponíveis imagens produzidas por autores independentes.

VI. REFERÊNCIAS

- [1] Alerta Rio. **Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro. Registro de dados pluviométricos**. Disponível em: <http://alertario.rio.rj.gov.br/>. Acesso em 20/08/2016.
- [2] Group Raindrops. **Aproveitamento da água da chuva**. KOBİYAMA *et al.* (tradução). Curitiba-PR, Organic Trading, 196 p. 2002.
- [3] Ohnuma Jr., A.A.; Mendiondo, E.M. **Estudo de técnicas compensatórias de drenagem urbana como proposta de gestão das águas pluviais**. In: XI Congresso Brasileiro de Defesa do Meio Ambiente. Água e Saneamento. Rio de Janeiro-RJ. Junho. 2015.
- [4] AGENCIA NACIONAL DE AGUAS. **Irrigação é a finalidade mais outorgada de 2012**. Brasília/DF, 2013. Disponível em: http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id_noticia=11655. Acesso em 08 julho 2016.
- [5] Alexander, L. V. et al. **Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation**, J. Geophys. Res., 111, D05109, 2006. doi:10.1029/2005JD006290.
- [6] Jakob, A. A. E. **A Krigagem como Método de Análise de Dados Demográficos**. In: Encontro da Associação Brasileira de Estudos Populacionais, 13., Ouro Preto, 2002.
- [7] Dereczynski, C. P.; Oliveira, J. S.; MACHADO, C. O. **Climatologia da precipitação no município do Rio de Janeiro**. Revista Brasileira de Meteorologia, v.24, n.1, 24-38, 2009.
- [8] Tomaz P. **Previsão de Consumo de água não potável - Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**, 2009.



The interference of rainfall distribution in size of rain water tanks in Bahia

Juliana Araújo¹, Eduardo Cohim²

¹Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), bolsista Iniciação Científica CNPQ. Feira de Santana-BA

²Professor titular da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Feira de Santana-BA.

Email: julianafariaz1996@gmail.com, edcohim@gmail.com

Received: March 13th, 2017

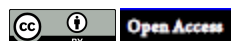
Accepted: May 14th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

This work was developed with the aim of contributing to improved design methods of rainwater storage tanks, so we studied the way as an independent variable alone interfere in the design of volume tanks. This variable is the annual distribution of rainfall and, to be carried out this study, we calculated the GCP - degree of concentration of annual rainfall - for the seven (7) studied Bahian cities. Besides calculating this statistic quantity, it was analyzed as it interferes in the volume of the reservoirs was concluded and there is a tendency of larger reservoirs for higher values of GCP.

Keywords: Size, cisterns, GCP.

A interferência da distribuição da precipitação no volume dos reservatórios de água pluvial na Bahia

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de contribuir para a melhoria dos métodos de dimensionamento dos reservatórios de armazenamento de água de chuva, de forma que foi estudada a maneira de como uma variável independente, isoladamente, interfere no dimensionamento de volume de reservatórios. Essa variável é a distribuição anual das chuvas e, para que fosse realizado este estudo, foi calculado o GCP - grau de concentração das precipitações anuais - para as 7 (sete) cidades baianas estudadas. Além de calcular essa grandeza estatística, foi analisado como ela interfere no volume dos reservatórios e concluiu-se há uma tendência de reservatórios maiores para valores mais elevados de GCP.

Palavras Chaves: Dimensionamento, Cisternas, GCP.

I. INTRODUÇÃO

Será estudada a variação das chuvas no Estado da Bahia que apresenta um cenário com alta variabilidade na precipitação pluvial, decorrente da união de diferentes sistemas meteorológicos que atuam nessa região, tais como, Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Vórtices Ciclônicos (VCAN), Sistemas Frontais (FPA), Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), ondas de leste, brisas marítimas/terrestres e ventos vale/montanha, bem como de um relevo constituído por planícies, vales, serras e montanhas [1].

É fundamental que se estude a variabilidade da distribuição espaço-temporal das chuvas para que se melhore o aproveitamento da água de chuva, a qual é considerada uma fonte alternativa no que diz respeito ao uso da água para fins potáveis ou não potáveis. Para que isso ocorra, deve-se haver uma melhora nos métodos de dimensionamento de águas pluviais, uma vez que há uma desconfiança da uniformidade da capacidade das cisternas definidas em 16 mil litros no Programa de Formação e Mobilização

Social para a Convivência com o Semiárido – PIMC, no início de 2011, a qual é baseada na demanda de uma família média de cinco pessoas em um período de 280 dias.

Para contribuir com os métodos de dimensionamento, estudará a maneira como uma variável independente, isoladamente, interfere no dimensionamento do volume dos reservatórios. Essa variável é a distribuição anual das chuvas e, para que fosse realizado este estudo, foi calculado o GCP, que indica o grau de concentração das precipitações anuais. Além de calcular essas grandezas, foi analisado como elas interferem no volume de reservatórios.

Comprova-se a necessidade de estudar a interferência da distribuição da precipitação no volume dos reservatórios por conta da ideia de que se dimensionam reservatórios com volumes diferentes, a partir do método de Rippl, para o município de Barreiras e Lençóis que apresentam a mesma média anual de precipitação [2]. Mostra-se assim, que há interferência também da distribuição das precipitações no volume ótimo de reservatório e não apenas das médias pluviométricas.

I. MATERIAIS E MÉTODOS

Para que fosse calculada a distribuição anual das chuvas, foi necessário obter séries diárias, mensais e anuais de precipitação, coletadas em postos distribuídos espacialmente no estado da Bahia, disponíveis no HidroWeb, da Agência Nacional de Águas (ANA) e no BDRH (Banco de Dados de Recursos Hídricos, do Inema (Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia). Utilizou-se tanto séries de 15 como de 33 anos no estudo.

Os dados de precipitação apresentaram algumas falhas que precisaram ser corrigidas. Para isso analisaram-se os dados de três postos pluviométricos próximos e fez uso de dois procedimentos. Cada procedimento foi utilizado a depender da variação das precipitações anuais entre esses postos. A partir do preenchimento de falhas, foi feita uma análise de consistência para a homogeneidade dos resultados obtidos [3]

Os 7 (sete) postos estudados apresentam valores de médias de precipitações anuais bem próximas, na faixa entre 723,90 mm/ano até 757,60 mm/ano. Esses postos serão exibidos a seguir, com suas respectivas precipitações médios anuais (TABELA 1):

TABELA 1: Indica a precipitação média anual dos postos pluviométricos

POSTOS PLUVIOMÉTRICOS	PRECIPITAÇÃO ANUAL (mm/ano)	MÉDIA
Ibotirama	723,9	
Santa Bárbara	730,2	
Palmas de Monte Alto	734,5	
Saúde	735,3	
Brotas De Macaúbas	745,1	
Serrinha	746,2	
Cândido Sales	757,6	

Fonte: Os autores

Calculou-se o valor médio da precipitação das 7 (sete) cidades e o valor do desvio padrão desses mesmos valores, a fim de que fosse possível calcular o coeficiente de variação, tendo sido encontrado o valor de 1,54% para o coeficiente de variação, comprovando que os dados de precipitação são homogêneos, ou seja, eles apresentam variação pequena em torno da média (738,97 mm/ano).

A escolha por esses postos justifica-se porque o objetivo deste estudo é avaliar a interferência das distribuições das chuvas no tamanho do reservatório. Assim, houve a necessidade de se trabalhar com valores fixos concernentes a outras variáveis, quais sejam, área de telhado, demanda, precipitação média anual e confiabilidade ou nível de risco aceitável (percentual de dias em que a demanda é plenamente atendida em um dado período de análise) [4].

Dessa forma, foi importante buscar valores próximos de precipitações médias anuais para que fosse possível manter essa variável fixa no estudo. Além dela, foram fixadas outras variáveis, como: área de telhado como 80 m², confiabilidade como 90%. Realizou-se o estudo para três valores demanda (50 l/dia, 70 l/dia, e 90 L/dia).

A fim de que fossem realizadas as simulações de volume de reservatório de águas pluviais, utilizou-se o Software Netuno [5].

A escolha pelo uso do GCP ocorreu porque ela é capaz de identificar a heterogeneidade temporal na precipitação. Essa grandeza já foi utilizada por Zhang e Qian (2003), quando analisaram as características da distribuição espacial e temporal e

variação de precipitação em uma região da China. Ela também já foi utilizada por Li et al. (2011), em que se estudou a variabilidade espacial e temporal de precipitação em Xinjiang, na China, em que foi possível constatar que a precipitação no norte da região foi mais dispersa dentro de um ano do que no sul.

Para realizar o cálculo do GCP (grau de concentração de precipitação) para os 7 (sete) postos pluviométricos, partiu-se do pressuposto de que as precipitações mensais são grandezas vetoriais, orientadas em um círculo trigonométrico, em que a direção destes vetores é determinada em função do mês de ocorrência, em que cada mês assume um valor de 30°.

Assim, o mês de janeiro fica com o ângulo de 0° e dezembro com o ângulo de 330°, sendo que a abrangência de cada mês é de (+/-) 15°. O valor do GCP varia de 0 a 1, sendo que os valores próximos a 0 representam chuvas mais distribuídas ao longo do ano, enquanto que valores próximos a 1 indica a concentração das chuvas em um curto período. Utilizam-se as seguintes equações (Equações 1, 2, 3,4) para calcular o GCP [6].

$$R_i = \sum r_{ij} \quad (1)$$

$$R_{xi} = \sum r_{ij} \cdot \sin \theta_j \quad (2)$$

$$R_{yi} = \sum r_{ij} \cdot \cos \theta_j \quad (3)$$

$$GCP_{ij} = \frac{\sqrt{R_{xi}^2 + R_{yi}^2}}{R_i} \quad (4)$$

Em que, i é o ano da série histórica, j representa o mês, r_{ij} demonstra a precipitação de um mês de um determinado ano e θ_j é o ângulo representa ao mês que se está estudando.

No decorrer da realização do estudo, observou-se que para determinar o GCP para um dado posto selecionado é necessário calcular as médias de precipitações para cada mês da série histórica e, em seguida calcular o GCP com essas médias. Em seguida, construíram-se gráficos, os quais analisavam a GCP *versus* volume do reservatório para cada demanda. As conclusões obtidas com esse estudo serão discutidas mais adiante.

II. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados os valores de GCP e esses resultados estão presentes na Tabela 2, a seguir:

Tabela 2: Relação dos postos pluviométricos com seus respectivos valores de GCP.

POSTOS PLUVIOMÉTRICOS	GCP MENSAL	MÉDIA
Serrinha	0,122	
Santa Bárbara	0,132	
Saúde	0,298	
Cândido Sales	0,472	
Brotas De Macaúbas	0,595	
Ibotirama	0,607	
Palmas de Monte Alto	0,642	

Fonte: Autores, (2016).

Da mesma maneira que se calcularam grandezas estatísticas para os valores de precipitação, foi calculado a média dos valores de GCP, o desvio padrão e o coeficiente de variação. Encontrou-se o valor médio de GCP como 0,41 e o coeficiente de variação como 54,91%. Percebe-se que o valor do coeficiente de variação do GCP é alto e esse fato era uma exigência do trabalho, afinal busca-se estudar a interferência da variação do Grau De Concentração da Precipitação na determinação do volume dos reservatórios de água pluvial, assim fazem-se necessários valores bem distintos de GCP para que o estudo seja mais abrangente.

Após essa etapa, foram feitos e analisados 3 (três) gráficos que relacionam os GCP calculados com o volume do reservatório encontrado no Netuno. O gráfico da figura 1 analisa GCP versus Volume para a demanda de 50 l/dia. O gráfico da figura 2 faz a mesma análise para a demanda de 70 l/dia e o gráfico 3 para a demanda de 90 l/dia. Esses gráficos são exibidos a seguir:

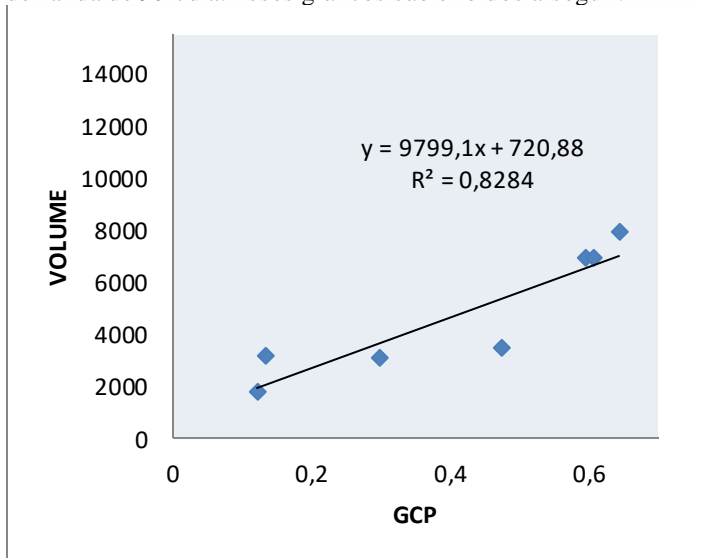


Figura 1: Gráfico- Relação entre os GCP calculados e o volume (m³) para os 7 (sete) postos pluviométricos para demanda de 50 L/dia.

Fonte: Autores, (2016).

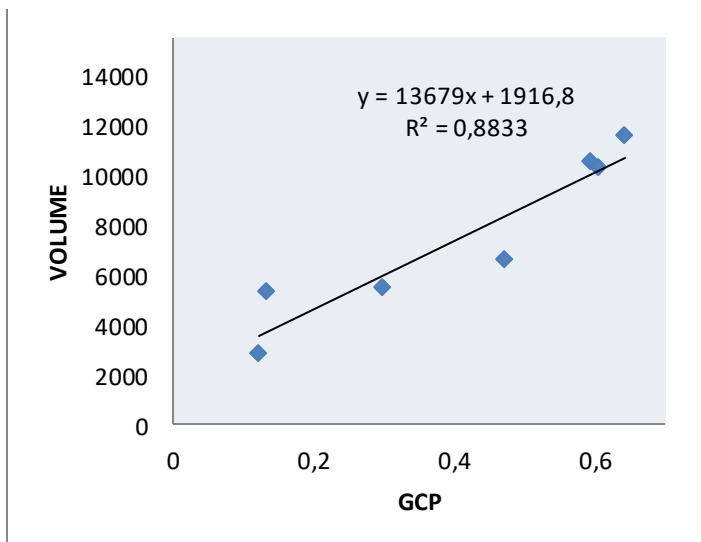


Figura 2: Gráfico - Relação entre os GCP calculados e o volume (m³) para os 7 (sete) postos pluviométricos para demanda de 70 L/dia.

Fonte: Autores, (2016).

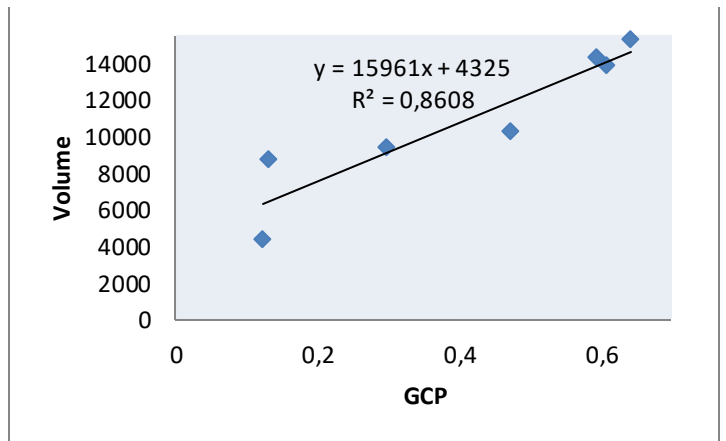


Figura 3: Gráfico - Relação entre os GCP calculados e o volume (m³) para os 7 (sete) postos pluviométricos para demanda de 90 L/dia.

Fonte: Autores, (2016).

Percebe-se que os 3 gráficos apresentam linhas de tendências lineares com valores de coeficiente de determinação (R²) bem elevados (maiores do que 0,8), mostrando que, de fato, existe uma relação entre o GCP com o volume de reservatório.

Pode-se concluir com a interpretação dos dados apresentados nos gráficos que correlacionam GCP com o volume que, para uma dada confiabilidade e com os valores de demanda fixos, quanto maior o valor do GCP, maior será o volume dos reservatórios de água pluvial encontrado a partir do Software Netuno.

Esse comportamento pode ser exemplificado ao analisar o gráfico GCP versus Volume para uma demanda de 90 l/dia, em que o valor encontrado no Software Netuno para o GCP de 0,642 corresponde a 15300 m³, enquanto o encontrado para o GCP de 0,122 corresponde a 4350 m³. Esse comportamento é o esperado, afinal quanto maior o valor do GCP maior concentração das precipitações anuais. Dessa forma, é necessário armazenar a água em reservatórios para que se possa usar esse bem em períodos de estiagem. Isso acontece, principalmente, em locais que não dispõem de outra fonte de abastecimento de água.

Além disso, percebeu-se que os volumes encontrados para o GCP de 0,595 e de 0,607 são bem próximos e em algumas situações existiu um pequeno decréscimo de valor do volume para o GCP de 0,595 (Brotas de Macaúbas) para o volume para o GCP de 0,607 (Ibotirama). Esse comportamento não é esperado, mas pode ser explicado devido à pequena variação nos valores de precipitação média anual, em que o posto de Brotas de Macaúbas apresenta uma precipitação média anual de 745,1 mm/ano e o posto de Ibotirama de 723,9 mm/ano.

III. CONCLUSÕES

Considera-se, dessa forma, que o estado da Bahia apresenta uma grande variabilidade da distribuição espaço-temporal das chuvas e que o estudo dessa variável é fundamental para o melhor aproveitamento da água pluvial, principalmente, para melhor dimensionar os reservatórios de águas das chuvas. Assim, é fundamental estudar como a distribuição anual das chuvas interfere no dimensionamento dos reservatórios, a partir de grandezas estatísticas o Grau de Concentração da Precipitação (GCP). A partir deste estudo, percebe-se que quanto maior o GCP, em uma dada confiabilidade e numa dada demanda, maior será o valor do volume encontrado no programa Netuno. Esses resultados

apontam para a necessidade de se armazenar a água no período chuvoso, para que possa ser utilizada em períodos de estiagem, culminando na necessidade de maiores reservatórios.

IV. REFERÊNCIAS

- [1] Barbosa, D.V.N. (1998). **Os Impactos da Seca de 1993 no Semiárido Baiano**: Caso de Irecê. Salvador: SEI, 2000. In:
- [2] Cohim, Eduardo; Garcia, Ana; Kiperstok, Asher (2008). **Captação e utilização de água pluvial em residências para população de baixa renda em áreas urbanas**: Estudo de caso.
- [3] Simões, Yagho; Cohim, Eduardo; Araujo, Heráclio (2014). **Análise de tendências do comportamento das chuvas no estado da bahia**. Apresentação no 9 Simpósio brasileiro de captação manejo água chuva. Feira de Santana- BA.
- [4] Cohim, Eduardo; Orrico, Sílvio. (2015). **A confiabilidade do volume das cisternas da zona rural para reservar água de chuva**. Revista eletrônica de gestão e tecnologias ambientais. *GESTA*, v. 3, n. 2 -, p. 91-99.
- [5] Ghisi, E.; Cordova, M. M. *Netuno: Manual Do Usuário*. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/Manual-Netuno-4_Junho2014.pdf> Acesso em: 23.dez.2015.
- [6] Li, X.; Jiang, F.; Li, L. Wang, G. (2011). **Spatial and temporal variability of precipitation concentration index, concentration degree and concentration period in Xinjiang, China**. *Int. J. Climatol.* 31: 1679–1693.
- [7] Braga, C.C; Melo, M.LD; Melo, E.C.S. **Análise de Agrupamento Aplicada a Distribuição da Precipitação no Estado da Bahia**. 10º Congresso Brasileiro de Meteorologia. Brasília-DF. *Anais...* Sociedade Brasileira de Meteorologia. p.1857-62, 1998.
- [8] Braga, C. C.; Melo, M. L. D.; Melo, E. C. S. (1998). **Análise de agrupamento aplicada a distribuição da precipitação no Estado da Bahia**. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 10, 1998, Brasília. *Anais...* Brasília: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1998. CD-Room.
- [9] Zhang, L. J.; Qian, Y. F. (2003). **A study on the feature of precipitation concentration and its relation to flood-producing in the Yangtze River Valley of China**. *Chinese journal of geophysics.* 47: 709-718.



Rainwater tank sizing methodology development for Curitiba city

Aldely Ângelo A. Teixeira¹, Júlio Gomes²; Paulo Rodrigo da Costa Pacheco³, Yapur Dumit Gomez⁴, Luiza Carla Girard T. Machado⁵

^{1,2}Universidade Positivo. Curitiba - PR.

^{3,4,5}Universidade Federal do Pará (UFPA). Rua Augusto Corrêa No.1.Bairro: Guamá. Belém-PA.

Email:aldelyangelo@yahoo.com.br,jgomes@up.edu.br,rodrigoeng.costa@gmail.com,y_dumit_g@hotmail.com,
luiza.girard@gmail.com.br

Received: February 17th, 2017

Accepted: April 14th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

The rainwater reservation is one of the most important units of the harvesting system by virtue of supplying the rain water demand at different times of the variation in consumption, especially the volume of rainwater entering the system is associated with annual precipitation. Thus determine the useful volume for use in potable use or non-potable activity is necessary. There are methods for rainwater tank sizing, some being established by standards in use and widely used designs, and other dimensions that are alternatives. The city of Curitiba and other Brazilian capitals are aware of laws which require new buildings over 500 m² deployment of rainwater systems. The reservoir design seeks to present the useful volume necessary taking into account the rainfall and financial analysis of the implementation of these systems, which also takes into account the water consumption rates for public supply.

Keywords: Tank, Sizing, Curitiba.

Desenvolvimento de metodologia de dimensionamento de reservatórios de águas pluviais para a cidade de Curitiba

RESUMO

A reservação de água de chuva representa uma das unidades mais importantes do sistema de aproveitamento, em virtude de suprir a demanda de água da chuva em diferentes momentos da variação de consumo, principalmente que o volume de água de chuva que entra no sistema está relacionado com a precipitação anual. Desta forma determinar o volume útil para consumo nas atividades de uso potáveis ou não é necessário. Existem métodos para dimensionamento de reservatório de água pluvial, sendo alguns estabelecidos por normas e bastante utilizados em projetos de aproveitamento, e outros que são alternativas de dimensionamento. A cidade de Curitiba bem como outras capitais brasileiras estão atentas a legislações em que obrigam a novas construções acima de 500 m² a implantação de sistemas de água da chuva. O dimensionamento de reservatório busca apresentar o volume útil necessário levando em conta a precipitação e análise financeira da implantação destes sistemas, que leva ainda em consideração as tarifas de consumo de água por abastecimento público.

Palavras Chaves: Reservatório, Dimensionamento, Curitiba.

I. INTRODUÇÃO

A água potável que chega a nossas casas é utilizada para todos os fins, tais como higiene, limpeza, alimentação, descargas sanitárias, irrigação, limpeza de veículos, pisos, calçadas, etc. Parte desta água necessariamente não precisa ser tratada e poderia ser de aproveitamento de água de chuva. Observando isto, a prefeitura municipal de Curitiba/PR vem exigindo de novas construções e reformas com áreas superiores a 500m² de área impermeável a

implantação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais para utilização em fins não potáveis.

Um aspecto importante relacionado à implantação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais para utilização em fins não potáveis é o dimensionamento do reservatório para coleta e armazenamento do volume de água originado pela precipitação.

Os métodos sugeridos pelas normas brasileiras são oriundos de técnicas aplicadas a grandes reservatórios, trabalhando, em grande parte, em uma escala mensal de precipitação.

Além disso, não consideram a questão financeira no dimensionamento do reservatório de águas pluviais, o que é importante para o investidor privado e interessante em áreas urbanas, onde a falta do sistema tem por efeito apenas usar um volume menor de água tratada fornecida pela rede de abastecimento com o consequente ônus financeiro.

O presente estudo foi desenvolvido para facilitar a determinação do volume ótimo de reservatório, aliado ao custo de implantação do sistema de captação e a demanda de água para uso em fins não potáveis.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

A NBR 15527 [1] prescreve as diretrizes para a implantação de sistemas para a captação e o aproveitamento da água da chuva captada de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, salienta também que o volume do reservatório deve ser baseado em critérios técnicos, econômicos e ambientais, usufruindo-se de qualquer método contido na mesma ou outro, desde que seja justificado.

O método para dimensionamento de reservatório de águas pluviais foi desenvolvido a partir do método apresentado por [2], que propõe a definição do volume do reservatório baseado em uma análise financeira, a partir da comparação entre duas alternativas.

Alternativa 1: Empreendimento sem sistema de aproveitamento de águas pluviais.

Alternativa 2: Empreendimento com sistema de aproveitamento de águas pluviais.

O método proposto sugere a implantação de duas novas variáveis, denominadas de D' e V' , que serão apresentadas a seguir. A variável D' é a relação entre a demanda para fins não potáveis e a área de captação, conforme Equação 2.

$$D' = \frac{D}{Ac} \quad (1)$$

onde:

D' = demanda unitária diária ($L/\text{dia}/\text{m}^2$);
 D = demanda diária (L/dia);
 Ac = área de captação (m^2).

Já a variável V' é a relação entre o volume do reservatório e a área de captação, obedecendo a Equação 3.

$$V' = \frac{VR}{Ac} \quad (2)$$

onde:

V' = volume unitário (m^3/m^2);
 VR = volume do reservatório (m^3);
 Ac = área de captação (m^2).

Com isso obedecendo às restrições descritas pelo método proposto por [2], podemos reescrever-se a Equação 1 da seguinte forma:

$$\frac{V_t}{Ac} = \frac{V_{t-1}}{Ac} + \left(\frac{VC_t}{Ac} - D'_t \right) \quad (3)$$

O método sugerido por [2] para a análise financeira é o método do valor presente, no qual valores futuros são descontados e trazidos para valores presentes, através do uso de uma taxa de desconto (i). Conforme descrito pelos autores a seguir.

Considerando-se o método do valor presente, as equações 4 e 5 apresentadas a seguir, são utilizadas respectivamente para a determinação dos custos relativos às Alternativas 1 e 2:

$$C_1 = \sum_{t=1}^n \frac{Cu_t \times CA_t}{\left(1 + \frac{i}{100}\right)^t} \quad (4)$$

onde:

C_1 = custo presente da Alternativa 1 (R\$);
 Cu_t = custo unitário da água tratada no ano t (R\$/ m^3);
 CA_t = consumo anual de água tratada no ano t (m^3/ano);
 i = taxa de desconto anual (% ao ano);
 n = horizonte do projeto (anos).

$$C_2 = C_0 + \sum_{t=1}^n \frac{Cm_t + Cu_t \times CA_t}{\left(1 + \frac{i}{100}\right)^t} \quad (5)$$

onde:

C_2 = custo presente da Alternativa 2 (R\$);
 C_0 = custo de implantação do sistema (R\$);
 Cm_t = custo de manutenção do sistema no ano t (R\$/ m^3) e demais variáveis já definidas anteriormente.

A caracterização da chuva utilizada foi dada através do índice de precipitação, denominada também de altura pluviométrica. É um importante critério a utilização de períodos de observações longos, preferencialmente acima de 30 anos, para que se permita uma análise representativa da influência das condições climatológicas, bem como usufruir-se de dados de qualidade, ou seja, menor número de falhas. A característica de precipitação deste estudo tem como base a série de dados da estação pluviométrica de Curitiba. A Figura 1 apresenta a precipitação média anual do período de janeiro de 1976 a dezembro de 2009.

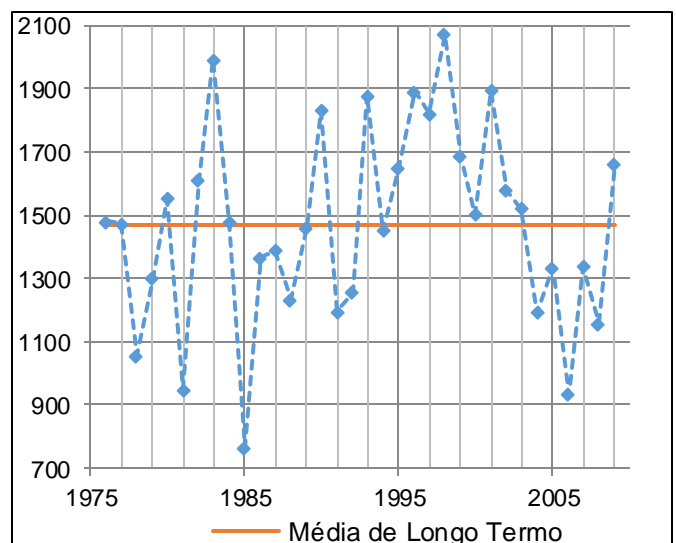


Figura 1: Precipitação média anual entre 1975-2005.

Fonte: Autores, (2016).

Para a determinação do custo unitário da água tratada, foi utilizada a tabela de tarifas de saneamento básico da Companhia de Saneamento do Paraná [3] com ano de referência de 2012. Para o estudo não foi considerado o cálculo da tarifa social.

Foram estabelecidos 3 diferentes casos para exemplificação do método, procurou-se estabelecer cenários que caracterizassem distintos consumidores, diferentes áreas de captação bem como diferentes custos.

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

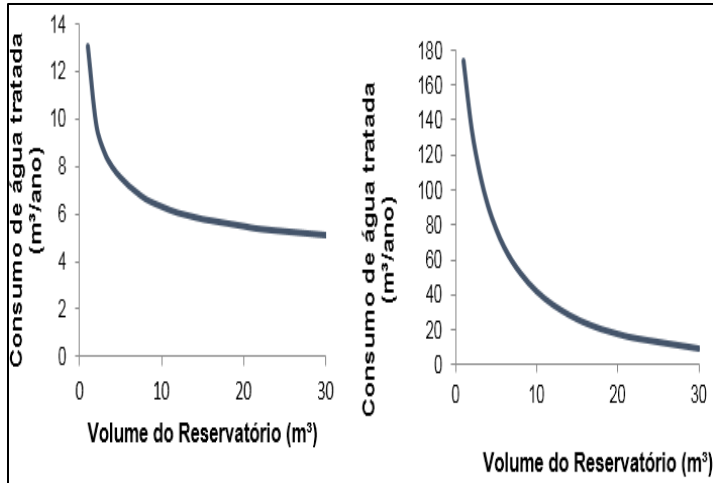


Figura 2: Curva relação Demanda x Volume do Reservatório – caso A e B.

Fonte: Autores, (2016).

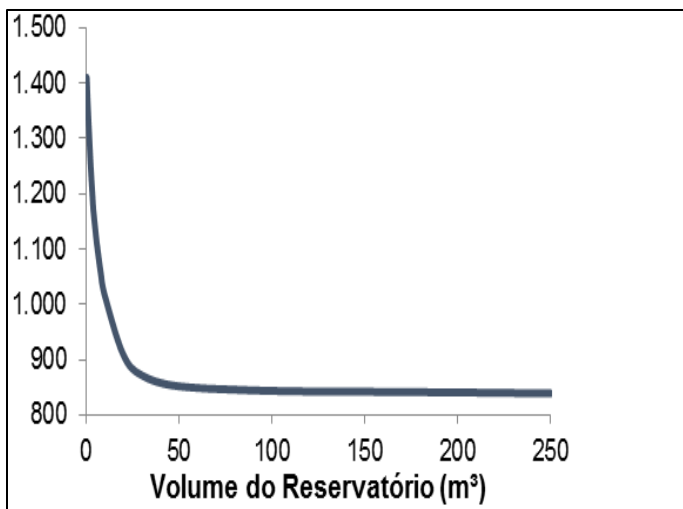


Figura 3: Curva relação Demanda x Volume do Reservatório – Simulação 3.

Fonte: Autores, (2016).

Na Tabela 1 são apresentados os valores das variáveis necessárias para realizar o dimensionamento para cada estudo de caso. Para todos os casos foi utilizada uma taxa de desconto (i) igual a 5% anual. Os custos de operação e manutenção foram estimados em 5% anualmente do valor do custo de implantação. O horizonte do projeto (n) foi estabelecido em 20 anos.

Tabela 1: Condições iniciais para dimensionamento dos estudos de casos.

Variável	Caso A	Caso B	Caso C
A_c (m ²)	30,00	450,00	600,00
D (L/dia)	100,00	700,00	4000,00
C_0 (R\$/m ³)	500,00	500,00	1000,00
C_{u_t} (R\$/m ³)	2,00	2,00	4,50

Fonte: Autores, (2016).

Caso A

O volume ótimo equivale a um reservatório de 0,20 m³. O consumo anual médio de água tratada para a alternativa 1 foi de 36,53 m³ e de 24,01 m³ para a alternativa 2. O volume médio de água aproveitada anualmente foi de 12,52 m³, o que representa uma diminuição de 34,27 % no consumo de água tratada.

O custo presente da alternativa 1 foi de R\$ 910,36 e o da alternativa 2 foi de R\$ 760,62 o que representa uma economia de R\$ 149,74 para o usuário com a implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais.

Caso B

O volume ótimo equivale a um reservatório de 1,94 m³. O consumo anual médio de água tratada para a alternativa 1 foi de 255,68 m³ e de 136,43 m³ para a alternativa 2. O volume médio de água aproveitada anualmente foi de 119,25 m³, o que representa uma diminuição de 46,64 % no consumo de água tratada.

O custo presente da alternativa 1 foi de R\$ 6.372,55 e o da alternativa 2 foi de R\$ 4.978,19 o que representa uma economia de R\$ 1.394,36 para o usuário com a implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais.

Caso C

O volume ótimo equivale a um reservatório de 5,90 m³. O consumo anual médio de água tratada para a alternativa 1 foi de 1461,00 m³ e de 1110,08 m³ para a alternativa 2. O volume médio de água aproveitada anualmente foi de 350,92 m³, o que representa uma diminuição de 24,02 % no consumo de água tratada.

O custo presente da alternativa 1 foi de R\$ 81.932,90 e o da alternativa 2 foi de R\$ 71.836,04 o que representa uma economia de R\$ 10.096,76 para o usuário com a implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais.

III.1 COMPARAÇÃO DE ESTUDOS DE CASOS

Na Tabela 2 são apresentados os resultados das principais variáveis do dimensionamento por unidade de área de captação. Pode-se observar como a demanda unitária (D') tem uma relação direta com o volume unitário de armazenamento (V'). Observa-se uma relação direta entre D' e a economia no custo presente líquido (C') para os três casos.

Tabela 2: Comparação dos casos por área unitária da superfície de captação.

Variável	Caso A	Caso B	Caso C
D' (l/m ²)	1,22	0,57	2,44
V' (l/m ²)	6,67	4,32	9,84
C' (R\$/m ²)	4,99	3,10	16,83

Fonte: Autores, (2016).

Se bem que os resultados apontam a que uma maior demanda por área de captação leva a uma maior economia de custos, deve-se considerar que outros fatores afetam o custo economizado. Na metodologia exposta a diferença em custos de implantação e custos de água tratada influenciam diretamente estes resultados.

IV. CONCLUSÕES

O método proposto para o dimensionamento de reservatórios de armazenamento de águas pluviais é conceitualmente embasado no princípio de conservação de massa e é de fácil uso. Apresenta como característica exigir informações de obtenção relativamente simples, como a série de precipitações diárias, demanda diária, volume do reservatório e do custo de implantação, e permite que seja utilizado para diferentes faixas de consumo, de área de captação e custo de implantação.

Os resultados obtidos através dos exemplos mostram que quanto maior o reservatório, menor o consumo de água da rede pública de abastecimento, porém, a relação entre o consumo de água tratada e o volume de reservatório mostrou um comportamento assintótico, pois, o que determina o consumo mínimo de água tratada é a disponibilidade hídrica da região.

Portanto, o volume de captação é limitado, em outras palavras, não adianta aumentar o volume do reservatório se não há chuva o suficiente que possa enchê-lo. O comportamento assintótico mostra que o consumo de água tratada tende ao mínimo, porém, ele será diferente de zero.

V. REFERÊNCIAS

- [1] ABNT. “NBR 15527. **Alternativas para a captação de água nas novas edificações**. 2007. ANA. 17 de Setembro de 2012. <http://hidroweb.ana.gov.br> (acesso em 17 de Setembro de 2012).
- [2] GOMES, et al. **Dimensionamento de reservatórios de águas pluviais, usando um critério financeiro**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, março 2010.
- [3] SANEPAR. 25 de junho de 2012. <http://www.sanepar.com.br> (acesso em 25 de junho de 2012).
- [4] OURIQUES, RAFAEL ZINI, e LIDIANE BITENCOURT BARROSO. **Água pluvial como alternativa para lavagem de veículos**. HIDRO, n. 39 (janeiro 2010): 30 a 33.
- [5] TOMAZ, PLÍNIO. **Aproveitamento de Água de Chuva para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis**. Edição: Rubenal Hermano Santos. Vol. I. São Paulo, SP: Navegar Editora, 2003.
- [6] SEEGER, L.M.K. **Eficiência dos sistemas de aproveitamento de águas pluviais na região central do Rio Grande do Sul**. 2008.



An Experimental Didactic Space Of Rainwater Harvesting Contributes For Agrarian Science Teaching In The Brazilian Semiarid

Alisson Jadavi Pereira da Silva¹, Jilcélio Nunes de Almeida²

^{1,2} Instituto Federal Baiano, Campus Senhor do Bonfim.

Email: alisson.silva@ifbaiano.edu.br, jilcelioalmeida@ifbaiano.edu.br

ABSTRACT:

In regions where people live far from water sources it was seen specific demands and characteristics little addressed in the usual literature of agrarian education in Brazil. Some factors make it difficult to integrate teaching-research-extension in education the semiarid region, such as use of technology packages derived from research originating to meet specific demands and different from those observed in rural areas, or foreign literature adaptation. Therefore, this case study presents some results of the implementation of rainwater harvesting for agrarian science teaching at the Instituto Federal Baiano, Campus Senhor do Bonfim. Two cisterns with 52 m³ (volume unit) were built to rainwater harvesting from the roof of the educational institution, which is located far from ground and surface water source. The experimental didactic space enabled to start a process of solving local problems and change our approach to what we teach. In 2015, after implementation of the experimental didactic space, it was possible to insert practical classes covering issues not found in popular literary in the education process of students. The experimental didactic space enabled execution of experiments and extension activity.

Keywords: education, agrarian science, production cistern.

Received: March 13th, 2017

Accepted: May 14th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Unidade didática-experimental de captação e uso de água da chuva potencializa o ensino de ciências agrárias no semiárido

RESUMO

As demandas da sociedade rural do semiárido, localizadas longe de fontes hídricas, apresentam características específicas, pouco abordadas nas usuais literaturas do ensino agrícola do país. O uso de pacotes tecnológicos prontos na academia, oriundos de resultados de pesquisas realizados para atender demandas específicas e diferentes daquelas percebidas em zonas rurais do semiárido, ou de adaptação de literatura estrangeira, torna difícil integrar ensino-pesquisa-extensão na didática escolar desta região. Diante disso, o presente estudo de caso apresenta alguns resultados da implantação de uma unidade didática-experimental com captação e uso de água da chuva para o ensino de Licenciatura em Ciências Agrárias do Instituto Federal Baiano, Campus Senhor do Bonfim. Duas cisternas, cada uma com volume de 52 m³, foram construídas a fim de armazenar água captada no telhado da instituição de ensino, que se situa distante de fonte hídrica subterrânea e superficial. A unidade montada possibilitou iniciar um processo de resolução de problemas locais e de mudança da abordagem curricular. No ano de 2015, após a unidade montada, foi possível integrar ao processo formativo dos alunos: realização de aulas práticas abordando conteúdos não encontrados na literatura do curso; execução de experimentos visando resolver problemas locais; integração com a comunidade externa por meio da realização de cursos, oficinas e dias de campo.

Palavras-Chave: educação, ciências agrárias, cisterna de produção.

I. INTRODUÇÃO

As demandas por conhecimento da sociedade rural do semiárido, localizada longe de fontes hídricas superficiais e subterrâneas, apresentam características específicas, pouco abordadas nas usuais literaturas do ensino agrícola do país. O uso de pacotes tecnológicos prontos na academia, oriundos de resultados de pesquisas realizados para atender demandas

específicas, ou de adaptação de literatura estrangeira, torna difícil integrar pesquisa e extensão ao interesse de comunidades rurais localizadas em regiões de baixo acesso a água.

Ações formativas, quando dirigidas a atender demandas da sociedade local, exigem a prática integrada de pesquisa e extensão, desde o momento inicial de percepção do problema, até

a difusão da provável resolução do problema percebido. No âmbito da extensão, [1] em trabalho realizado junto a agricultores familiares do semiárido baiano, concluíram que o diálogo, o diagnóstico e o planejamento estratégico participativo devem ser feitos junto a agricultores, pois as metodologias tradicionalmente utilizadas (transversal e de pacotes prontos), apresentam resultados limitados.

Ao perceber as diversas demandas apresentadas pela sociedade rural do semiárido, os educadores e educandos se deparam com uma discrepância entre a demanda social e a demanda acadêmica. A primeira pode ser atendida com tecnologias sociais, pesquisa básica e de campo. A segunda, entretanto, exige experiência prévia demonstrada por titulação acadêmica e quantitativa de indicadores científicos. Neste sentido,

II. MATERIAIS E MÉTODOS

A unidade didática-experimental foi instalada no campus Senhor do Bonfim do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, em Senhor do Bonfim-BA. O clima do local é semiárido, sendo a precipitação média anual de 574,8mm com déficit hídrico elevado durante todo o ano, sendo mais intenso nos

no âmbito acadêmico, as propostas de projetos nem sempre são avaliadas por conhecedores da demanda social rural do semiárido. [2] afirmam que a compreensão adequada dessa temática dependerá, cada vez mais, da capacidade de a academia nacional redirecionar seu olhar multidisciplinar para o vasto grupo de agricultores até então "invisíveis" na base da pirâmide social do campo.

Diante disso, o presente estudo de caso apresenta alguns resultados da implementação de uma unidade didática-experimental de captação e uso de água da chuva, visando iniciar um processo de resolução de problemas locais e de mudança da abordagem curricular no ensino de Licenciatura em Ciências Agrárias do Instituto Federal Baiano, campus Senhor do Bonfim, estado da Bahia.

meses de setembro a janeiro. O campus encontra-se localizado distante de fontes de água superficial e subterrânea.

Em um complexo Laboratorial construído no ano de 2011, haviam bicas instaladas, porém sem qualquer tipo de aproveitamento da água proveniente do telhado. Assim, uma área foi delimitada e a área de duas cisternas foi definida para captação de água da chuva, conforme Figura 1.

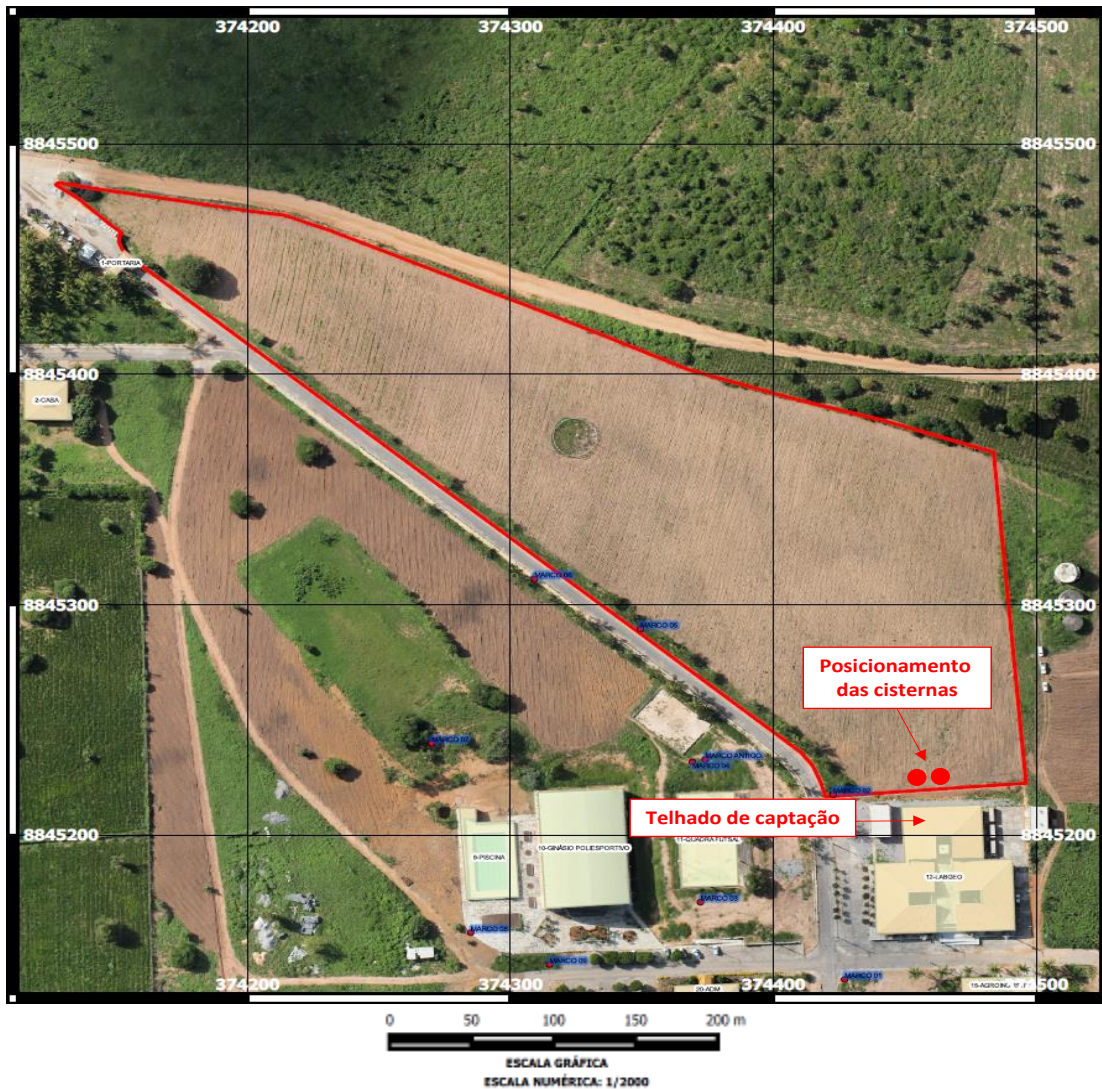


Figura 1: Posicionamento das cisternas no Campus Senhor do Bonfim do IF Baiano e visão do telhado utilizado para captação de água da chuva.

Fonte: Elaboração: LABGEO-Campus Senhor do Bonfim.

Para construção das cisternas, duas áreas circulares foram demarcadas com auxílio de um barbante e dois tornos. Aplicou-se cal para dar destaque a marcação dos círculos que foram definidos com diâmetro de 8 m. Com os círculos marcados e destacados, utilizou-se de uma retroescavadeira para escavação do buraco a uma profundidade de 1,8 m (Figura 2A). Seguiu-se para confecção das placas das paredes, traçadas a uma proporção de 9 latas de areia para 1 saco de cimento, com dimensões de 0,5 x 0,6 m e espessura de 0,04m, envergadas a 0,01m (Figura 2B). As placas da cobertura foram traçadas a uma proporção de 7 latas de areia para 1 saco de cimento, formatadas em cone com base de 0,5 m, altura de 2,8 m e espessura de 0,08 m (Figura 2C).

O fundo do buraco escavado foi nivelado, onde aplicou-se concreto sob traço de 12 latas de areia para 01 saco de cimento e 08 latas de brita 0. Uma armadura circular construída com ferro

¼” foi posicionada acima do primeiro concreto. Após posicionamento da grade uma nova concretagem foi realizada.

Foram construídos caibros para sustentação das placas da cobertura moldados por uma forma cônica (Figura 2D). Os caibros foram traçados a uma proporção de 6 latas de areia para 5 latas de brita 0 e 1 saco de cimento, sendo que no centro desta estrutura foram centralizadas duas barras de ferro de 5/16”. Os caibros foram ancorados em uma coroa de 1 m de diâmetro e 0,1m de espessura (Figura 2G). A coroa foi posicionada sobre uma coluna central moldada em tubo PVC de 150mm com 2,8 m de altura. As bicas já se encontravam instaladas na estrutura predial. A área total do telhado utilizado captação de água da chuva foi 2.400 m². A água captada no telhado foi conduzida até as duas cisternas por meio da conexão de tubos de PVC de 150mm às bicas já existentes no local.



Figura 2: Construção das cisternas de produção. A – Escavação com círculo demarcado; B – Confecção das placas da parede; C - Confecção das placas da cobertura; D – Construção dos caibros; E – Início da construção da parede e visão da base da cisterna n segunda concretagem; F – Visão da parede construída; G - coluna central moldada em tubo PVC; H – Posicionamento das placas da cobertura; I – Cisterna finalizada.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ano de 2015, três foram os meses em que o volume precipitado superou a capacidade de armazenamento das cisternas construídas, mediante a área de captação utilizada (Figura 3). A precipitação total do ano de 2015 foi de 705 mm, superando a média anual da cidade em 130,2mm. O potencial de armazenamento de água por meio das duas cisternas construídas foi 566.400 Litros/ano de 2015.

A estrutura montada serviu como demonstração para comunidade interna e externa do campus. Diariamente, cerca de 1.200 alunos matriculados no campus visualizaram a estrutura que foi estrategicamente montada em local de fácil visibilidade na via de entrada e saída do campus. Com frequência, aulas práticas puderam ser realizadas, permitindo uma abordagem prática de conteúdos relacionados a captação, uso e manejo da água da chuva na produção agrícola, os quais são minimamente explorados nas usuais literaturas do ensino agrícola do país.

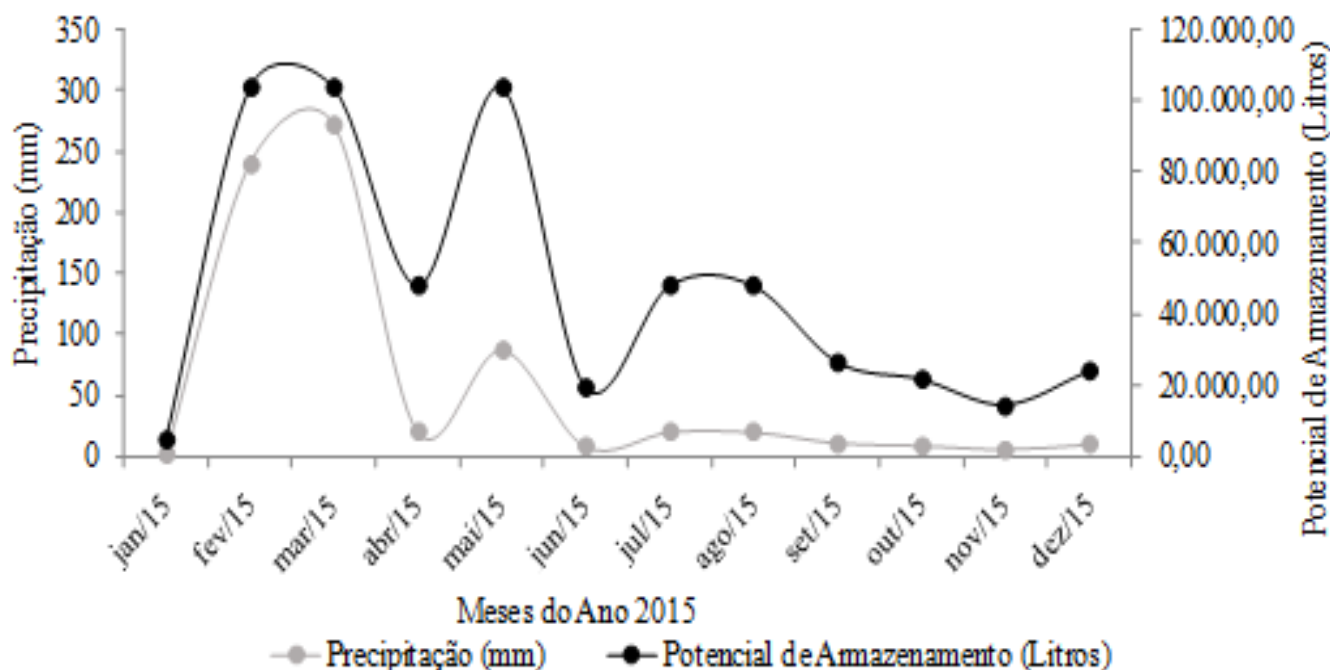


Figura 3: Volume de chuva precipitado e armazenado durante o ano de 2015.
Fonte: Autores, (2016).



Figura 4: Vista do sistema de captação e armazenamento de água da chuva montado.
Fonte: Autores, (2016).

Após a chuva de março de 2015, foi possível em abril do mesmo ano, realizar um dia de campo com agricultores, professores e alunos do curso de Licenciatura em Ciências Agrárias (LICA) do IF Baiano – Campus Senhor do Bonfim, totalizando 115 participantes, onde na oportunidade, foi implantada de forma participativa, uma unidade de plantio de umbú gigante e manga (Figura 5). As culturas passaram a ser

irrigadas minimamente via sistema por gotejamento com a água captada da chuva, visando manter as plantas vivas para realização de aulas práticas e ações de extensão. Realizou-se dois cursos de manejo e sistemas de irrigação de baixo custo; uma oficina para uso de água da chuva em sistema hidropônico de baixo de custo e um curso de uso de biofertilizantes na agricultura.



Figura 5: Realização de Dia de Campo com plantio de mudas de umbú gigante e manga de forma participativa.
Fonte: Autores, (2016).

Após a chuva de maio de 2015, iniciou-se a implantação de dois experimentos na área: um com objetivo de definir valores de demanda de água do tomateiro para condição de solo coberto e descoberto, outro, visando definir estratégias para irrigação

deficitária em quatro variedades de palma forrageira (Figura 6). Tais experimentos são conduzidos por estudantes de pós-graduação (mestrado e doutorado) acompanhados de alunos do curso de LICA bolsistas de iniciação científica.



Figura 6: Experimentos montados após montagem do sistema de captação e armazenamento e água da chuva.
Fonte: Autores, (2016).

O presente estudo de caso demonstra, com exemplos, as possibilidades viabilizadas pela implantação de uma unidade didática-experimental com uso de técnicas de captação e armazenamento de água da chuva. Portanto, espera-se que o trabalho sirva como apoio para instituições de ensino localizadas distante de fontes hídricas, que ofertam ensino agrícola, mas que não exploram as diversas possibilidades geradas pela oferta de água, sobretudo no que diz respeito à necessidade de ajuste e aperfeiçoamento do conteúdo pedagógico de algumas disciplinas. Por menor que seja a área de captação, é permitido ao educador

inovar sua rotina escolar e experimentar a resolução de problemas aplicados a realidade local.

IV. CONCLUSÕES

A unidade de captação e armazenamento de água da chuva em instituição de ensino localizada distante de fonte de água viabilizou ações que possibilitam:

- formação de alunos fugindo de pacotes tecnológicos prontos, não havendo necessidade de uso da literatura usualmente

relacionadas nos projetos pedagógicos de cursos de Licenciatura em Ciências Agrárias;

- abordagem prática de conteúdos não explorados nas usuais literaturas do ensino agrícola do país.
- envolvimento da comunidade externa no processo de ensino-aprendizagem;
- ajuste do processo formativo de alunos do curso de Licenciatura em Ciências Agrárias, envolvendo-os na observação e resolução de problemas locais;
- integrar pesquisa e extensão ao ensino de Ciências Agrárias, especificamente nas disciplinas estatística experimental e irrigação.

V. REFERÊNCIAS

[1] Parizotto, I. Coelho, Eugênio Ferreira; Silva, Alisson Jadavi Pereira da. **Unidades de Observação Irrigadas Contribuem para a Autonomia Alimentar de Agricultores Familiares do Semiárido Baiano**. In: X Congresso da Sociedade Brasileira de Sistemas e Produção, 2014, Foz do Iguaçu. Enfoque Sistêmico e Agricultura Familiar na Construção do Desenvolvimento Sustentável, 2014.

[2] Aquino, J. R.; Lacerda, M. A. D. **Magnitude e condições de reprodução econômica dos agricultores familiares pobres no semiárido brasileiro**: evidências a partir do Rio Grande do Norte. Revista de Economia e Sociologia Rural. vol. 52, p 167-188, 2014.



Environmental diagnostic of the spa park 10 de Novembro at Igarapé Mindú in Manaus

Fernando Rodrigues de Almeida¹, Jandecy Cabral Leite^{1,3}, Cláudio Nahum Alves^{1,2}, Ricardo Jorge Amorim de Deus^{1,2}

¹Pós-Graduação em Ciência e Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, 66075-110, Brasil.

²Laboratório de Pesquisa em Meio Ambiente e Conservação/LaPMAC, Universidade Federal do Pará, 66075-110, Brasil

³Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará (PPGEP-ITEC-UFGA)

Email: frdealmeida@bol.com.br

Received: March 13th, 2017

Accepted: May 14th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

The bathhouse of Park 10 the November is bathed by the waters of the Igarapé of Mindú in the region of the mouth. The disorderly growth of the city of Manaus, caused by the establishment of the Free Zone, led to the occupation of the marginal areas with emergencies of neighborhoods and anthropic consequences to the streams. In this work, we discuss the contribution of the leisure complex between the years 1943 and 1974, with the evaluation of the physical complex and the analysis of the pool water in the PH parameters, dissolved oxygen (OD), electric conductivity (CE), turbidez e temperatura, results compared to the studies already carried out in the nascent region, a medium course to enable bathing by stimulating leisure with restrictions to the rainy season (December to May) due to diffuse pollution.

Keywords: Key words: Spa of the 10 de Novembro Park, disordered growth, anthropic, water analysis, leisure, bathing.

Diagnóstico ambiental do balneário Parque 10 de Novembro no Igarapé Mindú em Manaus

RESUMO

O balneário do Parque 10 de Novembro é banhado pelas águas do Igarapé do Mindú na região da foz. O crescimento desordenado da cidade de Manaus, causado pela implantação da Zona Franca, provocou a ocupação das áreas margeantes com surgimentos de bairros e consequências antrópicas aos igarapés. Neste trabalho, abordamos os efeitos contribuintes para a desativação do complexo de lazer, ativo entre 1943 e 1974, com avaliação do complexo físico e análise da água da piscina nos parâmetros PH, Oxigênio Dissolvido (O.D.), Condutividade Elétrica (C.E), Turbidez e Temperatura, os resultados comparados aos estudos já realizados na região da nascente e médio curso, fatores contribuintes para possibilitar a balneabilidade estimulando o lazer com restrições ao período chuvoso (dezembro a maio) em função da poluição difusa.

Palavras-chaves: Balneário do Parque 10 de Novembro, crescimento desordenado, antrópicos, análise hídrica, lazer, balneabilidade.

I. INTRODUÇÃO

Historicamente, a relação do homem com o ambiente tem sido marcada por profundas alterações nos sistemas ambientais, decorrentes do uso indiscriminado dos recursos naturais, o que tem levado regiões a apresentarem estágios avançados de degradação ambiental, muitas vezes irreversível ou de recuperação difícil e onerosa. Neste sentido, o comprometimento da capacidade de suporte dos sistemas naturais de absorver os impactos das modificações ambientais está frequentemente associado à degradação dos recursos hídricos, atmosféricos e dos solos, com riscos à qualidade de vida [1].

A degradação da qualidade da água no meio urbano compromete suas categorias de uso pela população. No Brasil, a Política Nacional dos Recursos Hídricos (Lei 9433/97) preconiza que a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas [2]. Deste modo, cabe aos gestores criar estratégias que visem à manutenção da qualidade ambiental dos rios urbanos. Dentre as categorias de uso dispostos na Resolução n° 357/05, do Conselho Nacional do Meio Ambiente [4], a prática de atividades recreativas figura entre os usos admissíveis para os rios enquadrados nas classes 1

e 2, desde que sejam observadas as condições de balneabilidade [4].

Devido à capacidade da água de transmitir doenças, o desconhecimento da balneabilidade oferece riscos à saúde dos banhistas. Segundo [5], a probabilidade de um banhista contrair uma doença banhando-se em águas contaminadas aumenta com a concentração dos organismos patogênicos, com o tempo de exposição, com a forma com que se expõe ao meio aquático e com o seu nível de imunidade.

O Parque 10 de Novembro criado em 1943 em Manaus, Amazonas, estruturado para receber as famílias amazonenses em sua piscina natural, abastecida pelas águas límpidas do igarapé do Mindu, em vasta área verde, com zoológico e um restaurante para a satisfação gastronômica dos frequentadores, foi desencadeando os efeitos antrópicos, com teor significativo ao longo do tempo, onde segundo levantamentos da Prefeitura de Manaus existem mais de 50 conjuntos habitacionais e condomínios despejando vários tipos de efluentes no igarapé Mindu.

O igarapé Mindu é classificado como igarapé de 1ª ordem conforme o estudo de hierarquização das bacias e sub-bacias hidrográficas de [6], em que os menores canais sem tributários são considerados como de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem e só recebem afluentes de primeira ordem.

Os valores de temperatura, pH e oxigênio dissolvido (OD) diferenciam-se em cada curso, principalmente entre os cursos inferior e médio em relação ao curso superior (nascente do Mindu) por estar próximo da Reserva Ducke. Os dados de [7] e [8] confirmam o estado de intensa poluição do rio nos pontos estudados, e traduz a urgência com que a sociedade deve tomar nas políticas de intervenções urbanas e ambientais.

Diante deste contexto, este estudo propõe realizar levantamento documental referente ao período que contemplou a história do complexo de lazer Parque 10 de Novembro, desde a sua inauguração em 1943 à intervenção em 1974 provocada por fatores sociais e antrópicos na sua extensão majoritária.

Complementarmente, levantamento de dados de qualidade da água utilizando os parâmetros pH, condutividade elétrica (CE), oxigênio dissolvido (OD), Turbidez e Temperatura para o mês de novembro de 2016 e janeiro de 2017, visando oferecer diagnóstico ambiental com a perspectiva de estimular o lazer na área de estudo.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Constituição Federal de 1988, em seu Artigo 255, que garante a tutela do meio ambiente ao povo, podendo ser desfrutado por toda e qualquer pessoa no âmbito da legalidade constitucional, sendo, portanto, essencial à sadia qualidade de vida como afirma [9], que estilo de Vida, é o conjunto de ações cotidianas que reflete as atitudes e valores das pessoas. Estes hábitos e ações conscientes estão associados à percepção de qualidade de vida do indivíduo.

As ações antrópicas, afetam o mundo aquático de uma forma geral. Os organismos e a saúde humana correm riscos por meio de ingestão de águas contaminadas. Esgotos domésticos e as águas residuárias provenientes de atividades pecuárias contribuem com elevadas cargas orgânicas; as indústrias com uma série de compostos sintéticos e elementos químicos potencialmente tóxicos; e as atividades agrícolas com a contaminação por pesticidas e fertilizantes ricos em sais minerais [10]. RESOLUÇÃO [3] nº 274, de 29 de novembro de 2000 Publicada no DOU no 18, de 25 de janeiro de 2001, Seção 1, páginas 70-71 Correlações: · Revoga os artigos 26 a 34 da Resolução no 20/86 (revogada pela Resolução no 357/05) Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. pH < 6,0 ou pH > 9,0 (águas doces), à exceção das condições naturais;

Um projeto que poderia representar alguma esperança para o igarapé do Mindu, surgiu no governo municipal de Amazonino Mendes, em 2007, e foi alterado em projeto original, segundo A Crítica, jornal de maior circulação do Estado do Amazonas, o projeto se limitou a construção de um corredor ecológico. O projeto só foi executado em 2011, obras orçadas em 114 milhões e o projeto não beneficiou as águas do Igarapé do Mindu, pois não havia estações de tratamento no orçamento.

Várias atitudes internacionais estão definindo uma direção para contemplar o direito ao meio ambiente pelo homem em qualquer parte do mundo. Em tal contexto a revista Ciência e meio Ambiente publicou um artigo em março de 2017, abordando a questão do meio ambiente no mundo. O homem tem direito a água tratada, matas verdes, fauna e flora vivas.

O homem amazônico é privilegiado quanto ao contexto hídrico. De acordo com [11], 70% da superfície terrestre é coberta por água, sendo 97,5% oceanos e mares e 2,5 % em rios, lagos e outros reservatórios. A descarga de água doce nos rios brasileiros é muito alta, uma vazão média de anual de 179 mil m³/s, o que corresponde a 12% do sistema hídrico mundial. Porém, há disparidades regionais em termo de distribuição hídrica superficial. A Região Amazônica detém cerca de 70% dos recursos hídricos superficiais, como referência, o rio Amazonas corta toda a região, uma área equivalente a 44% do território nacional, sendo ocupada por apenas 4,5 % da população brasileira.

O Mindu é o principal igarapé da cidade de Manaus, sua extensão de 22 km, segundo [12] da nascente na Zona Leste à foz, no Rio Negro, bairro de São Raimundo, Zona Oeste. O balneário do Parque 10 de Novembro está localizado na região de alto impacto urbano, com o crescimento de residências nas margens do igarapé, região adjacente.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo foi direcionada ao Balneário do Parque 10 de Novembro (Figura 1), Igarapé do Mindú,

localizado em Manaus, Amazonas, geograficamente em latitude $3^{\circ} 5'33.90''S$, longitude $60^{\circ} 0'56.78''O$. O balneário do parque 10 de novembro, foi construído com a ideia de otimizar a qualidade de vida da população de Manaus. Inaugurado em 1943, sua área física constituída.

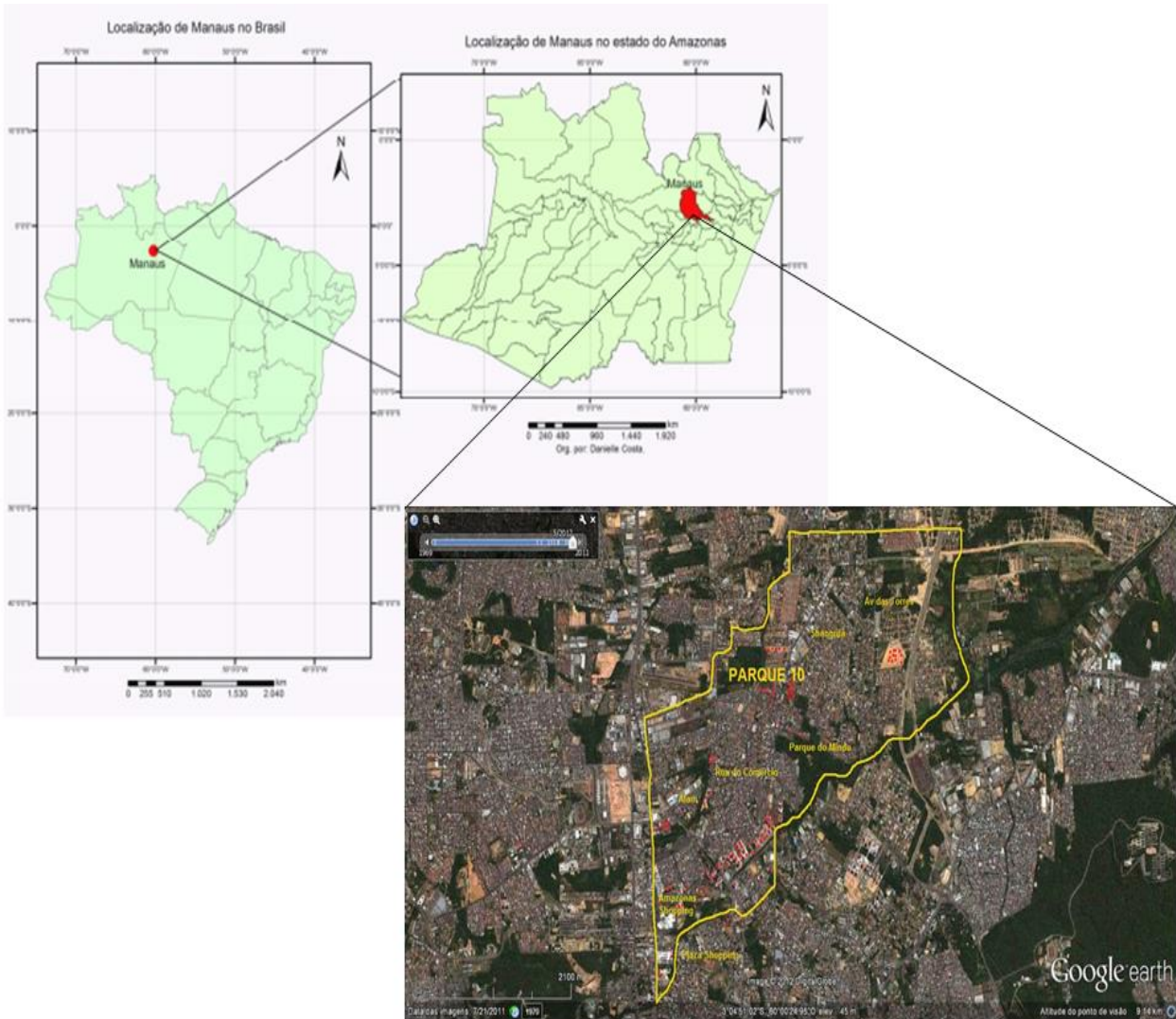


Figura 1. Parque 10 de Novembro, Manaus, Amazonas. Fonte: [14].

O igarapé do Mindu com 22,5 km de extensão é o principal igarapé da cidade de Manaus, corta a cidade de norte (Reserva Ducke) a sul, formando a micro bacia do São Raimundo, recebendo de outros igarapés como o do Franco (curso inferior) e dos Franceses (no curso médio), cursos d'água que desembocam no Mindu e seguem até a sua foz no rio Negro (Figura 2). Neste curso (Ponte dos Bilhares) o igarapé do Mindu tem como tributário o igarapé dos Franceses quem vem do bairro da Alvorada, e com ele efluentes dos bairros Alvorada I e II, Sapolândia, Tropical, conjuntos habitacionais e casas

residenciais da Chapada. Parte do curso médio do Igarapé do Mindu, bairro do Parque 10, foi ocupada pelas residências e condomínios fechados e, a “Paris dos trópicos”, característica da cidade herdada pelo ciclo da borracha, deu lugar à desordem e falta de planejamento, tanto no que diz respeito ao crescimento da população quanto da área urbana em si [14]. Neste sentido, toda área física que se destacava em função da intocabilidade natural do complexo original inaugurado em 1943 foi interdito em 1974 em virtude das ações antrópicas provocadas por esgotos domiciliares das áreas adjacentes.

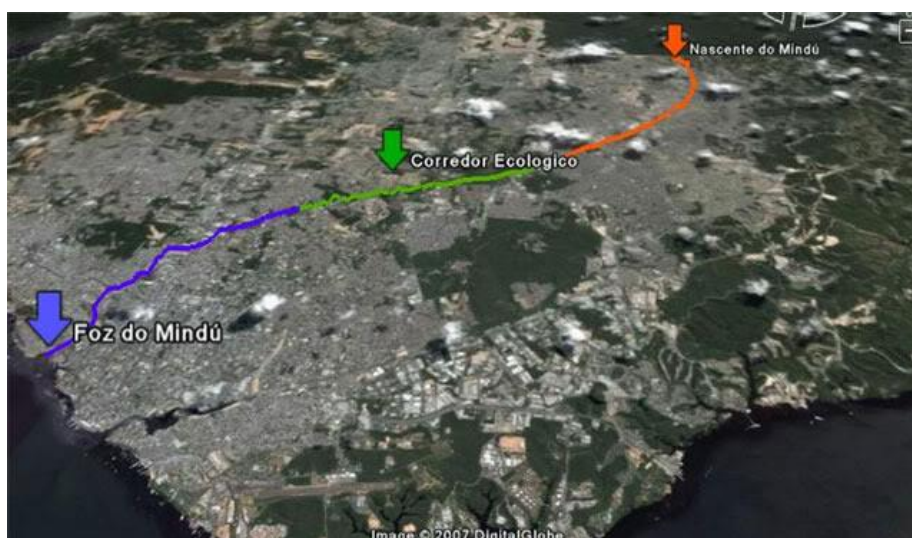


Figura 2. Mapa Territorial do Mindú da nascente à foz no rio negro.
Fonte: [14].

III.2 DIAGNÓSTICO SOCIO-AMBIENTAL

Realizou-se levantamento sócio-ambiental referente ao período que contemplou a história do complexo de lazer, desde a sua inauguração em 1943 à intervenção em 1974 provocada por fatores sociais e antrópicos na sua extensão majoritária. Além das perspectivas atuais. Para a realização deste estudo, foram utilizadas as seguintes técnicas para a coleta de dados: pesquisa documental; entrevista semiestruturada (ABERTAS); Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitat baseado em [15][16].

III.3 PESQUISA DOCUMENTAL

Foram realizadas pesquisas documentais em jornais, revistas, estatísticas, gráficos, mapas, filmes, documentários, gravações de áudio, o que segundo [17], podem ser utilizadas. Pesquisas em órgãos governamentais. Responsáveis pelo Balneário do parque 10 de Novembro: SEMMAS, PREFEITURA MUNICIPAL DE MANAUS, CÂMERA MUNICIPAL DE MANAUS.

Em busca de informações realizamos entrevistas abertas com sujeitos incluídos nas pesquisas em alguns órgãos ambientais da cidade de Manaus, entre os quais foram o Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA): pesquisadores cujos projetos relacionam-se a igarapés em Manaus (AM), conversamos dois pesquisadores do INPA Instituto Nacional de Pesquisa na Amazônia; dois analistas do (IBGE): Supervisão de dados do IBGE/Manaus (AM) (entrevista aberta); Comunidade: Moradores que residem nas proximidades do Balneário do Parque 10 de Novembro moradores de oito residência situadas dentro do igarapé).

A amostragem está vinculada ao conhecimento prévio do pesquisador, quanto à área foco da pesquisa, de modo que a seleção dos atores deu-se mediante a função ocupada e a atuação em relação ao objeto de estudo, visando o alcance de um grupo de informantes com os conhecimentos necessários

à investigação científica, aptos a responderem às questões pertinentes à pesquisa [17].

III.4 ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS

Realizou-se entrevista aberta com moradores das residências adjacentes ao terreno do balneário com a finalidade de obter informações esclarecedoras para os objetivos da pesquisa de campo no mês de agosto de 2016. Os moradores entrevistados residem no local há mais de 30 anos, fazem parte dos grupos de ocupação da área margeante do igarapé do Mindú e compartilharam do período áureo do balneário do parque dez de novembro até a interdição pública. Neste sentido, 8 pessoas foram entrevistadas no mês de agosto de 2016, componentes de 4 residências da rua do igarapé, bairro Nossa Senhora das Graças. Famílias com baixo nível sócio-econômico, baixo nível de escolaridade e com padrão familiar matriarcal. Assim, foram feitas algumas perguntas: Como as famílias sentiram a desativação do balneário? Depois da interdição, as famílias usaram a piscina? Alguém da família ou conhecidos adquiriu alguma enfermidade? Qual a opinião das famílias frente à questão dos esgotos depositados diretamente no igarapé e como eles lidavam com isso? Qual a opinião das famílias frente à questão dos resíduos sólidos (lixo) depositados diretamente no igarapé e como eles lidavam com isso?

III.5 MÉTODOS UTILIZADOS

Foram utilizados os métodos múltiplos, segundo [18], que é uma ferramenta mais dinâmica e que amplia a capacidade de pesquisa de campo e o Método da flexibilidade, segundo [19], em função das questões não precisarem seguir a ordem prevista no guia e poderão ser formuladas novas questões no decorrer da entrevista [20].

IV.6 PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DA DIVERSIDADE DE HABITAT BASEADO EM [15], Apud [16].

Para avaliação do ambiente foi utilizado o Protocolo de Avaliação Rápida de [15], Apud [16] com o objetivo de criar um diagnóstico do Balneário do Parque 10 de Novembro, Igarapé do Mindú, Manaus, Amazonas. Para análise de preservação o critério adotou a seguinte pontuação: 5 pontos (situação natural), 3 e 2 (situações de alterações leves), 0 (situação severamente alterada).

O Protocolo foi usado para avaliar todo o contexto da pesquisa de campo, englobando o Igarapé do Mindú e o ambiente físico do balneário. O Protocolo de [15], tem sido empregado em muitos estudos hidrográficos nas questões da oleosidade, cor, odor, erosão, assoreamento, transparência da água, mata ciliar dos rios e igarapés, além de outras referências ambientais. Adota 22 parâmetros de avaliação para estabelecer um diagnóstico do objeto de estudo.

As notas somadas de cada parâmetro fornece um diagnóstico para cada habitat. A pontuação estabelece o nível de impactação. De 0 a 40 indica trechos impactados, de 41 a 60 trechos alterados e superior a 60 pontos os trechos naturais.

III.7 DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO IGARAPÉ MINDU

A determinação das condições de balneabilidade da área de estudos levou em consideração os seguintes parâmetros de qualidade da água determinadas *in situ*: pH, Condutividade Elétrica (CE), Oxigênio Dissolvido (OD) e temperatura (sonda multiparamétrica *Professional Plus* YSI®), turbidez (turbidímetro portátil plus marca ALPHAKIT). Tais parâmetros foram selecionados com o intuito de se aferir a influência do aporte externo na qualidade da água comparando com a legislação vigente [4] 357/2005.

O diagnóstico foi realizado a partir da comparação dos



Figura 3: Balneário do Parque 10 de Novembro; em 1960.
Fonte:[12].

dados obtidos por esta pesquisa com dados elaborados em relatórios cedidos em períodos diferentes desde 1986 a 2016, ao longo de 30 anos de observações do grupo de pesquisas do INPA - Coordenação de Pesquisas em Clima e Recursos Hídricos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (CPCRH/INPA). Ainda, em março/agosto 2012, foram realizadas 02 coletas de cinco amostras de águas nas nascentes do Parque Municipal das Nascentes do Mindu (PMNM) e Corredor Ecológico Urbano do Mindú (CEUM) (Figura 2), as quais foram analisadas pelo laboratório do INPA.

Neste trabalho foram realizadas 02 coletas em novembro/2016 e janeiro/2017 na área da piscina do Balneário do Parque 10 de Novembro (CEUM), considerando a questão das águas de referência na extensão do comprimento total de 150 metros período da vazante do Rio Negro o que define menor nível de água do Igarapé do Mindú. As amostras de novembro/2016 e janeiro/2017 foram analisadas por pesquisadores colaboradores do Laboratório de Química do Instituto Federal do Amazonas, Campus Manaus Distrito Industrial – CMDI; Laboratório de Análise do Departamento de Química da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e Laboratório de Pesquisa em Meio Ambiente e Conservação/LAPMAC da Universidade Federal do Pará/UFPA. Os dados obtidos após as análises dos parâmetros de qualidade da água por pontos de coleta foram tabulados e tratados estatisticamente utilizando o *software* Excel 2007.

IV.RESULTADOS E DISCUSSÕES

IV.1 DIAGNÓSTICO SÓCIO-AMBIENTAL: PESQUISA DOCUMENTAL

Época de plena interação entre o homem e a natureza na cidade de Manaus, 1943, ano de inauguração do Balneário do parque 10 de novembro, período empírico, quando igarapés de águas geladas e límpidas, determinavam o caminho do lazer do final de semana dos manauaras como se pode verificar através da figura 3 em 1960.

De acordo com [22], a Revolução Industrial criou as condições necessárias para que o capital acumulado pudesse se reproduzir e a sociedade deixa então de ser fundamentalmente rural para se transformar em urbana. O sistema capitalista se apropria do espaço urbano. Esse, então, passa a ser produzido segundo a lógica baseada na expansão do capital. A natureza passa a desempenhar o papel de recurso natural que pode ser apropriado pelo homem, este se torna distinto do recurso a ser apropriado, separando-se, portanto, da natureza. Caracterizam-se, nesse momento, dois mundos distintos: o social e o natural, onde vivem respectivamente sujeito e objeto, gerando

contradições de interesses das classes. Como não havia garantia política para sustentabilidade dos pequenos rios vieram os efeitos antrópicos provocados pelas invasões e conjuntos habitacionais construídos nas áreas de ligação direta com as águas dos mesmos, tornando-as impróprias para uso e lazer (Figura 4). Assim, o crescimento desordenado da cidade, os conjuntos residenciais construídos em áreas adjacentes dos Igarapés, as invasões das áreas margeantes, a agricultura, os novos bairros, as indústrias são fatores que contribuíram para degradação do igarapé [10].



Figura 4: Avanço urbano na área adjacente ao Igarapé do Mindú na área do balneário do parque 10 de novembro.
Fonte: Autores, (2017).

Por outro lado, segundo [23], lazer e esporte agem no campo, da preocupação e da necessidade, como um elemento que reduz o risco patológico futuro e também funciona como agentes psicossociais que compõem o indivíduo sejam preocupações de abrangência emocional ou social. O trânsito, as filas, as desordens sociais, o mau hábito alimentar, e outras preocupações negativas tornam o homem urbano mais fragilizado e exposto às doenças. Nisso, as atividades esportivas em forma de lazer realizados na natureza podem apresentar um novo cenário, que não é o da destruição, mas, é reflexivo e antropológico. Nesse sentido, observa-se a importância do lazer na reintegração e no aprofundamento das relações ora cristalizadas, interrompidas e suprimidas em consequência da urbanização. No modelo atual da prática da força de trabalho contempla espaços e lugares onde esse esforço momentaneamente possa ser recompensado pelo lazer e pela satisfação.

Após reivindicação de moradores, a Prefeitura de Manaus juntou-se ao apelo popular para preservação da área e no dia 18 de março de 1992, na gestão de Arthur Virgílio Neto, foi iniciado o projeto de construção do Parque do Mindu. Em 1993, pela Lei Municipal n.º 219 (11/11/1993), passou a “área de interesse ecológico”, vinculada à Secretaria Municipal de Desenvolvimento e Meio Ambiente (SEDEMA) na época, atual Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA), passando a

integrar desde então o Sistema Municipal de Unidades de Conservação, na categoria “Parque Municipal”, regido pela regulamentação de Parques Nacionais Brasileiros [24]. Entretanto, o processo ainda é lento para construção e remonte daquilo que se perdeu e das estruturas que hoje se fazem necessárias às práticas esportivas e de lazer, sejam elas no entorno dos igarapés ou em lugares estabelecidos como é o caso do Passeio e Parque do Mindu, Centro Social e Urbano do Parque 10.

Em 2016 como resultado do plano da recuperação e conservação ambiental proposto pela Prefeitura de Manaus, a figura 4 mostra o leito do igarapé do mindú, com pequena área margeada por matas nativas e/ou reflorestadas. Entretanto, como o igarapé ainda sofre com elevado desmatamento em sua extensão, suas águas apresentam coloração amarelada e bastante turva, provavelmente provocada pelo efeito das ações pluviométricas sobre erosões no solo argiloso, sílico-arenoso despejando-os no leito do igarapé associando-o. Assim como, o igarapé sofre com o despejo dos resíduos domésticos, o volume de matéria orgânica (vindo dos esgotos), juntamente com a decomposição de plantas aquáticas, a intensa atividade microbológica e a elevada temperatura, indicam que possivelmente são fatores que contribuem para degradação da qualidade da água do igarapé Mindu.



Figura 4: Águas do Balneário do Parque 10 de Novembro; em 2016.
Fonte: Autores, (2017).

IV.2 DIAGNÓSTICO SÓCIO-AMBIENTAL: ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS

As informações perceptivas dos entrevistados tiveram como conteúdo respostas como: “foi como morresse um pedaço de nós. Ficamos sem a piscina, sem o espaço de lazer e nossas crianças foram em busca de banhos mais distantes, o que causou muitos problemas familiares e na escola”; “ninguém ficou doente até hoje tomando banho no igarapé e não conheço alguém que adoeceu porque tomou banho aí no balneário”; “o decarte do lixo não tem outra opção o jeito é o rio”; “já jogamos muito lixo na água mas agora já tem coleta e deixamos na lixeira pra ser recolhido”. Entretanto, ressaltou-se pela pesquisa que a tal “lixreira” está localizada na margem esquerda do igarapé, na região da antiga piscina do Balneário do Parque 10 de Novembro, sendo disponibilizada para arraste direcionada ao igarapé a medida que se tenha altas concentrações de precipitação. Assim, os resultados obtidos são concordantes com [24], onde afirma que o morador urbano, independentemente de classe social, anseia viver em um ambiente saudável que apresente as melhores condições para vida, ou seja, que favoreça a qualidade de vida: ar puro, desprovido de poluição, água pura em abundância entre outras características tidas como essenciais. Entretanto, observar um ambiente urbano implica em perceber que o uso, as crenças e hábitos do morador citadino têm promovido alterações ambientais e impactos significativos no ecossistema urbano. Essa situação é compreendida como crise e sugere uma reforma ecológica.

A problemática ambiental gerada pelo lixo é de difícil solução e a maior parte das cidades brasileiras apresenta um serviço de coleta que não prevê a segregação dos resíduos na Fonte [12]. Nessas cidades é comum observarmos hábitos de disposição final inadequados de lixo. Materiais sem utilidade se amontoam indiscriminada e desordenadamente, muitas vezes em locais indevidos como lotes baldios, margens de estradas, fundos de vale e margens de lagos e rios. Percebeu-se que mesmo contemplando casos de agressões ao ambiente, os

hábitos cotidianos concorrem para que o morador urbano não reflita sobre as consequências de tais hábitos, mesmo quando possui informações a esse respeito [24]. Outro ponto importante é que a disponibilidade de água facilita ou contribui para o desenvolvimento urbano, que leva em conta os recursos hídricos para a edificação das cidades. Segundo [24], o uso da água na cidade, tipicamente, tem um ciclo característico de impacto ambiental negativo. A água é coletada de uma Fonte local (rio, lago ou lençol freático), é tratada, utilizada e retorna para um corpo coletor. Nesse retorno só excepcionalmente ela conserva as mesmas características de quando foi captada. Ocorrem alterações nas composições de sais, matéria orgânica, temperatura e outros resíduos poluidores.

IV.3 DIAGNÓSTICO SÓCIO-AMBIENTAL: PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DA DIVERSIDADE DE HABITAT BASEADO EM [16].

Através da somatória das notas atribuídas para cada parâmetro forneceu a pontuação final do protocolo que foi de 46 pontos. A maior fator de impacto ocorreu nas instalações prediais e avanço urbano, dando origem doméstica (esgoto, lixo) (canalização do curso do rio); de odor e oleosidade da água; água turva e em período de alta precipitação a cor da água alça coloração colorida ou opaca; , manejo e conservação do igarapé Mindu. Pois, segundo [15], a ocupação dos recursos hídricos modificam as características físicas, químicas e biológicas dos corpos d’água e das margens ao longo de seus cursos. Os igarapés integram tudo o que acontece nas áreas de entorno e isto significa que eles estão intimamente conectados ao ambiente terrestre, sendo poucos os que mantêm preservadas e íntegras suas condições naturais [25]. Assim, os múltiplos impactos antrópicos sobre os ecossistemas aquáticos têm sido responsáveis pela deterioração da qualidade ambiental de corpos hídricos importantes para o território brasileiro [15] e [26].

IV.4 DIAGNÓSTICO DE QUALIDADE DA ÁGUA DO IGARAPÉ MINDU

Os parâmetros físicos e químicos analisados (Tabela 1) desde o início do processo de ocupação das margens e adjacências do Igarapé do Mindu (1986) até o período de 2017 vêm validar as informações coletadas em campo, quanto ao estado de degradação desse curso d'água. Os pontos analisados referem-se a quatro regiões diferentes (Figura 2): Nascente do igarapé Mindu (curso superior por estar próximo da Reserva Ducke); Conjunto Petros (Médio curso - Corredor Ecológico Urbano), Parque do Igarapé Mindu (Médio curso - Corredor Ecológico Urbano) e Foz do igarapé Mindu (Curso inferior).

Conforme observado pelos resultados obtidos nas pesquisas de [27], [28], [29], [30] e [32], o pH ácido presente na área da nascente do igarapé Mindu (Tabela 1 e figura 5), pode ser decorrente da decomposição da matéria orgânica vegetal presente nos sedimentos aluvionares, que gera ácidos húmicos e fúlvicos, segundo [33] e [32]. Isto acontece em função da nascente estar próximo da Reserva Ducke,

demonstrando que para águas naturais no Município de Manaus os valores de pH se apresentam entre 3 a 5. Entretanto, apesar destes valores estarem abaixo do preconizado pelo [4], estes valores são aceitáveis dentro do padrão para águas pretas. Pois, na região amazônica, a rede de igarapés é uma das mais densas do mundo [33]. Os rios possuem características diversificadas, por exemplo os de água preta (Rio Negro), provém da drenagem dos escudos das Guianas ricos em substâncias fúlvicas e húmicas, os quais são os parâmetros que definem a cor preta, quando dissolvido aparecem alto nível de Na^+ , K^+ . Por outro lado, conforme os resultados obtidos por esta pesquisa e comparados com resultados obtidos por outros autores, foi verificado que à medida que o trecho alcança o curso médio para o curso inferior do igarapé Mindu, o pH torna-se alcalino, o que demonstra alterações em sua qualidade quanto interferências antrópicas como o lançamento de efluentes domésticos e industriais, e/ou também podem estar relacionados à presença de sólidos dissolvidos, provenientes descarte de lixos, da dissolução das rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese.

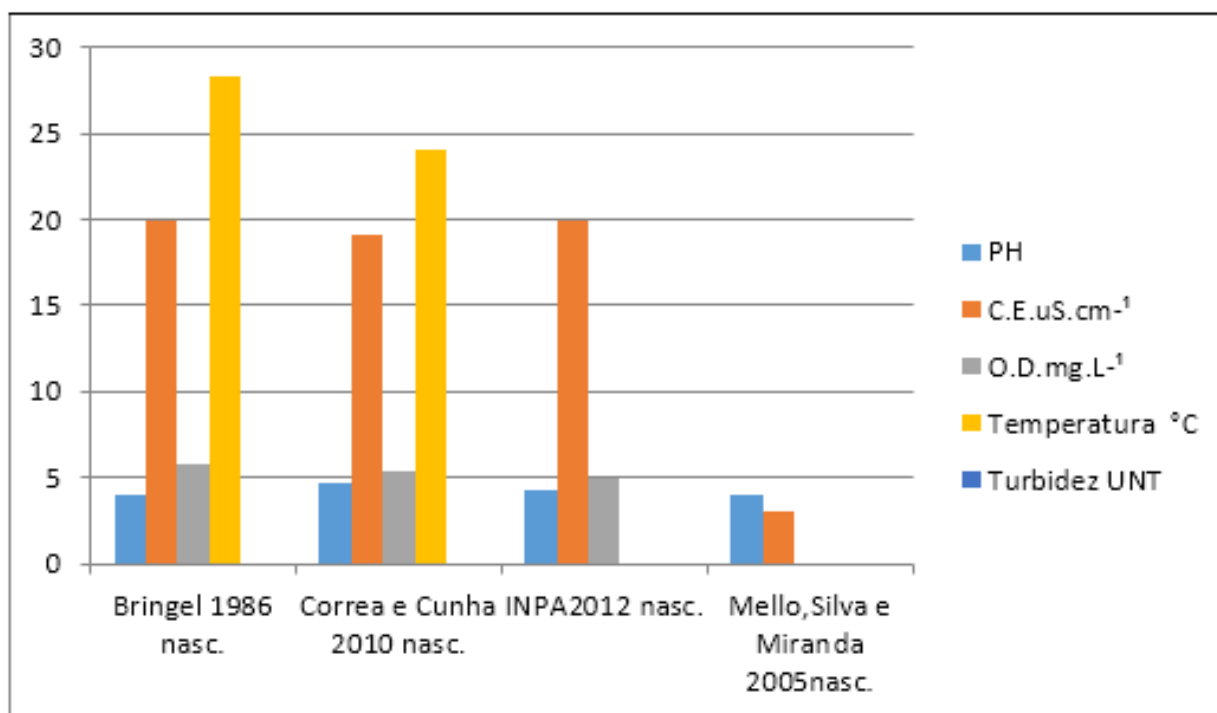


Figura 5. Análise hídrica da nascente do rio Mindu 1986 a 2012.
Fonte: Autores, (2017).

A maior a quantidade de íons dissolvidos na água significa maior condutividade elétrica. Neste sentido, na nascente do igarapé Mindu a condutividade apresentou valores dentro da média sugerida para igarapés saudáveis em Manaus [32], com um leve aumento no período de 2005, o que pode indicar o princípio de alteração da qualidade da água na nascente, associado possivelmente a ampliação das áreas de horticultura que se utilizam de fertilizantes. Entretanto, foi verificado que à medida que o trecho alcança o curso médio para o curso inferior do igarapé Mindu os

valores de condutividade elétrica tornam-se discrepantes variando de 250 a 302,3 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ (Tabela 1 e figura 6). Estes resultados associados com a alcalinidade da água nestes trechos pode indicar a entrada de efluentes, que segundo [30] e [31], pode ser um indicativo da entrada de poluentes nas áreas urbanizadas que recebem ao longo dos igarapés esgoto domésticos e resíduos sólidos urbanos, ou seja, aumento de nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), amônia (NH_3), nitrogênio molecular (N_2), nitrogênio orgânico, ortofosfatos (PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , $\text{H}_2\text{PO}_4^{1-}$), polifosfato e fósforo orgânico, Sulfato e cloretos.

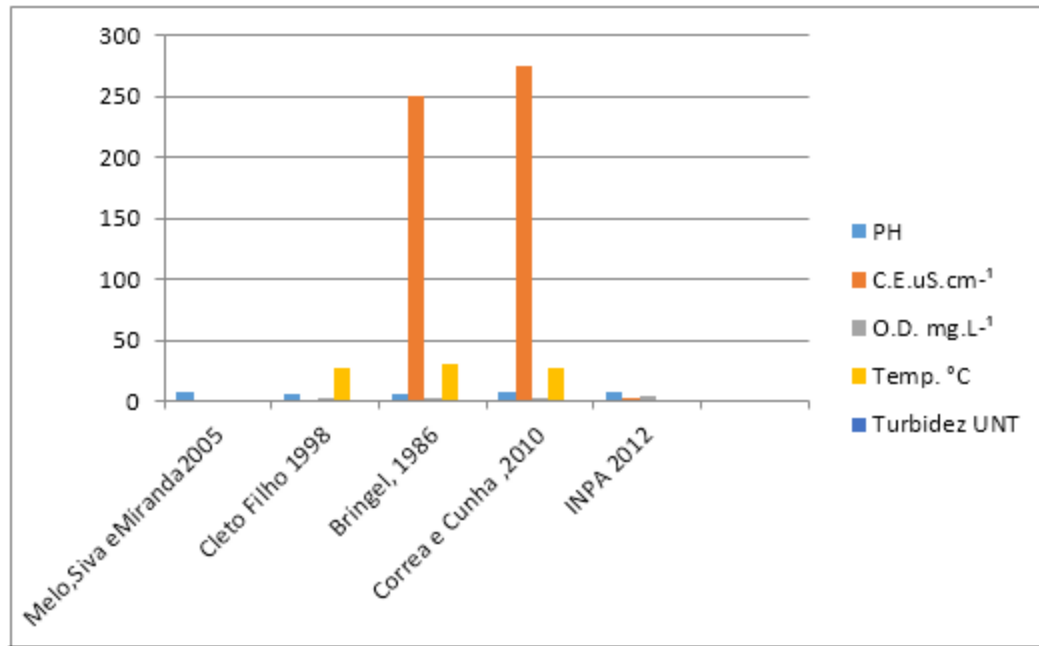


Figura 6. Análise hídrica no médio curso do rio Mindú 1986 a 2012.

Fonte: Autores, (2017).

De acordo com a observação, a quantidade do oxigênio dissolvido na nascente do igarapé Mindu, segue dentro dos padrões preconizado pelo [4] (Tabela 1 e figura 7). Entretanto, foi verificado que à medida que o trecho alcança o curso médio para o curso inferior do igarapé Mindu os valores de oxigênio dissolvido diminui variando de 1,75 a 3,6 mg L⁻¹ (Tabela 1 e figura 7), principalmente as águas do Corredor Ecológico Urbano do Igarapé Mindu (Médio Curso), possivelmente ocasionada por entrada de efluentes (matéria orgânica) que são lançados diretamente no igarapé, sem nenhum tipo de tratamento, advindos da urbanização gerada entorno do corpo hídrico. Pode ser sugerido que

mesmo em áreas protegidas por onde percorre o igarapé, as medidas de proteção não foram suficientes para diminuir o processo da degradação do mesmo. Quanto a estes fatos, [32], afirma que as oscilações da quantidade de O₂ também podem ocorrer por outros fatores: sazonalidade e período diurno (produção de fotossíntese) e noturno. Na visão de [30], os corpos d'água que recebem esgotos *in natura* sofrem alterações ecológicas decorrentes principalmente da eutrofização, ou seja, a decomposição da matéria orgânica que diminui drasticamente as quantidades de oxigênio dissolvido.

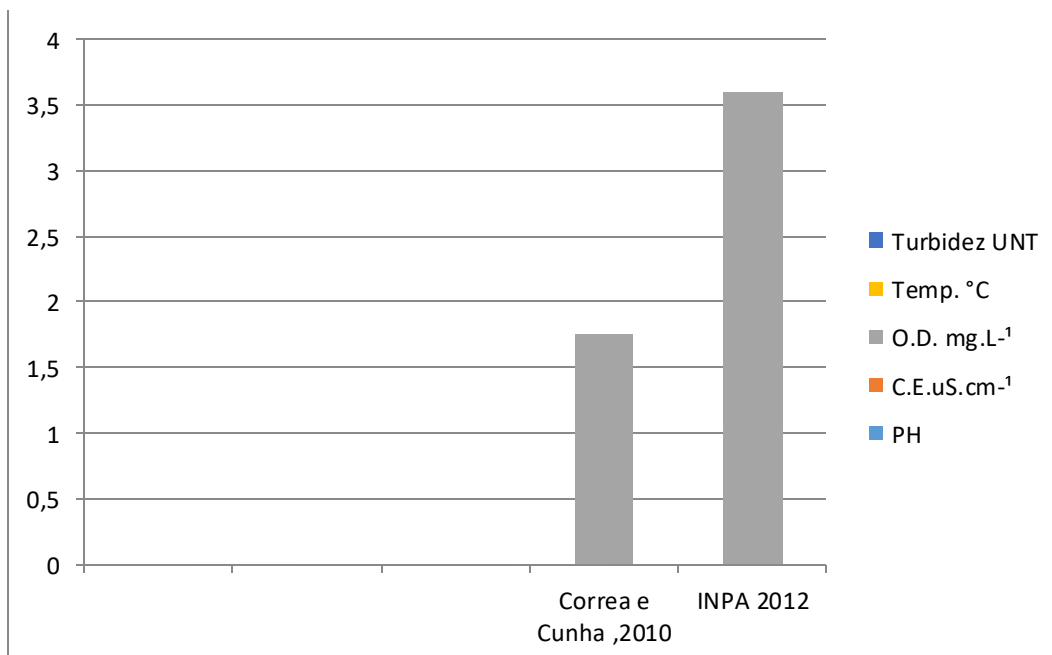


Figura 7. Oxigênio dissolvido na água no médio curso do rio Mindú.

Fonte: Autores, (2017).

Em termo de temperatura (Tabela 1 e figura 8), não foi observado variabilidade de valores em relação ao curso do igarapé Mindu, sendo uma constante média de 28 °C. Isto pode ser explicado devido ao clima tropical de Manaus, onde não se tem estações do ano definida. Entretanto, no curso médio do igarapé Mindu, por ser uma zona de alta

urbanização, o volume de matéria orgânica (vindo dos esgotos), juntamente com a decomposição de plantas aquáticas, a intensa atividade microbiológica e a elevada temperatura, indicam que possivelmente são fatores que contribuem para o baixo teor de oxigênio nessas águas.

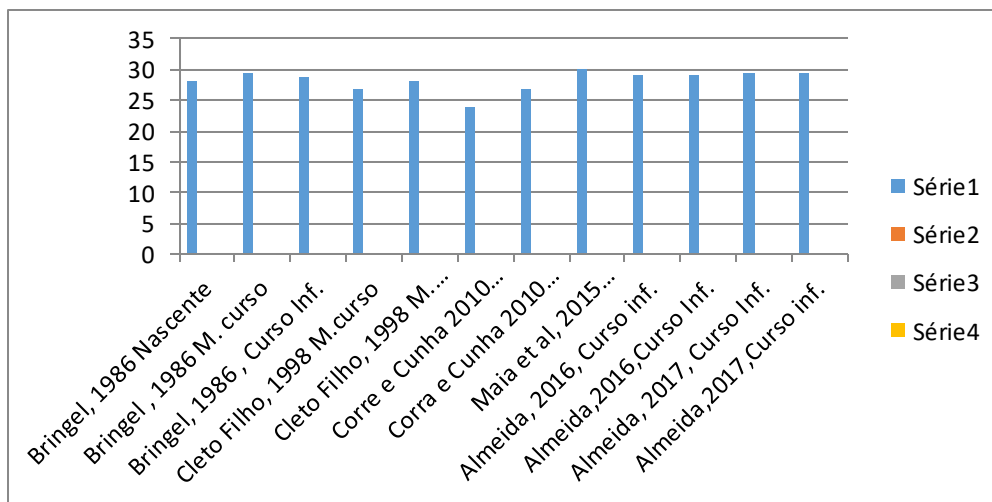


Figura 8. Temperarura da água no curso do rio Mindú 1986 a 2017.
Fonte: Autores, (2017).

Em termo de valores para Turbidez (Tabela 1 e figura 9), os resultados mostram que a turbidez foi menor na nascente do igarapé Mindú com 68 NTU, estando dentro dos padrões preconizado pelo [4] ou seja, o processo de erosão e/ou sólidos é reduzido pela mata pluvial, consequentemente a carga de sedimentos é baixa e o curso é mais transparente [35]. Por outro lado, foi verificado que à medida que o trecho alcança o curso médio para o curso inferior do igarapé Mindu os valores de

Turbidez aumentam variando de 458 a 496 UNT (Tabela 1e figura 9), principalmente as águas do Corredor Ecológico Urbano do Igarapé Mindu (Médio Curso), possivelmente ocasionada por desmatamento das matas auxiliares e consequentemente, o aumento do processo erosivo. Também, o aumento da turbidez no curso médio pode ser explicado pela degradação da carga orgânica na água.

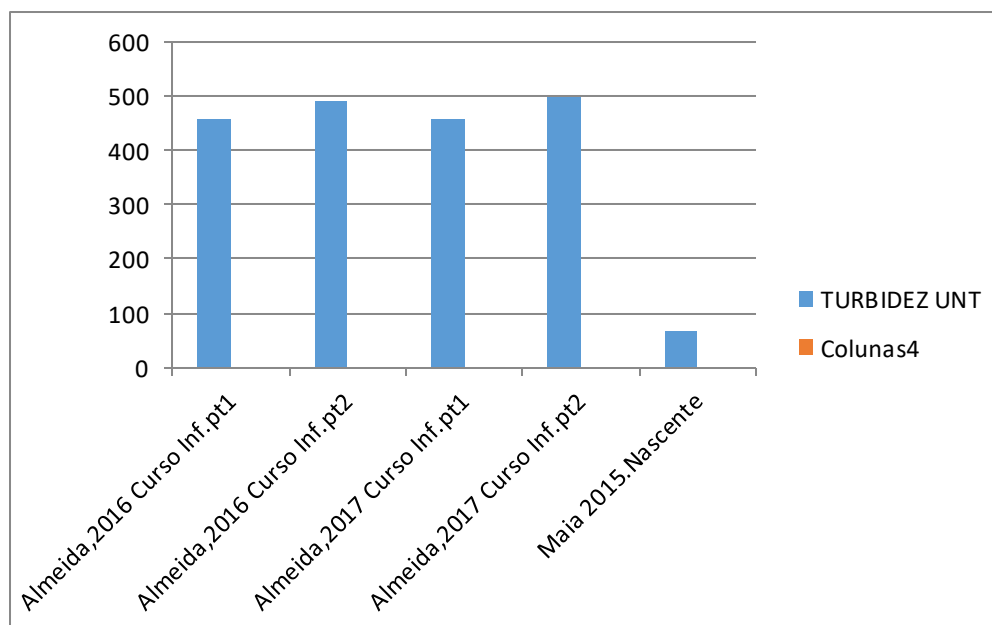


Figura 9. Análise da turbidez da água do rio Mindú, nascente e foz, 2015 a 2017.
Fonte: Autores, (2017).

Os parâmetros hídricos apresentados nos estudos (Tabela 1) de vários autores, comprovam o nível de agressão ao rio Mindú. As variáveis hídricas apresentadas entre 1986 e 2017, da nascente à foz, com variação do PH de 3,95(nascente), 7,05 (foz), Condutividade elétrica variando de 20,0 uS.cm⁻¹ na nascente [32] e 302,3 uS.cm⁻¹ na foz

(Almeida,2017), o nível de oxigênio dissolvido na água (OD), na região da nascente, segundo [32] equivalente a 5,8 mg.L⁻¹ reduzido para 2,37 mg.L⁻¹ na foz, (Almeida,2017) (tabela 1, figura 10)provavelmente , ações antrópicas dos esgotos domiciliares urbanos construídos ao longo do igarapé.

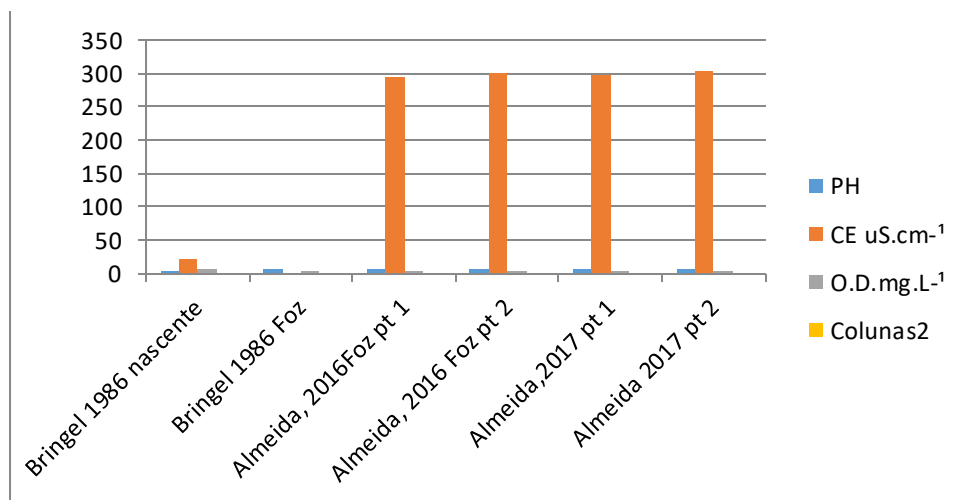


Figura 10. Análise hídrica do igarapé do Mindú, área da nascente à foz período entre 1986 a 2017. Fonte: Autores, (2017).

Tabela 1. Qualidade da água do igarapé Mindú.

Amostra	Data	Coordenadas	Parâmetro					Localização
			pH	C.E	O.D	Temperatura	Turbidez	
			-	µS.cm ⁻¹	mg.L ⁻¹	°C	UNT	
Ponto1	Novembro/2016	3° 5'32.53"S 60° 0'54.27"O	6,88	295,5	2,78	29,1	459	Foz do Igarapé Mindu (Curso inferior) Rua Maceió
Ponto 2	Novembro/2016	3° 5'33.63"S 60° 0'55.80"O	7,02	301,2	2,38	29,0	492	Foz do Igarapé Mindu (Curso inferior) rua Maceió
Ponto1	Janeiro/2017	3° 5'32.53"S, 60° 0'54.27"O	6,9	297,4	2,71	29,6	458	Foz do Igarapé Mindu (Curso infeior) rua Maceió.
Ponto 2	Janeiro/2017	3° 5'33.63"S 60° 0'55.80"O	7,05	302,3	2,37	29,5	496	Foz do Igarapé Mindu (Curso inferior) rua Maceió.
Maia et al (2015)	2015	-	4,15	24	5,0	30,1	68	Nascente do Igarapé Mindu (Curso Superior)

<i>INPA (2012)</i>	2012	-	4,2	20	5,0	-	-	Nascente do Igarapé Mindu (Curso Superior)
<i>INPA (2012)</i>	2012	-	6,6	281	3,6	-	-	Corredor Ecológico Urbano do Igarapé Mindu / Conjunto Petros (Médio Curso)
<i>Correa e Cunha (2011)</i>	Outubro/2010	-	4,70	19,11	5,32	24,0	-	Nascente do Igarapé Mindu (Curso Superior)
<i>Correa e Cunha (2011)</i>	Outubro/2010	-	7,10	275,8	1,75	27,0	-	Corredor Ecológico Urbano do Igarapé Mindu / Conjunto Petros (Médio Curso)
<i>Correa e Cunha (2011)</i>	Outubro/2010	-	7,12	299,5	2,45	26,0	-	Corredor Ecológico Urbano do Igarapé Mindu (Médio Curso)
CONAMA 357/05	-	-	6,0 - 9,0	-	≥ 5	<i>Ambiente</i>	<100	-

Continuação da Tabela 1.

Amostra	Data	Coordenadas	Parâmetro				Localização	
			pH	C.E	O.D	Temperatura		Turbidez
			-	μS.cm ⁻¹	mg.L ⁻¹	°C		UNT
<i>Melo, Silva e Miranda (2005)</i>	2005	-	4,0	30,0	-	-	-	Nascente do Igarapé Mindu (Curso Superior)
<i>Melo, Silva e Miranda (2005)</i>	2005	-	6,86	-	-	-	-	Corredor Ecológico Urbano do Igarapé Mindu / Conjunto Petros (Médio Curso)
<i>Melo, Silva e Miranda (2005)</i>	2005	-	5,15	-	-	-	-	Corredor Ecológico Urbano do Igarapé Mindu (Médio Curso)

<i>Melo, Silva e Miranda (2005)</i>	2005	-	5,25	-	-	-	-	Foz do Igarapé Mindu/Avenida Paraíba (Curso Inferior)
<i>Cleto Filho (1998)</i>	1998	-	6,3	-	2,5	27,0	-	Corredor Ecologico Urbano do Igarapé Mindu (Médio Curso)
<i>Cleto Filho (1998)</i>	1998	-	6,4	-	1,8	28,3	-	Foz do Igarapé Mindu (Curso Inferior)
<i>Bringel (1986)</i>	1986	-	3,95	20,0	5,8	28,3	-	Nascente do Igarapé Mindu (Curso Superior)
<i>Bringel (1986)</i>	1986	-	5,95	250,0	3,1	29,5	-	Corredor Ecologico Urbano do Igarapé Mindu / Conjunto Petros (Médio Curso)
<i>Bringel (1986)</i>	1986	-	5,15	-	-	-	-	Corredor Ecologico Urbano do Igarapé Mindu (Médio Curso)
<i>Bringel (1986)</i>	1986	-	5,25	-	1,8	28,3	-	Foz do Igarapé Mindu/Avenida Paraíba (Curso Inferior)
CONAMA 357/05	-	-	6,0 - 9,0	-	≥ 5	<i>Ambiente</i>	<100	-

Ponto 1 e Ponto 2 – Resultado deste Estudo; (-) Não possui informação.

Ponto 1 e Ponto 2 – Resultado deste Estudo; (-) Não possui informação.

Fonte: Autores, (2017).

Portanto, através dos resultados obtidos por esta pesquisa observou-se que os valores de parâmetros de qualidade da água, mais baixos foram encontrados nas nascentes do igarapé Mindú, as quais estão dentro do padrão de qualidade natural. A partir de ambientes antropizados (médio e baixo curso), os valores seguiram uma tendência, ou seja, aumentaram da década de 1986 a 2017, o que pode ser justificado pela existência do aumento de área urbanizada ou seja, apresentam o reflexo das alterações provocadas pelo uso inadequado do solo, desmatamento das matas ciliares, lançamento de efluentes de origem doméstica e lançamento de resíduos sólidos. Isto porque, as ações antrópica avançaram com a evolução das invasões nas áreas adjacentes do Igarapé do Mindú e foi percebido que as pessoas que se instalaram às margens do igarapé, depois das a

alterações ocorridas, não têm uma relação de identidade com o Mindú, veem apenas como um canal de esgotamento e depositam seus restos indesejados por diversos motivos, mas segundo os mesmos por não haver a coleta de “lixo”. Esta pesquisa também mostra que a área de lazer deixou de existir em detrimento da construção de novos espaços de moradia.

IV.5 MATRIZ COM ADAPTAÇÕES PROTOCOLO AVALIAÇÃO DO BALNEÁRIO DO PARQUE 10 DE NOVEMBRO.

Protocolo de Avaliação Rápida do estado de preservação Balneário do Parque 10 de Novembro, igarapé do Mindu/AM. [16], adaptado pelo autor. [5 pontos (situação natural), 3 e 2 (situações de alterações leves), 0 (situação severamente alterada)].

Continuação da Tabela 1.

Parâmetros	Pontuação			
	5	3	2	0
1.Tipo de ocupação das margens do		Vegetação em recuperação		Residencial/comercial/industrial
2.assoreamento em seu			Moderada	
3.Alterações antrópicas das margens	Ausente	Alterações para recuperação da mata ciliar	Alterações de origem domésticas (esgoto/lixo)	Alterações de origem industrial/urbana (fabricas/canalização/desvio)
4. Odor	Nenhum	Esgoto		Óleo/industrial
5. Oleosidade	Ausente	Ausente	Moderada	
6. Transparência da água		Turva/cor de chá forte	Turva/barrenta	Opaca/colorida
7. Tipo de	Pedras /	Areia	Lama/areia	Cimento/canalizado
8. Alterações no canal do	Dragagem ausente			Margens modificadas mais de 80% da piscina
9. Presença de mata ciliar	L	L	Entre 50 a 70% com vegetação nativa, desmatamento óbvio, trechos com solo exposto ou vegetação	
10.Estabilidade das margens	Margens estáveis, mínima evidência de erosão ou			Certa instabilidade na região do balneário, canal coberto por vegetação nativa
11. Presença de plantas	Ausência de plantas			.
12.Condições prediais			Parcialmente destruídos.	
13. Impactos no terreno do balneário	Area com a mesma extensão e			Implantação de torres de alta tensão.
14.Avanço urbano				Construções e condomínios em larga escala
15.Alterações na área				Torres de Alta tensão instaladas.
16.Espaço físico usado				Ausência de atividades no local.
17. Campanhas ambientais				Sem campanhas ambientais direcionadas ao balneário
18.Campanha educ.				Sem campanhas educativas nas escolas
19.Atividades sociais				Ausência de atividades sociais pra área do
20.Projetos de recup.				Não há projetos destinados ao balneário

21. Fauna na área		Presença de Peixes, jacaré,		
22. Efeito pluviométrico sobre a área				No Período de chuvas, grandes possibilidades de alagação da área do

Fonte: Autores, (2017).

V. CONCLUSÕES

Os estudos comprovaram que a política habitacional do Governo Militar, estabelecida por meio do Banco Nacional de Habitação (BNH), ao construir, na cidade de Manaus, os conjuntos habitacionais de casas populares, estes provocaram a contaminação das águas dos igarapés majoritários, entre os quais o Igarapé do Mindú, cujo processo antrópico contaminou suas águas e desativou o Balneário do Parque 10 de Novembro.

O Conjunto Habitacional Castelo Branco provocou o processo inicial de contaminação das águas do Igarapé do Mindú quando ligou todos os seus esgotos domiciliares (efluentes) ao leito. Neste período o maior impacto foi sobre o Balneário do Parque 10 que, conseqüentemente, perdeu a função social, lazer e de qualidade de vida que oferecia aos habitantes da cidade.

Conclui-se que o mundo está preocupado com a água potável, porém os fatos demonstram que os processos solucionadores da questão hídrica do planeta, são lentos em relação aos impactos tróficos nos rios, mares, igarapés. Em Manaus, os igarapés estão poluídos, como comprovam os dados deste estudo, e os encaminhamentos de projetos só contemplam as áreas margeantes (podemos citar o PROSAMIM) sem oferecer solução para as questões hídricas.

Esta, é uma proposta de conscientização popular, com o objetivo de mostrar os fatos que ocorreram durante a ativação e desativação do Parque 10 de Novembro. Neste seguimento de análise, podemos registrar os parâmetros provocantes do impacto no ambiente do complexo de lazer. Em tal contexto podemos comprovar por meio de pesquisa bibliográfica e de campo que o Balneário do Parque 10 de novembro, foi mais uma vítima do descaso social ao longo do tempo. Os estudos de [32], e outros autores, ao longo do Igarapé do Mindú, contextualizaram, mesmo em épocas e pontos de coletas diferentes, a condição hídrica na nascente, médio curso e baixo curso, demonstrando o nível antrópico e os efeitos provocados no complexo de lazer, então foi estabelecido pontos conclusivos que envolveram a destruição física e natural do maior centro de lazer projetado para dar qualidade de vida a população manauara.

O estudo concluiu que o avanço urbano, construções verticais e horizontais, na região adjacente do Balneário do Parque 10, é alto contribuinte de fatores antrópicos provocados por efluentes domésticos e industriais que são despejados nas águas do Igarapé do Mindú, região do Balneário do Parque 10. A pesquisa comprovou que o assoreamento e afunilamento do leito do igarapé do Mindú tem provocados efeitos de alagações em alto nível, no período chuvoso, inundando toda a região física do complexo esportivo e de lazer e das residências adjacentes da rua do Igarapé, bairro Nossa Senhora das Graças. Fatos que envolve grandes quantidades de resíduos sólidos urbanos (RSU) nas águas, em função do depósito está localizado na margem do pequeno rio.

O resultado de todos os fatores (Sociais e antrópicos) convergem para concluir que o abandono social por parte dos órgãos responsáveis da área física do local do balneário, pode ter provocado a depredação do patrimônio público como um todo, envolvendo a destruição dos prédios, da piscina, da flora e fauna, desde a interdição (1974) até os dias de hoje (2017), sinalizando que, somente leis, normas e portarias não são suficientes para contemplar o padrão ambiental garantido pela Constituição Federal de 1988.

Este processo acopla a análise química das águas do Igarapé do Mindú, contextualizadas desde os estudos de [32], comparados aos dados da pesquisa, criaram e formataram padrões mensuráveis e avaliativos nos referenciais de estudos nos pontos da nascente, médio curso e baixo curso, ressaltando que a pesquisa do autor (2017), neste ponto do rio Mindú, piscina do Balneário do Parque 10 de Novembro é inédita e cujos resultados da análise hídrica das águas da piscina em novembro de 2016 e janeiro de 2017, pH= 7,05; condutividade elétrica (CE)=302,3 uS⁻¹; oxigênio dissolvido na água (OD)= 2,37 mg.L⁻¹; temperatura= 29,5 °C e turbidez= 496 UNT, coletas na jusante, é possível viabilizar uma proposta de revitalização (controlada) das águas do Balneário e de todo o complexo como elemento qualitativo da vida dos manauaras, excluindo-se o período de dezembro a maio, em função do processo de difusão causado pelos efeitos pluviométricos.

VI. AGRADECIMENTOS

Ao IFAM, ITEGAM, PPGCMA DO ICEN/UFPA pelo apoio ao desenvolvimento desta pesquisa.

VII. REFERÊNCIAS

- [1] Philippi Júnior, Arlindo, and Tadeu Fabrício Malheiros. "Saneamento e saúde pública: integrando homem e ambiente." *Coleção ambiental*. Vol. 2. USP, 2005. 3-31.
- [2] BRASIL, 1997. Lei 9433/97): preconiza que a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas.
- [3] A Resolução CONAMA nº 274/00 (BRASIL, 2000).
- [4] CONAMA, 2005 Resolução nº 357/05, do Conselho Nacional do Meio Ambiente -, balneabilidade.
- [5] Eiger 1999: Acesso em 26.03.2017. <https://books.google.com.br/books?isbn=1471134628>.
- [6] Strahler 1952: Acesso em 26.03.2017. <https://books.google.com.br/books?isbn=0813722535>.

- [7] Cleto Filho 1998. **(Igarapés) close to the city of Manaus.** Studies focusing on the community of benthic macroinvertebrates in the amazonian .
- [8] Cristina Amélia Carvalho, Marcelo Milano Falcão Vieira - 2007 .acesso em 22.03.2017.
- [9] Nahas, M.V.(1995). **O conceito de vida ativa:** a atividade física como fator de qualidade de vida. Boletim do NuPAF-UFSC. n. 3, p.1.
- [10] Neto, M. L. F.; Ferreira, A. P. **Perspectivas da Sustentabilidade Ambiental Diante da Contaminação Química da Água: Desafios Normativos** - Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente - v.2, n.4, Seção 1, Ago 2007.
- [11] BRASIL, Mozart da Silva; MATOS, Antônio Teixeira de. **Avaliação de aspectos hidráulicos e hidrológicos de sistemas alagados construídos de fluxo subsuperficial.** Eng. sanit. ambient, v. 13, n. 3, p. 323-328, 2008.
- [12] IBGE, IBGE. Disponível em. Acesso em, v. 6, 2016.
- [13] <http://manausontemhojesempre.blogspot.com.br/2014/11/bairro-do-parque-10-historia.html> (em 14/03/2017).
- [14] Ribeiro, C., Neumann, M., Affolter, M. (2004). **Genetic control of cell intercalation during tracheal morphogenesis in Drosophila.** Curr. Biol.14(24): 2197--2207. (Export to RIS).Acesso em 27.03.2017.
- [15] Callisto, M. et al. *aplicação de um Protocolo de avaliação rápida da Universidade de um habitat em atividade de ensino e pesquisa (MG-Rj) –Acta limnologica Brasiliensia, 34, 91-94(2002).*
- [16] Machado,A.L.S. (2012)- **Educação ambiental para gestão sustentável da água:** Igarapé do Mindú. Manaus-Amazonas..
- [17] Lakatos, E. M.; Marconi, M. A. **Técnicas de Pesquisa:** planejamento de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 2008.
- [18] Hoppen, N., Lapointe, L. e Moreau, E. **Um guia para a avaliação de artigos de pesquisa em Sistemas de Informação.** Revista Eletrônica de Administração (READ), Edição 3, set/out. 1996, 34p.
- [19] De Mattos, Lincoln CL et al. **A entrevista não-estruturada como forma de conversação: razões e sugestões para sua análise.** Revista de Administração Pública-RAP, v. 39, n. 4, 2005.
- [20] Gunther et al., 2004; Ruiz Bolivar, 2008; Walter, 2011..
- [21] Costa, Carlos Anibal Nogueira et al. **Política industrial no Brasil, 1974-1989.** 1994.
- [22] Carlos, A. F. A. **Espaço e indústria.** 6ª ed. São Paulo: Contexto, 1994.
- [23] Andrade, Rafael Júnio et al. **Lazer e Projeto Rondon: interfaces possíveis ou discurso falacioso?.** LICERE-Revista do Programa de Pós-graduação Interdisciplinar em Estudos do Lazer, v. 11, n. 1, 2008.
- [24] Cavalcante, Ângela Maria de Abreu. **Nas margens do Igarapé do Mindu: dois lados de história.** Manaus. Dissertação de Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia. Centro de Ciências do Ambiente. Universidade Federal do Amazonas, 2003.
- [25] Poff, N. LeRoy, and J. David Allan. "Functional organization of stream fish assemblages in relation to hydrological variability." *Ecology* 76.2 (1995): 606-627.
- [26] Minatti-Ferreira, Denise Demarche; Beaumord, Antônio Carlos. **Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos:** aspectos físicos. *Revista Saúde e Ambiente*, v. 7, n. 1, p. 39-47, 2006.
- [27] Maia SA, Wachholz F, Santos RG, Ferreira Júnior JC (2015) **Os Impactos da Agricultura Urbana na Qualidade da Água na Nascente do Igarapé do Mindu - Comunidade Nova Esperança (Manaus – AM).** Bol Amaz Geogr 2:1–9.doi: 10.17552/2358-7040/bag.v2n4p1.
- [28] INPA - **Coordenação de pesquisas em clima e recursos hídricos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (CPCRH/INPA).**
- [29] Cunha. H.B.; Pascoaloto, D. **Hidroquímica dos rios da Amazônia.** 2006. Manaus: Governo do Estado do Amazonas. Cadernos do CCPA – Centro Cultural dos Povos da Amazônia. Série Pesquisas. Manaus/AM.
- [30] Melo, E.G.F; Silva, M.S.R.; Miranda,S.A.F. **Influência Antrópica sobre Águas de Igarapés na Cidade de Manaus-Amazonas.** Caminhos de Geografia, 2005,5 n 16,p.40-47.
- [31] Nascimento, F.L. **Proposta de biomonitoria no Reservatório Utinga – o sistema lacustre de abastecimento de água de Belém (Pará – Brasil).** 2005. Monografia (Especialização em Gerenciamento Ambiental). Universidade Federal do Pará, Belém, 2005.
- [32] Bringel, Sergio Roberto Bulcão. **Estudo do nível de poluição do igarapé do Quarenta e do Parque 10 de Novembro,**1986.
- [33] Sioli H. 1984. **The amazona. Limnology and landscape ecology of mighty tropical river and its basin.** Dordrecht, Pub. Junk, 800p.
- [34] Esteves, F. A. 1998. **Fundamentos de limnologia.** 2nd ed. Interciência, Rio de Janeiro. 602.
- [35] Horber, A. M. Oliveira, L.G.S **Química de igarapés de água preta do nordeste do Amazonas – Brasil** v.38, n4.Acta amazônica, 2008.



Environmental Education In Higher Education: Reflective Dialogues About The Environment

Larissa Benevides da Costa¹; Lourivaldo Silva Santos²

^{1,2} Universidade Federal do Pará (UFPA). Avenida Augusto Correa No. 01. Campus Guamá. Belém-Pará-Brasil.

Email: barros_lara@hotmail.com, lsslouri@gmail.com

Received: February 11th, 2017

Accepted: March 17th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

The article presents a reflection on the possibility of dialoguing about the Environment in the scope of Higher Education. Thus, in order to extend the integral understanding of its dimensions (biological, political, social and economic), it seeks to break with its restricted relation in preserving living beings and nature, starting to construct new forms of articulation of this with teacher education. On this, we opted for action research, whose methodology made use of the qualitative approach, with data collected through documentary and bibliographic observation and research. The main objective was to analyze which theoretical and epistemological foundations can contribute to the foundations of the dialogues on Environment and Environmental Education. It is from this perspective that working with the environment in a privileged area of information and knowledge production, can bring holistic understanding, the exercise of citizenship and the problematization of the relationship "human-society-nature".

Key words: Environment, Higher Education, Environmental Education.

Educação ambiental no ensino superior: diálogos reflexivos sobre meio ambiente

RESUMO

O artigo apresenta uma reflexão sobre a possibilidade de dialogar sobre o Meio Ambiente no âmbito do Ensino Superior. Desse modo, em vista de ampliar a compreensão integral de suas dimensões (biológica, política, social e econômica), busca-se romper com sua restrita relação em preservar os seres vivos e a natureza, partindo para a construção de novas formas de articulação desta questão com a formação docente. Diante disso, optou-se pela pesquisa-ação, cuja metodologia fez uso da abordagem qualitativa, com dados coletados através da observação e pesquisa documental e bibliográfica. O objetivo geral pautou-se em analisar quais fundamentos teóricos e epistemológicos podem contribuir para a fundamentação dos diálogos sobre o Meio Ambiente e Educação Ambiental. É nessa perspectiva que o trabalho com o meio ambiente em espaço privilegiado de informação e produção de conhecimento, poderá trazer a compreensão holística, o exercício da cidadania e a problematização da relação "ser humano-sociedade-natureza".

Palavras-chave: Meio Ambiente, Ensino Superior, Educação Ambiental.

I. INTRODUÇÃO

A intervenção humana sobre a natureza tem provocado destrutivos que colocam em perigo tanto os ecossistemas como o conjunto de toda a vida. A contaminação por dejetos tóxicos em mares e oceanos, a extinção de espécies animais e vegetais, bem como a miséria que se alastra por todo o planeta, demonstram a gravidade da crise ambiental que

assola o planeta. Segundo [1], na dinâmica das mudanças que ocorre na natureza com a intervenção humana, a Educação Ambiental deve ser articulada ao processo educativo, com a intenção de fomentar a construção de valores, que possibilitem ao ser humano rever a sua relação com os outros e com o mundo.

São metas da educação as mudanças de atitudes, desenvolvimento de habilidades e competências, bem como, a

promoção de novos conhecimentos provenientes da percepção do ser humano como sujeito que tece no mundo e com o mundo suas descobertas criadoras. Contudo, não há dúvidas de que a educação sozinha não vai resolver todos os problemas do mundo.

O papel da Universidade nesse contexto pode ser de fundamental importância pois se remete a novas formas de encarar a relação entre ser humano e natureza, através de formas democráticas de atuação, baseadas em práticas interativas e dialógicas.

Mediante a recorrente presença de discussões acadêmicas no Brasil, na universidade, nos movimentos sociais ou na escola, os temas Meio Ambiente e Educação Ambiental não soam como novidade. Segundo [2], a abordagem a respeito dessas temáticas não passava de um ensino de ecologia atualizado.

De acordo com [3,4], no contexto brasileiro, após a década de 1970, iniciaram-se alguns debates abordando a questão ambiental, devido à influência dos movimentos internacionais, como a Conferência de Estocolmo, em 1972 [5] e a de Tbilisi, em 1977 [6].

II. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração desse artigo utilizou-se o método de pesquisa bibliográfica, tendo principalmente como fonte de consulta artigos científicos, livros, anais de congressos e atualização via material disponível na internet. Diante disso, optou-se pela pesquisa-ação, cuja metodologia fez uso da abordagem qualitativa, com dados coletados através da observação e pesquisa documental e bibliográfica. Partes dos estudos exploratórios podem ser definidos como pesquisas bibliográficas, assim como certo número de pesquisas desenvolvidas a partir da técnica de análises e conteúdo.

III. RESULTADOS

Os principais eventos que marcam a caminhada da educação ambiental até os nossos dias têm demonstrado que, apesar do grande número de reuniões e documentos, ainda existe a necessidade de ampliar o currículo das escolas e universidades, com a preocupação de familiarizar o corpo discente com a complexidade dos problemas ambientais. Isto equivale a consideração de que a abrangência do termo ambiente ao estudo dos compartimentos bióticos e abióticos e as interferências sócio econômicas e culturais, precisam problematizar a participação do ser humano como elemento desgate dos ecossistemas [16].

Diante do questionamento do fracionamento e compartimentalização do saber como determinação disciplinar, incapaz de explicar e resolver tal problemática, urge a necessidade de compreender a complexidade da problemática ambiental, bem como os múltiplos processos que a caracterizam. No entanto, “a re-totalização do saber” exigido pela problemática ambiental, não é a soma nem a integração dos conhecimentos disciplinares disponíveis [...]. Gestado através da transformação de um conjunto de paradigmas do conhecimento e formações ideológicas, o saber ambiental

emerge a partir de uma problemática social que os questiona e os ultrapassa [17].

Os estudos sugerem uma dinâmica ativa envolvendo pesquisas a partir dos primeiros consensos mundiais em torno do tema de meio ambiente, cujo foco é a resolução de problemas na busca de mudanças comportamentais e ambientais.

III.1 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL E SUA PRÁXI NO AMBIENTE EDUCACIONAL

Educação ambiental na modalidade formal é um tema relativamente novo, não apenas como política pública, mas como preocupação de educadores, crianças, jovens, pais e um crescente número de intelectuais e profissionais de variadas áreas.

Nos anos 60, nos países do Primeiro Mundo, a preocupação de sensibilização com o meio ambiente e com a natureza, como se falava na época se tornou um modismo, e passou a ser vinculada com a crítica mais profunda ao estilo de vida, valores e comportamentos de uma sociedade consumista e predadora.

Em [7] é destacado que o “ambiente”, termo que passou a fazer parte da agenda mundial, nos anos 70, no bojo da crise econômica que se instalou na maioria das nações, apontava para a interferência da poluição e exaustão dos recursos naturais, no presente e no futuro da humanidade.

Em 1972, com a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano em Estocolmo, o debate da então chamada “questão do meio ambiente” conquistou fórum político. Seguindo as recomendações dessa conferência foi criado o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), levado a efeito no ano seguinte.

Realizada em 1977, a Conferência de Tbilisi, no município de Geórgia (antiga União Soviética) consolidou as bases referenciais para a Educação Ambiental, estabelecendo princípios objetivos, estratégias e princípios adotados em todo o mundo. Ao tornar-se obrigatória nas escolas, a partir da implantação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), em 1997, a temática ambiental passou a integrar os componentes curriculares e temas transversais. Este documento apresenta o “processo dinâmico, integrativo, transformador, participativo dentre outros, esboçando um discurso adequado ao espírito da Conferência” [8].

Para [9], na atualidade, os termos “meio ambiente, cidadania e educação são palavras em proeminente exaustão”. O meio ambiente, no Brasil encontra-se extremamente vulnerável e a Educação Superior, enfrenta sérios problemas de qualidade, distanciando-se dos patamares desejáveis de democratização. Pensar a formação dos educadores ambientais nos cursos de graduação das universidades, hoje, remete a ideia de interdisciplinaridade e totalidade dos campos pedagógicos, político, social e científico, assim como a articulação entre as “atividades de ensino, pesquisa e extensão, como princípio metodológico para estruturar e sistematizar essa formação” [10].

Além dessa preocupação de inserir os princípios problematizados da Educação Ambiental no currículo da educação superior, em instituições públicas e privadas, em

conformidade com a lei nº 9795/1999, há o entendimento da participação das universidades na formulação e execução de programas e atividades vinculadas à Educação Ambiental dentro e fora dos seus muros.

Em [11] o autor alerta para a urgência de uma “universidade ambientalmente responsável”, questiona a tímida inserção da Educação Ambiental nos cursos superiores e a lentidão com que essas instituições têm aderido a essa questão. Na resolução nº 2, de 15 de junho de 2012, publicada no Diário Oficial da União em 18 de junho de 2012, o Conselho Nacional de Educação estabeleceu as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, em todos os níveis de ensino. No que tange a Educação Superior, sugere o aprofundamento do “pensamento reflexivo” mediante estudos científicos, socioeconômicos, políticos e históricos a partir da dimensão socioambiental, com ênfase na participação, cooperação, o senso de justiça e a responsabilidade da comunidade educacional em contraposição às relações de dominação e exploração presentes na realidade atual [12].

Na perspectiva de [13], as propostas que balizassem esses projetos parecem “fragmentadas e reducionistas”, pois, geralmente, restringem-se ao aspecto naturalista, com poucas discussões políticas, sociais e econômicas a respeito do tema meio ambiente, por isso, raramente dissertam sobre as relações entre ambiente e sociedade e a interdependência homem-ambiente.

Ao constatarem esse limite de entendimento, alguns estudiosos como [2,14,15], mencionaram a necessidade de inserção da Educação Ambiental crítica, por meio da qual criem-se condições para examinar o próprio cotidiano e propor alternativas coletivas e possibilidades de novos entendimentos sobre meio ambiente e sociedade.

A denominação Educação Ambiental surgiu a partir da Carta de Belgrado; registro documental elaborado por especialistas em educação, ecologia, dentre outras, sobre o qual estão assentados os “fundamentos básicos de uma proposta pedagógica que se convencionou chamar educação ambiental”, e que se relaciona à conscientização, capacidade de avaliação e participação dos educandos [16].

Na visão de [7], a história da Educação Ambiental, inicia-se no século XVIII, quando Rousseau (1712-1778), e mais tarde, o educador Freinet (1896-1966), no início do século XX, insistiram na eficácia do meio como estratégia de aprendizagem. Contudo, educar para o meio foi um importante passo dessa nova abordagem educacional. Nos anos 60, a UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) em português Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, contabilizou 79 países que já incluíram essa educação no seu currículo escolar. A própria UNESCO recomendava a inserção dos aspectos sociais, culturais e econômicos no estudo biofísico do meio ambiente.

Devido sua ocorrência ter sido marcada por um contexto de crise ambiental, oriunda nas décadas finais do século XX, os princípios defendidos pela Educação Ambiental surgiram de forma romantizada, com forte tendência biologicista, despolitizada dos problemas ambientais e como demanda para que o ser humano adotasse uma visão de mundo e uma prática social capazes de minimizar os impactos ambientais então prevalentes.

Repleta de avanços, recuos e contradições, a história da Educação Ambiental também abrange a complexidade de sua conceituação. Gomes [13] discorre sobre a existência de duas categorias:

(1) *a conservacionista*; bastante presente através de diversas entidades que defendem as matas, os animais, a natureza biofísica intocável. No outro extremo;

(2) *a educação ambiental crítica*; instigadora de diálogos acerca do meio ambiente, em suas dimensões biológica, social, cultural, política e econômica, não apenas a natural. Nessa perspectiva, as temáticas sobre produção e consumo, mobilidade, exclusão social, relações entre Estado e mercado, justiça social e ambiental, distribuição de renda e outros, são trazidas ao palco das discussões e problematizações.

Diante deste cenário, o papel das Universidades, relacionado à Educação Ambiental, não corresponde a uma tarefa simples, depreende-se a extrema necessidade de alguns enfoques curriculares guiados pelos princípios da sustentabilidade ecológica e da valorização da biodiversidade cultural, com enfoque na formação do pensamento reflexivo, “capaz de analisar as complexas relações da realidade social e natural sem perder a dimensão mais complexa do pensamento” [17].

Esboçada por [18], “a Educação Ambiental crítica consiste num espaço em disputa”. Concomitante a isso, a Educação Ambiental deve ocorrer a partir do entendimento da realidade social vivida, com ação política de instrumentalização dos grupos sociais em situação de vulnerabilidade socioambiental e requer um posicionamento político claro para que se alcance o projeto político defendido.

Segundo [14], a Educação Ambiental “Crítica” é difundida no Brasil, como uma “concepção alternativa” [2] ou popular” [3], já que há uma abordagem que homogeneiza e superficializa o discurso da Educação Ambiental, a fim de enfraquecer o esclarecimento da responsabilização do indivíduo pelas modificações nos planos político, social, econômico e cultural.

A seguir teceremos algumas discussões envolvendo as políticas públicas e o Ensino Superior como disseminador da sustentabilidade.

III.2 A EDUCAÇÃO AMBIENTAL RUMO AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR

Ao mencionarmos as ações e a construção da Política Pública de Educação Ambiental no Brasil, retomamos o ano de 1973, com a criação da Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA e a Divisão de Comunicação e Educação Ambiental, embrião do que viria a ser o Departamento de Educação Ambiental do Ministério do Meio Ambiente – MMA - (DEA/MMA), um dos órgãos responsáveis pela implementação da política pública de Educação Ambiental, de acordo com [19].

No Brasil a Política Nacional de Educação Ambiental – PNEA foi promulgada pela Lei Nº 9.795, de 27 de abril de 1999 e o Programa Nacional de Educação Ambiental – ProNEA foi instituído pelo MMA. Além desses, como já foi exposto acima, existem também, os Parâmetros Curriculares

Nacionais (PCN's), obra do MEC que trata a temática ambiental como conteúdo transversal de todas as disciplinas do currículo escolar [8].

O resgate do significado da palavra política que significa limite em grego, talvez nos ajude a entender o verdadeiro significado da política, que é a arte de definir os limites, ou seja, o que é o bem comum [20].

Quando entendemos política a partir da origem do termo, como limite, não significa regulação sobre a sociedade, mas de uma regulação dialética sociedade-Estado que favoreça a pluralidade e a igualdade social e política. Assim, resgatar a política é fundamental para que se estabeleça uma ética da sustentabilidade resultante das lutas ambientalistas.

A educação ambiental surge como um processo educativo que conduz a um saber ambiental materializado nos valores éticos e nas regras políticas de convívio social e de mercado, que sugere a questão distributiva entre benefícios e prejuízos da apropriação e do uso da natureza. Portanto, a educação ambiental deve ser direcionada para a cidadania ativa considerando seu sentido de pertencimento e corresponsabilidade que, por meio da ação coletiva e organizada, busca a compreensão e a superação das causas estruturais e conjunturais dos problemas ambientais.

Analisando a ética da sustentabilidade e os pressupostos da cidadania, a política pública pode ser apreendida como um conjunto de procedimentos formais e informais que expressam a relação de poder e se destina à resolução pacífica de conflitos, assim como à construção e ao aprimoramento do bem comum. E nas instituições de Ensino Superior não é diferente, são iniciativas que não passam de momentos sem ecos maiores na sociedade que levem a uma mudança significativa de incentivo nessa área.

Segundo [21], o tema ambiental e a educação a ela relacionada nunca se degradaram tanto como nos dias atuais. Os investimentos e a centralidade dessas questões nas políticas empresariais, governamentais, não governamentais, familiares e individuais ficam na oratória e não há materialização dessa divulgada e imprescindível mudança cultural.

A Educação Ambiental recomendada na Política Nacional de Educação Ambiental [22] deve ser desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal. Então, o Ensino Superior não deve fugir à regra.

Mas como se fará isso no Ensino Superior? Sorrentino e Biosoli [21] trazem sugestões louváveis neste viés, as quais pontuaremos sucintamente a seguir:

O primeiro é o diálogo sobre utopias e valores. As instituições de Ensino Superior não podem descuidar dessa responsabilidade de propiciar, a cada um dos seus alunos, um questionamento profundo do consumismo que nos distancia de nós mesmos e de apresentar utopias de todos os tempos, motivando, em cada aluno, a construção de seus próprios valores e virtudes.

O segundo é a metodologia. A sugestão da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) como ponto de partida, é interessante, pois enuncia quatro aprendizados essenciais ao futuro profissional do estudante-cidadão de todas as áreas e regiões: Aprender a aprender, Aprender a fazer, Aprender a estar junto e Aprender a ser.

O terceiro é um território prioritário para a atuação da Instituição, no qual ela fomente um coletivo educador formado por diversas outras instituições e pessoas que formulem e implantem cooperativamente um Projeto Político e Pedagógico estimulador de demandas para as suas atividades de Pesquisa, Ensino, Gestão e Extensão.

De acordo com [23], as universidades são espaços de conhecimento, pesquisa e ensino e, como consequência, de transformação da sociedade por meio do desenvolvimento intelectual e da liberdade de pensamento.

Diante disto, apoiamos [21], quando citam que a formulação e a implantação de políticas públicas comprometidas com a transformação de nossas sociedades em direção à sustentabilidade socioambiental exigem a ambientalização de todas as instituições e movimentos instituintes, e o papel a ser jogado pelas IES nesse panorama é absolutamente relevante.

A Universidade é um espaço privilegiado na questão da formação de indivíduos atuantes e conscientes criticamente das demandas da sociedade. Portanto, atendendo ao seu papel de responder tais demandas sociais, não pode deixar de contemplar estes elementos subjacentes à formação do profissional/cidadão. Isto é, um profissional que tem a capacidade de atuar em sua profissão sem deixar de elencar fatores de construção de cidadania e consciência como a EA, promovendo ainda uma aproximação entre o Ensino superior e o grande público.

IV. CONCLUSÕES

Ao relembrarmos a história do início das discussões sobre a Educação Ambiental, foi possível verificar que os diálogos permearam em torno de tratar o meio ambiente como estratégias de ensino, principalmente para ensinar ciências. Logo mais adiante, de uma forma mais crítica na perspectiva, as temáticas são sobre produção e consumo, mobilidade, exclusão social, relações entre Estado e mercado. Estudando o meio ambiente e apropriação das áreas urbanas tornou-se um desafio, principalmente pela grande transformação que o meio ambiente passa. Os obstáculos enfrentados neste tipo de pesquisa referem-se à metodologia, ao método, aos conceitos que possam integrar as dinâmicas da sociedade e da natureza e como essas dinâmicas se materializam no espaço ambiental gerando princípios de sustentabilidade ecológica.

No resgate da concepção de educação como ato político, e com a visão de que a Educação Ambiental e a Sustentabilidade não podem ser dissociadas, a Universidade é de fato um espaço apropriado para iniciar a discussão crítica entre seus alunos. Porém, faz-se necessário fomentar este debate em todos os ambientes da sociedade, seja na escola, nas instituições públicas e privadas a fim de gerar políticas públicas de conscientização, juntamente com a participação da sociedade civil (diminuindo o distanciamento entre a academia e a sociedade). Desta forma, fomentar-se-á a inserção da temática ambiental nos currículos, um processo educativo eminentemente político, que visa ao desenvolvimento nos educandos de uma consciência crítica acerca das instituições, atores e fatores sociais geradores de riscos e respectivos conflitos socioambientais. Busca uma estratégia pedagógica do enfrentamento de tais conflitos a partir de meios coletivos

trazendo o exercício da cidadania que trabalha na criação de demandas participativas, conforme requer a gestão ambiental. Tal ação permitirá a aquisição de uma bagagem cultural de clara orientação política e social, viabilizando-se como um instrumento de gestão, na medida que se volta para a construção de cidadania ativa, que reivindica para conquistar seus direitos e situa a importância da Educação Ambiental em meio às forças e dinâmicas conflituosas que habitam o meio social.

A Educação Ambiental apoiada em uma teoria crítica que exponha com vigor as contradições que estão na raiz do modo de produção capitalista, deve incentivar a participação social na forma de uma ação política. Como tal, ela deve ser aberta ao diálogo e ao embate, visando à explicitação das contradições e observando os projetos societários que estão nesta disputa.

A formação epistêmica de educadores/as em todos os níveis e campos do saber precisa inserir em seu cotidiano, a análise crítica, a produção de conhecimento acerca da crise socioambiental contemporânea e ações para transformação dessa realidade. Engajar o tema no espaço da academia é condição necessária para o primeiro passo da tomada de discussão com a sociedade civil, seja através de atividades de extensão ou produção propriamente dita.

As discussões não devem se limitar apenas às teorias e às mudanças de padrões de vida voltados apenas na base no setor produtivo para garantir um ambiente saudável e equilibrado para a humanidade. Mas trazer a clareza de como é possível agregar a participação das pessoas nessas ações de mudança ambientais, bem como inserir de fato estas práticas e ensinamentos no ambiente escolar, seja com suportes informativos, materiais didáticos aliados às práticas docentes, a fim de desenvolver Habilidades e Competências que preparem uma geração futura que seja consciente de sua parcela de participação e responsabilidade de atuação social na questão.

Dessa forma, a pesquisa realizada visou analisar quais fundamentos teóricos e epistemológicos podem contribuir para a fundamentação dos diálogos sobre o Meio Ambiente e Educação Ambiental no Ensino Superior.

V.REFERÊNCIAS

- [1] Mamede, F.; Fraissat, G. **Construindo Com Arte o Nosso Meio Ambiente**. In: Santos, J.; Sato, M. A Contribuição Da Educação Ambiental À Esperança De Pandora. São Carlos, Rima, 2001.P. 497-507.
- [2] Layrargues, P.P.; Lima, G.F.C. **Mapeando as macro-tendências político pedagógicas da educação ambiental contemporânea no Brasil**. In: VI Encontro Pesquisa em Educação Ambiental, 2011, Ribeirão Preto. VI Encontro de Pesquisa em Educação Ambiental: a pesquisa em educação ambiental .
- [3] Carvalho, I. C. M. **Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico**. São Paulo: Cortez, 2008.
- [4] CONFERÊNCIA MUNDIAL DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO ONU, 1972, Estocolmo. **Declaração de Estocolmo**. Estocolmo: ONU, 1973.
- [5] CONFERÊNCIA INTERGOVERNAMENTAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL UNESCO, 1997, Tbilisi. **Declaração de Tbilisi**. Tbilisi: UNESCO, 1978.
- [6] REIGOTA, M. **O que é educação ambiental**. São Paulo: Brasiliense, 2006.
- [7] Leonardi, M. L. A. **A Educação Ambiental como um dos instrumentos de superação da instabilidade atual**. In Cavalcante. Meio Ambiente, Desenvolvimento e Políticas Públicas. 20ª Ed. São Paulo: Cortez, 2002.p. 391-408.
- [8] BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais dos anos finais: meio ambiente e saúde**. Brasília, MEC, 1998.
- [9] Soffati, A. Fundamentos Filosóficos e Históricos para o exercício da cidadania e da educação. In: LOUREIRO, F.B., et al.(Orgs.)**Educação Ambiental: repensando o espaço da cidadania**. São Paulo: Cortez, 2002.p.23-67.
- [10] Tozzoni-Reis, M. F. C. **Educação Ambiental: referências teóricas no ensino superior**. Comunic, Saúde, Educ, v.5, n.9, p.33-50, 2001. Disponível:<<http://www.scielo.org/pdf/icse/v5n9/03.pdf>>. Acesso:05 de out. de 2016.
- [11] Silva, A. D. V. **Sustentabilidade no ensino superior: a emergência de uma universidade ambientalmente responsável**. In: Guerra, A. F. S. & Taglieber, J. E. (Orgs.). Educação Ambiental: fundamentos, práticas e desafios. Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí, 2007. p.143-162.
- [12] BRASIL. Lei 9.795, de 27 de abril de 1999 - **Política Nacional de Educação Ambiental**. Brasília, 2012.
- [13] Gomes, S. R. **A escola, seu entorno e os espaços não-formais: possibilidades de diálogos sobre meio ambiente**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia, da Universidade do Estado do Amazonas – UEA, 2015.
- [14] Guimarães, Mauro. **A formação de educadores ambientais**. Campinas, SP: Papirus, 2004.
- LIMA, Gustavo. Crise ambiental, educação e cidadania. In: Layrargues, Philippe (org.). **Educação Ambiental: repensando o espaço da cidadania**. São Paulo: Cortez Editora, 2002.
- [15] Loureiro, F.B., et al. (Orgs.). **Educação Ambiental: repensando o espaço da cidadania**. São Paulo: Cortez, 2002.
- [16] Depresbiteris, L. **Avaliação da aprendizagem na Educação Ambiental: uma relação muito delicada**. In: Santos, J.; Sato, M. A contribuição da Educação Ambiental à esperança de Pandora. São Carlos, Rima, 2002.
- [17] Leff, Enrique. **Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

[18] Santana, L. C. **Pesquisa em educação ambiental e políticas públicas**: apontamentos e memória de um processo. Pesquisa em Educação Ambiental, vol. 9, n. 1. 2014. p. 156-168.



Improvement of Santa Terezinha Farm Productivity in the Egg Classification Sector, with Application to Automation: A Case Study

Rodrigo Chaves da Silva¹, Raimundo Nonato Alves da Silva², Yalle Aguiar da Silva³, Jéssica Mylla Pereira Sousa⁴, Bruno da Silva Pinto⁵, Vanise dos Santos Rodrigues⁶

^{1,2,3,4,5,6} Centro Universitário do Norte (UNINORTE). Manaus-AM-Brasil.

Email: chavesdasilvarodrigo1994@gmail.com, raimundo.nonato.silva@gmail.com, yalleaguiar27@gmail.com, pintobruninho377@gmail.com, jessicampsousa@outlook.com, vanise_santosrodrigues@hotmail.com

ABSTRACT:

In order for a company to become competitive and stable in the market, it is advisable that it has the capacity to adapt with the constant improvements of technological evolution, making them able to meet the specifications and needs of the market. This case study aims to highlight the improvements of the Santa Terezinha Farm egg classification process, using automation as a tool, as well as to demonstrate the increase of the productive capacity and the efficiency of the previous process. The methodology applied in this work was an exploratory and descriptive research, which distributes in detail the process before and after the automation implantation in the egg classification line, having as procedures of data collection, interview with manager, and with a collaborator, besides of chronoanalysis. This study demonstrated the main benefits related to productivity, capacity and improvements with the implementation of automation. By proving that the company achieved a productivity increase of 128.5 prod./mens per hour compared to the previous process, where it was 7.5 prod./mens per hour, thus making the investment viable, and the process efficient. In this way, it can be concluded that the automation in the egg classification process has boosted the productivity increase, increasing the productive capacity, in the sense of attending to the customers' needs in a skilful way, without waste in the production, making the company stand out in the Market due to the application of the automation technique to increase productivity.

Keywords: Automation, Process Improvement; Increased productivity.

Melhoria da Produtividade da Granja Santa Terezinha no Setor de Classificação de Ovos, Com Aplicação a Automação: Um Estudo de Caso

RESUMO

A Para que uma empresa torne-se competitiva e estável no mercado, é aconselhável que a mesma tenha a capacidade de se adaptar com as constantes melhoras da evolução tecnológica, tornando-as capazes de atender as especificações e necessidades do mercado. Este estudo de caso tem como objetivo evidenciar as melhorias do processo de classificação dos ovos da Granja Santa Terezinha, utilizando a automação como ferramenta, além de comprovar o aumento da capacidade produtiva e a eficiência sobre o processo anterior. A metodologia aplicada neste trabalho foi de pesquisa exploratória e descritiva, que dista em detalhar o processo anterior e posterior a implantação da automação na linha de classificação de ovos, tendo como procedimentos de coletas de dados, entrevista com gerente, e com um colaborador, além de cronoanálises. Este estudo demonstrou os principais benefícios referente à produtividade, capacidade e as melhoras com a implantação da automação. Comprovando que a empresa obteve um aumento para 128,5 prod./Homens por hora na sua produtividade comparada ao processo anterior, onde o mesmo era de 7,5 prod./Homens por hora, tornando assim o investimento viável, e o processo eficiente. Desta forma pode se concluir que a automação no processo de classificação de ovos impulsionou o aumento da produtividade, ampliando a capacidade produtiva, no sentido de atender a demanda dos clientes de forma hábil, sem desperdícios na produção, fazendo com que a empresa se destaque no mercado aviário pelo fato da aplicação da técnica de automação para o aumento da produtividade.

Palavras-Chave: educação, ciências agrárias, cisterna de produção

Received: February 17th, 2017

Accepted: April 27th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



I. INTRODUÇÃO

Em decorrência da globalização, houve um grande desenvolvimento tecnológico nas várias esferas industriais, e o setor aviário está se adaptando a essas evoluções.

Nesse campo industrial em nível mundial são existentes inúmeras granjas tendo cada uma sua diversificação, tanto em abates como em produções de ovos, independentemente do tamanho do porte da empresa, todas tendem o mesmo objetivo, se manter no mercado e ter o processo de cada vez mais eficiente. A nível mundial os principais países produtores de ovos (unidades) são: China (482,974 bilhões), EUA (91,855 bilhões), Índia (63,500 bilhões), México (47,623), Japão (41,900 bilhões), Rússia (40,788 bilhões) e Brasil (40,731 bilhões), segundo [1].

No Brasil o número de produtores de ovos está em progressão com o passar dos anos, tornando o mercado cada vez mais competitivo de forma que as indústrias venham a crescer de maneira mais intensa, a fim de utilizar a automação como ferramenta principal de melhorias no processo produtivo. [2], cita que não existe mais espaço para amadorismo na produção de aves e ovos no Brasil. Além do profissionalismo, a tecnologia faz parte do dia a dia das granjas, garantindo um produto seguro, de qualidade e com foco na sustentabilidade.

O Estado do Amazonas com o incentivo do governo está se tornando uma grande força nesse nicho de mercado, contornando a crise e se tornando alto suficiente. De acordo com pesquisa [3]:

Com cerca de 80 granjas, a maioria instalada na região metropolitana de Manaus (AM), o setor avícola produtor de ovos tem crescido no estado do Amazonas nos últimos anos. Atualmente, são produzidos mensalmente 50 milhões de unidades, o que, estimam as autoridades agrícolas do estado, garantem a auto-suficiência da região [3].

Na rodovia AM-010, estão localizadas diversas granjas que atendem grande maioria do estado do Amazonas, chegando até em nível nacional de abastecimento. No Rio Preto da Eva, localizado no km 80 da rodovia AM-010, situa-se a granja Santa Terezinha, onde com o tempo se tornou um dos maiores produtores desse setor fabril.

Com o número extenso de empresas nesse segmento, e com grandes produções, as granjas têm a necessidade de se tornar mais sólida no mercado, de modo que sua produtividade aumente de maneira sucinta, onde torne as capazes de atender todos os seus clientes, pois a demanda é promissora nesse âmbito. A produtividade pode ser definida como a capacidade de produzir, partindo-se de certa quantidade de recursos, ou ainda o estado em que se dá a produção. (CONTADOR Apud [4]).

Por seguinte, surge a ferramenta da automação como alternativa de melhoria, com o intuito de somar com os produtores de ovos, a fim de tornar o processo eficiente, tornando maior a capacidade produtiva da empresa. Automação é todo o processo que realiza tarefas e atividades de forma autônoma ou que auxilia o homem em suas tarefas do dia a dia. ([14] Apud [5]).

Ressalta-se a influência dos elementos abordados, e pergunta-se: Será que o processo de classificação de ovos da Granja Santa Terezinha, tende a ser mais produtivo com a automatização?

O principal motivador deste estudo de caso foi à melhora do processo através da implantação de um sistema automatizado de classificação de ovos. Até então, o processo de classificação de ovos era considerado um “gargalo” na produção, pois em muitas

vezes limitava o aumento da oferta desses produtos para o mercado.

Esse trabalho justifica-se a partir de uma necessidade do aumento da produtividade, consequentemente com ampliação da capacidade produtiva da empresa por meio da automação, com intuito de eliminar ocasiões de horas extras e custos inviáveis com a produção, proporcionando ao empreendedor ampliação da capacidade de produção, juntamente com o aumento da eficiência do processo de classificação de ovos da Granja Santa Terezinha.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

II.1 MELHORIA NO PROCESSO

Melhorias devem ser constantes em busca da produtividade, e a qualidade do produto, de forma que com o passar dos anos este fator tornou-se primordial para o êxito de cada empresa.

Os processos podem ser melhorados de duas formas: a primeira consiste em melhorar o produto em si através da Engenharia do Valor. A segunda consiste em melhorar os métodos de fabricação do ponto de vista da Engenharia de Produção, que trata de procurar formas de otimizar a fabricação de determinado produto, (SHINGO Apud [6]).

II.2 CLASSIFICAÇÃO DOS OVOS

Entende-se pela simples designação ovos, os ovos de galinha em casca, sendo os demais acompanhados da indicação da espécie que procedem [7].

A classificação dos ovos são elementos do processo produtivo da empresa, onde se torna parte fundamental para atendimentos de especificações, tanto de legislações, qualidade e do cliente.

Em relação ao processamento de fabricação de ovos trata-se do procedimento de classificação, ovoscopia, lavagem, quebra de ovo, filtração, homogeneização, estabilização, pasteurização, resfriamento, congelamento, secagem e embalagem do produto final [7].

O Processo produtivo de ovos pode ser feitos de forma manual, ou automatizadas, tendo grandes influencias com o depender do tamanho da produção. Se a produção for baixa, no caso de um pequeno produtor, é aconselhável o processo ser executado de forma manual, mas se forem em grande escala, é prescindível ser realizada com a ajuda de uma automação no processo.

Segundo [8] poderá ser permitida a lavagem, ovoscopia e classificação manuais nos estabelecimentos que apenas recebem e manipulam ovos de produção própria, até o máximo de 3.000 (três mil) ovos/dia.

Quando é optável a forma manual de processamento é necessária ter como ponto de referência, assim como parâmetros, bandejas com crivos redondos de diferentes tamanhos que convêm para fazer a medição dos ovos, a fim de obter sua classificação.

Então, a fim de garantir uma maior acessibilidade durante o momento de comercialização e uma fiscalização mais controlada sobre os ovos de galinha, foram estabelecidas leis para que este produto fosse vendido em embalagens contendo

informações referentes à cor da casca, classificação e tipificação [9].

Em questão sobre fatores dos ovos, como a da tonalidade da casca, o ovo deverá ter o nome de sua cor estabelecida na embalagem, por exemplo, “branco” ou “marrom”. Sobre a Tipificação do produto, é relacionado sobre o peso onde a unidade do ovo se encaixa em cada categoria no critério de seleção por peso, onde são feitos com equipamentos industrializados.

De acordo com as informações da tabela 1 são decorrentes as especificações conforme com a sua tipificação e seus parâmetros em relação ao peso dos ovos, seguindo, contudo isso a conformidade ideal do produto. Por seguinte, o ovo tipo 1, nomeado de Jumbo ele tem um peso acima de 66 gramas, o tipo 2 nomeado de extratem o peso entre 60 gramas e 66 gramas. O ovo com a tipificação grande tem o mínimo de 55 gramas a 60 gramas. A tipificação de ovo médio tem o mínimo de 50 gramas a 55 gramas de acordo com a especificação, o tipo 5 que tem a sua nomenclatura pequena, tem no mínimo 45 gramas até 50 gramas. E o tipo 6, o ultimo da tipificação, mas não menos importante, nomeado de industrial tem um peso abaixo de 45 gramas.

Tabela 1: Tipificações dos ovos.

TIPIFICAÇÃO DOS OVOS COMERCIAIS

Tipificação do Ovo	Parâmetros – Peso (g/unidade)
Tipo 1 – Jumbo	≥66
Tipo 2 – Extra	Entre 60 – 66
Tipo 3 – Grande	Mínimo entre 55-60
Tipo 4 – Médio	Mínimo entre 50-55
Tipo 5 – Pequeno	Mínimo entre 45-50
Tipo 6 – Industrial	<45

Fonte: [9], modificado por [10].

Neste contexto, o processo produtivo de classificação de ovos está em um ponto importantíssimo de forma que restringe quaisquer não conformidades do processo, e busca atingir de forma eficaz a qualidade através das legislações, tendo grande influência com o auxílio das automações que venham a contribuir com este meio.

II.3 AUTOMAÇÃO

Automação (do latim Automatus, que significa mover-se por si), vem ser um sistema automatizado com controles que verificam seu funcionamento próprio, realizando medições e introduzindo correções, sem a necessidade da interferência do homem [11]. As automações são técnicas automáticas ou computadorizadas com o intuito de substituir ou diminuir a mão de obra [12].

A automação de processo que consiste em escolher, entre as diversas tecnologias disponíveis, máquinas, robôs ou software, assim a que apresentar melhor relação custo x benefício deverá ser escolhida [13].

Na metade do século XVIII a automação se evidenciou nas empresas da Inglaterra, onde para muitos era considerado o berço da automação. Foi nessa temporada que os processos produtivos tiveram um grande progresso, passando de artesanais

para industrial, surgindo os equipamentos pioneiros para auxílio do trabalho dentro do âmbito produtivo [14].

[15] asseguram que o enorme crescimento no campo da automação industrial trouxe grande quantidade de máquinas automatizadas com recursos diversos.

O desenvolvimento da automação decorreu com o tempo, se deparando com diversas oportunidades para as organizações que no momento necessitavam de eficiência nos processos, além de velocidade na informação a fim de responder rapidamente a cada falha ou até mesmo detectar futuras falhas em seus sistemas [16].

A automação foi constantemente se evoluindo, trazendo inúmeros benefícios dentro do âmbito fabril, trazendo a cada progresso mais finalidades objetivas e produtivas, acarretando em aumento da velocidade na produção, além de otimizar recursos, transformando os processos muito mais eficientes, contudo isso deixando o processo mais produtivo, onde é o interesse primordial para as empresas futuristas do cotidiano.

II.4 BALANCEAMENTO DE LINHAS

As melhorias nos processos industriais devem ser sempre presente dentro das empresas, e o balanceamento de linha é um instrumento fundamental para análises de processos a ponto de evidenciar os gargalos viventes na produção, seja ela executada de forma manual ou automática. Em outras palavras o balanceamento de linha procura eliminar os desperdícios dentro da manufatura, e consequentemente tornar o processo mais estável, e mais efetivo.

As medições de tempo de ciclo são realizadas para avaliar a quantidade de trabalho aos colaboradores, de acordo com esse fator, [17] afirma que o tempo de ciclo em função de dois elementos:

Em um sistema de produção, o tempo de ciclo é determinado pelas condições operativas da célula ou linha. Considerando-se uma célula ou linha com ‘n’ postos de trabalho, o tempo de ciclo é definido em função de dois elementos:

- i. Tempos unitários de processamento em cada máquina/posto (tempo-padrão);
- ii. Número de trabalhadores na célula/linha.

Conforme [18], a realização da contagem do tempo de ciclo é obtida através da equação 1:

$$\text{Tempo de Ciclo} = \frac{\text{tempo de produção}}{\text{quantidade produzida no tempo de produção}} \quad (1)$$

Sendo assim, [19] descreve que “o tempo de ciclo é o tempo que decorre entre produtos finalizados, elementos de informação ou clientes obtidos no processo”.

Balanceamento de linha é baseado no tempo de ciclo, que pode ser compreendido como a sequência dos postos de trabalho, tendo como intuito programar um método que vise uma distribuição mais eficiente das operações no chão de fábrica, sendo baseado no estudo de tempos, fluxo de materiais e redução de desperdício, envolvendo conceitos como o aumento da produtividade e otimização dos custos de fabricação [20].

O balanceamento de linhas de produção nos dias atuais assume relevância indubitável, principalmente pelas alterações no nível de produção industrial [21].

O balanceamento de linha é a atividade de distribuição de tarefas aos postos de trabalho, onde eles sejam impostos de forma justa e dividida. Sem esquecer que uma grandeza básica no balanceamento de linha é sua eficiência [22].

Para balancear a linhas devem ser seguidos os passos abaixo [23]:

- Estabelecer qual a sequência das tarefas, usando um diagrama de precedência;
- Definir o tempo de ciclo necessário;
- Definir o número mínimo teórico de estações de trabalho;
- Escolher uma regra básica na qual as tarefas têm de ser alocadas às estações de trabalho e uma regra secundária para desempatar;
- Atribuir as tarefas uma a uma à primeira estação até que a soma dos tempos da estação seja igual ao tempo de ciclo. Repetir o processo nas estações seguintes;
- Avaliar a eficiência da linha.

O objetivo do balanceamento de linha de é elevar ao máximo a utilização dos postos de trabalho e, conseqüentemente, da mão-de-obra empregada, o balanceamento é necessário de forma a atender as necessidades distintas da organização ao produzir o que o mercado necessita. [24]. Sendo assim objetivo principal do balanceamento de linha é ter a maximização da eficiência ou a minimização do tempo ocioso [22].

II.5 LAYOUT X ARRANJO FÍSICO

Para [19] afirma que o “arranjo físico de uma operação ou processo é como seus recursos transformados são posicionados uns em relação aos outros e como as várias tarefas da operação serão alocadas a esses recursos transformadores.” Já para [25] arranjo físico é a maneira de alocar as máquinas e equipamentos para otimizar o fluxo de produção de uma organização.

Conforme [26] “o arranjo físico de uma operação produtiva preocupa-se com o posicionamento físico dos recursos de transformação. Colocado de forma simples, definir o arranjo físico é decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção.”.

[26] cita cinco tipos de arranjo físico:

1. Arranjo físico posicional;
2. Arranjo físico por processo;
3. Arranjo físico celular;
4. Arranjo físico por produto;
5. Arranjos físicos mistos.

Afirma [25] que o arranjo físico é de extrema importância para a produtividade, pois os fluxos dos processos podem ser otimizados ou prejudicados em função da distribuição física de equipamentos. Sendo assim os objetivos conforme [19] de qualquer arranjo físico dependerão dos objetivos estratégicos de uma operação.

Segundo [27] o arranjo físico pode contribuir em:

- Minimização dos custos de manuseio e movimentação interna de materiais;
- Utilizar o espaço físico disponível de forma eficiente;
- Amparar o uso da mão de obra evitando que está se movimente de forma desnecessária;

- Facilitar comunicação entre as pessoas envolvidas na operação quando adequado;
- Reduzir o tempo de ciclo dentro da operação, garantindo fluxos mais linearizados, sempre possível e coerente com a estratégia;
- Facilitar a entrada, saída e movimentação dos fluxos de pessoas e de materiais;
- Facilitar a manutenção de recursos, garantido fácil acesso;
- Facilitar o acesso visual as operações quando necessário;
- Encorajar determinados fluxos.

Logo, o layout dentro de quaisquer empresas é de sumo valor pelo fato de evitar toda e qualquer condução desnecessária, além de dá o suporte necessário rumo às melhorias, e mesmo com mudanças, ou uso de automações, influencia diretamente na produtividade.

II.6 CAPACIDADE PRODUTIVA

Segundo [19] Cita que “a definição de capacidade de uma organização é o máximo de atividade de valor adicionado em determinado período de tempo que o processo pode realizar sob condições normais de operação.”

Exara[15] Asseguram que em geral, capacidade de produção é a cadência máxima de produção de uma organização. A capacidade é o número máximo de produção de bens e serviços que podem ser produzidos em um intervalo de tempo [22].

Relata [19] que o “uso mais comum do termo capacidade é no sentido estático, físico, do volume fixo de um recipiente ou do espaço em um edifício.”. Já [27] menciona que a capacidade tem de ser vista como um potencial, um volume máximo possível de ser obtido, e não deve assim, ser confundida com os níveis de saída que a operação está produzindo em um certo período de tempo.

Então, a capacidade produtiva de uma organização é a produção máxima, onde é influenciada por fatores, onde devem ser controlados a fim de ter de ser maximização.

II.7 PRODUTIVIDADE

A produtividade se define na relação entre o que se produz e o que se deveria ser produzido. Com a necessidade de velocidade nos processos produtivos uma empresa mais produtiva não trabalha apenas buscando mais lucros, mas satisfação dos seus clientes e colaboradores. ([16].

A produtividade de acordo com [21] “é a relação entre o valor do produto e/ ou serviço produzido e o custo dos insumos para produzi-los.”. Já [27] cita que “Produtividade é uma medida da eficiência com que os recursos de entrada de um sistema de agregação de valor são transformados em saídas. ”

A produtividade mede a quantidade de trabalho do funcionário e a eficiência engloba a matéria prima, as máquinas, instalações e equipamentos [28]. Já [15] define que a produtividade significa a quantidade de produtos, ou serviços produzidos com os recursos utilizados. A produtividade num intervalo de tempo geralmente é medida através da equação 02:

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Quantidade de produtos ou serviços produzidos}}{\text{Quantidade de recursos utilizados}} \quad (2)$$

Assim, [15] também mencionam que a produtividade pode ser ampliada de diversas maneiras:

- Aumentar a produção utilizando a mesma quantidade, ou quantidades menores de recursos;
- Reduzir a quantidade de recursos utilizados enquanto a mesma produção é mantida ou aumentada;
- Permitir que a quantidade de recursos utilizados se eleve contanto que a produção se ele mais;
- Permitir que a produção decresça contanto que a quantidade de recursos utilizados decresça mais;

Para [29] existe dois elementos da produtividade:

- Produtividade Parcial: é a relação do produzido, medido de alguma forma, e o consumido de um dos recursos utilizados.
- Produtividade Total: São todos os insumos utilizados para produzir o produto.

Quando se aumenta a produtividade, se provoca um melhor aproveitamento dos insumos, além de diminuir os custos de produção, ou dos serviços prestados [22].

Em busca por competitividade a empresa deve apresentar-se mais produtiva e eficiente que seus concorrentes, assim sua sobrevivência está diretamente ligada à sua capacidade de ser competitiva (Burmeister Apud [13]).

Conforme as bases referenciais acima, para controlar e fazer uma menção da produtividade precisa-se ter embasamentos na eficiência, tanto da linha, como de todo arranjo físico, onde é a capacidade de alcançar objetivos com o mínimo de insumos possíveis, consequentemente otimizando tempo e recursos.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

III.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A empresa Granja Santa Terezinha é uma das pioneiras no setor aviário na região metropolitana de Manaus. Localizada no km 85 da rodovia AM 010, tiveram o início de suas atividades na década de 80 em âmbito familiar, somente com criação de frangos de corte, com o passar dos anos e com o mudar da economia, mudou sua estratégia de produção, e começaram trabalhos com a criação de galinhas de posturas, em outras palavras, galinhas destinadas a produções de ovos.

Com o encaminhar dos anos, a Granja Santa Terezinha evoluiu seus planos de produção, aumentando sua capacidade produtiva e investindo em tecnologias, iniciando seu processo de maturidade de seu produto, mantendo-se estável no mercado, e hoje em dia abastecendo todo o município de Rio Preto da Eva e seus arredores, por conta da fácil logística na rodovia AM 010.

A Coleta de informações foi atribuída no setor de classificação dos ovos, onde houve um minucioso estudo de tempo, analisando o processo anterior e o posterior a implantação da automação, além disso, foram executadas entrevistas informais com o gerente e com um colaborador experiente no setor.

O quadro 02 informa como é organizada, e como pode ser medida a produção de ovo na granja Santa Terezinha em busca dos estudos.

Tabela 2: Quantidades de ovos.

Forma de ovos	Caixa de ovos
30 unidades	360 unidades

Fonte: Autores, (2016).

A cronoanálise foi o instrumento fundamental para a obtenção dos estudos de tempos, de acordo com [24] a cronoanálise é uma ferramenta utilizada para avaliação e o registro dos tempos gastos na área de produção da empresa, que visa identificar uma sequência lógica do fluxo operacional mais apropriado e eficiente ao trabalho. Com este instrumento também é possível verificar a existência de gargalos na produção.

Nesta pesquisa foi empregado o uso de um cronometro, da folha de verificação (Tabela 3) e anotações com um grande nível de atenção.

Tabela 3: folha de verificação.

FOLHA DE VERIFICAÇÃO				
EMPRESA: Granja Santa Terezinha		DATA: / /		
PROCESSO: Classificação de ovos		HORA		
OBS:				
Número do processo	Etapas	Tempo (s)	Quantidade de ovos	Colaborador
01				
02				
03				
04				
05				
06				
07				
08				
TOTAL				

Fonte: Autores, (2016).

III.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO ANTERIOR

A Granja Santa Terezinha tinha seu processo anterior de forma muita das vezes manual, operada de forma intensa com a mão de obra por parte dos colaboradores. No setor de classificação dos ovos, onde são selecionados os ovos, não era diferente, abrangendo de um número excessivo de colaboradores no setor.

Descreve [19] que fluxogramas ou mapas de processos são usados para obter o melhor entendimento detalhado antes do melhoramento, além de tornar claras as áreas de melhoramento.

A figura 1 explana o fluxograma como funcionava de forma manual o processo de classificação de ovos na granja.

O processo se inicia com a chegada dos ovos no setor de classificação, logo após ocorre uma separação dos ovos através do seu estado visual, estando limpo em devida situação segue em diante o processo, se não é direcionado a uma área de higienização. Em seguida os ovos são direcionados a uma fase de classificação, tendo uma parametrização através de o seu tamanho devido sua execução ser feita de forma manual, e logo em diante era embalado de acordo com sua especificação.

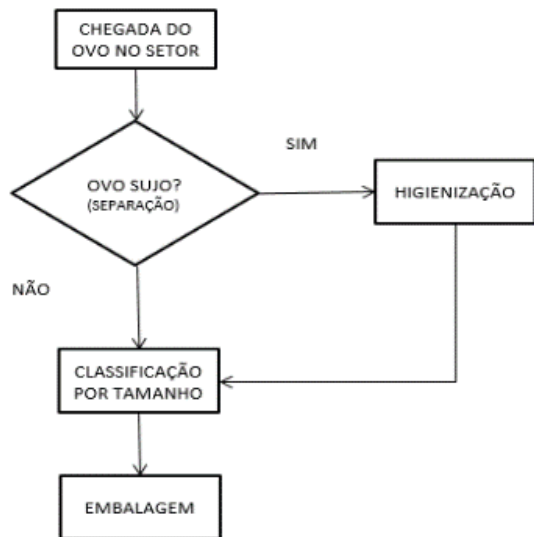


Figura 1: Fluxograma: Processo produtivo antigo.
Fonte: Autores, (2016).



Figura 3: Classificação dos ovos.
Fonte: Autores, (2016).

III.3 FASES DO PROCESSO DE CLASSIFICAÇÃO DOS OVOS MANUAL

Após a chegada do produto no setor, ocorre a seleção dos ovos limpos dos sujos, onde a figura 2 representa a fase de higienização dos ovos, onde é feita a lavagens para atingir sua limpeza de forma eficaz. Sem esquecer que as atividades acima eram efetuadas por dois colaboradores, cada um realizando cada função.



Figura 2: Higienização dos ovos.
Fonte: Autores, (2016).

Após a triagem e a higienização dos ovos, é executada a fase de classificação, onde era considerada a restrição de capacidade do processo. A fase era realizada por três colaboradores onde mesmo assim demandava um tempo consideravelmente grande para realização da atividade. A Figura 3 apresenta as bandejas de classificação manual, onde eram selecionados os ovos de acordo com seu tamanho e sua cor, variando de tipificação de acordo com a circunferência da forma.

A última atividade do processo de forma manual é a embalagem do produto acabado, a figura 4 demonstra a embalagem final do produto, de acordo com suas classificações e especificações tanto do cliente quanto da legislação.



Figura 4: Embalagem dos ovos.
Fonte: Autores, (2016).

III.4 DESCRIÇÃO DO PROCESSO ATUAL

Com o avanço da globalização, o aumento de novas tecnologias se tornou necessidade de as empresas investirem em tecnologia para ocorrer melhorias em seu processo produtivo. A Granja Santa Terezinha com o andar dos anos mudou seu processo por conta disso, a fim de seu processo ocorresse a melhoria ideal ao processo. A automatização implantada revolucionou o processo, tornando-o mais produtivo, utilizando menos recursos que de forma manual.

A figura 5 informa o processo produtivo de classificação de ovos atual da empresa granja Santa Terezinha. Inicia-se semelhante ao processo manual, mas com a triagem dos ovos de forma mais rigorosa, com intuito de ser processados primeiro os ovos totalmente limpos. Logo em seguida são introduzidos os ovos na máquina com uso do sugador, que é um instrumento facilitador da automação, em diante o processo percorre em direção ao processo de polimento dos ovos. Depois de passar pelo polimento, chega na parte dos ovos cópia e segue em rumo das balanças de precisão, e chegando ao final nas bandejas de pré-embalagem.

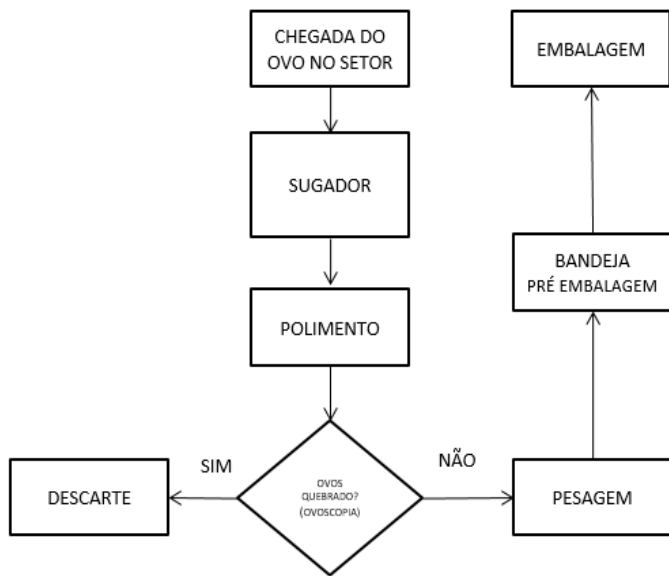


Figura 5: Fluxograma: Processo automatizado
Fonte: Autores, (2016).

III.4.1 FASES DO PROCESSO DE CLASSIFICAÇÃO DOS OVOS SEMIAUTOMÁTICA.

Após implantação da automação, treinamentos e ajustes foram designadas fases no processo, mesmo sendo automatizada, até então algumas atividades tendo influência da mão de obra e outras atividades totalmente automáticas. A figura 6 representa a primeira atividade do processo automatizado, que é designado por um colaborador, onde tem a função de introduzir os ovos na esteira, com o auxílio do sugador, que é uma bomba a vácuo que recebe comandos de forma onde facilita a introdução do produto no processo.



Figura 6: Introdução do ovo no processo (sugador).
Fonte: Autores, (2016).

Prosseguindo o processo, logo após a introdução do produto na esteira é realizado o polimento dos ovos, onde é retirada qualquer impureza visível no produto, e com o objetivo de deixar a casca do ovo em bom estado visual. A figura 7 exibe esta atividade que é realizada de forma automática sem intervenção humana.



Figura 7: Polimento.
Fonte: Autores, (2016).

A seguir, a figura 8 representa a atividade nomeada de ovos cópia, que tem como função eliminar os produtos não conformes, que fogem da qualidade, sendo assim que apresentam algum defeito. Essa atividade é efetuada por um colaborador onde o mesmo é responsável de retirar do processo ovos que tenham anormalidades como: trincas, cascas não conformes, sendo assim a presença de qualquer irregularidades no produto.



Figura 8: Ovos cópia.
Fonte: Autores, (2016).

Enfim chega a parte da pesagem eletrônica, onde são pesados os ovos em pequenas balanças de precisão e por seguinte são classificados os ovos de forma automática de acordo com sua tipificação de forma exata, notando que essa fase é completamente automática, sem influência da mão de obra na atividade conforme a figura 9.



Figura 9: Pesagem Eletrônica.
Fonte: Autores, (2016).

Empós o produto ser classificado, ele é direcionado as bandejas de pré-embalagem, de acordo com sua tipificação, tendo cada parte, um recebimento de tipo de classificação diferente, sendo um facilitador na pré-embalagem dos dois colaboradores do posto. A figura 10 mostra a atividade, onde são pré-embalados os ovos de acordo com sua especificação, seguindo após disso rumo ao seu armazenamento.



Figura 9 – Bandejas de Pré-embalagem.
Fonte: Autores, (2016).

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Depois de levantamentos das atividades no processo, e de estudos de tempo antes e após a implantação da máquina, tendo em vista oportunidades de desenvolvimento do processo, notou-se que houve o aumento da produtividade, envolvendo a capacidade produtiva da empresa, através da implantação desta automação que influenciou grandemente no layout e no tempo do processo.

No tabela 4, observa-se a coleta de dados sobre o estudo de tempo, e balanceamento de atividades na linha antiga, antes mesmo da implantação da máquina. A produção é medida por formas de ovos, onde se totalizam 30 unidades de ovos em cada forma, então as análises foram executadas deste modo. Ao mesmo tempo nota-se que são quatro atividades no processo, começando pela separação dos ovos limpos e sujos, sendo executada por um funcionário tendo como finalidade produzir 0,75 unidades por minuto. Logo em seguida a segunda atividade é a lavagem dos ovos sujos tendo 0,5 unidades de formas por minuto empregando dois colaboradores na atividade. Na terceira atividade tendo descrição de classificação pelo fato de classificar os ovos de acordo com o tamanho de sua circunferência, onde demandava maior parte dos colaboradores e exercendo o mínimo de produtividade no processo com apenas 0,33 formas de ovos por minuto. Na quarta e última atividade do processo onde é feita a embalagem do produto era exercida a produção de 1 forma de ovo por minuto onde demandava 1 funcionário.

Deste modo, sabe-se que a média da demanda diária é 360 unidades de formas de ovo, onde esse número não era atingido em um turno normal de trabalho, pois os dados acima demonstram que 6 colaboradores executavam as atividades tendo uma produção diária de um pouco mais de 337 formas de ovos por turno trabalhado. Com base nestes dados, percebe-se que era de necessidade o uso de horas extras para obter a demanda diária em um dia normal de trabalho.

Tabela 4: Balanceamento da linha antiga.

LINHA ANTIGA						
Número	Descrição	Atividade	seg/unid	unid/min	Colaboradores	unid./total
1	SEPARAÇÃO	A	80	0,75	1	0,75
2	LAVAGEM	B	60	1	1	1
3	CLASSIFICAÇÃO	C	180	0,33	3	1
4	EMBALAGEM	D	60	1,00	1	1
DEMANDA DIÁRIA						
360	Unidades	Total de colaboradores		Produção/hora	Produção/turno	
7,5	Horas	6		45	337,5	

Fonte: Autores, (2016).

A partir da conclusão da implantação, e o funcionamento da máquina com força total, foram executados a coleta dos dados do quadro seguinte. A partir das apreciações do novo processo foram constatadas novas atividades e algumas que passaram a ser automatizadas.

Tabela 5: Balanceamento após Implantação.

LINHA IMPLANTANDO A MÁQUINA						
NUMERO	DESCRIÇÃO	ATIVIDADE	SEG/UNID	UNID/MIN	COLABORADORES	Unid./Total
1	SULGADOR	A	7	8,6	1	8,6
2	POLIMENTO	B	7	8,6	0	0,0
3	OVOSCOPIA	C	7	8,6	1	8,6
4	PESAGEM	D	7	8,6	0	0,0
5	BANDEJA	E	14	4,3	2	8,6
DEMANDA DIÁRIA						
504	Unidades	Total de colaboradores		Produção/hora	Produção/turno	
7,5	Horas	4		514,3	3857,1	

Fonte: Autores, (2016).

De acordo com o tabela 5, a primeira atividade onde é nomeada como sugador tem uma produtividade de 8,6 unidades de formas por minuto utilizando apenas um colaborador. Na segunda atividade tendo a função de polir os ovos, tem a capacidade de produzir 8,6 unidades de formas por minuto, eliminando a utilização da mão de obra humana, pois ela é uma atividade totalmente automatizada. Na atividade 3, a ovos cópia emprega apenas a mão de obra de um colaborador tendo 8,6 unidades de forma por minuto. A atividade 4, a pesagem dos ovos através de pequenas balanças eletrônicas de precisão exerce uma produção neste posto de trabalho de 8,6 unidades de formas por minuto, e sendo de configuração automatizada sem o impacto de mão de obra humana. E na última atividade, não menos importante, exerce 4,3 unidades de formas de ovos por minuto, utilizando neste posto de trabalho 2 colaboradores.

Contudo analisa-se que o investimento em automação foi o que atendeu com maior eficiência a empresa, pois aumentou de forma significativa a capacidade produtiva da granja, precisamente de um pouco mais de 514 unidades de formas por hora, e 3857 unidades formas por turno trabalhado, mesmo sabendo que para atingir demanda diária da granja basta executar apenas uma hora de trabalho no processo, e sem esquecer de ter como alternativa o domínio de direcionar 2 colaboradores a outros

postos de trabalho, especificamente para o setor administrativo da empresa.

A figura 11 demonstra o novo layout de linha da empresa, que mesmo com a mudança não houve alteração no tipo de layout, mas onde se constata a subtração do número de colaboradores, de seis para quatro funcionários no processo, dando o interesse em direcionar esses colaboradores subtraídos da linha a novos postos de trabalho, contudo isso tomando o processo muito mais eficiente e produtivo.

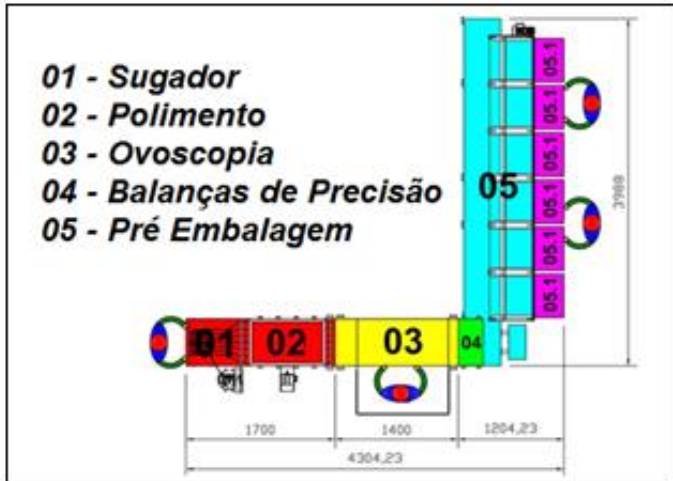


Figura 10 :Layout do processo após implantação.

Fonte: Adaptado de [31].

Os cálculos de capacidade foram executados conforme a equações 3 e 4:

Informações com base na linha antiga, capacidade do processo manual.

$$\text{Capacidade Produtiva} = \frac{\text{Qt.de Produtos produzidos no turno}}{\text{Tempo total de produção}}$$

(3)

$$\text{Capacidade Produtiva} = \frac{337,5}{7,5}$$

$$\text{Capacidade Produtiva} = \mathbf{45 \text{ formas de ovos por hora}}$$

Informações com a linha após a implantação, Capacidade do Processo automatizado.

$$\text{Capacidade Produtiva} = \frac{\text{Qt.de Produtos produzidos no turno}}{\text{Tempo total de produção}}$$

$$\text{Capacidade Produtiva} = \frac{3857}{7,5}$$

$$\text{Capacidade Produtiva} = \mathbf{514 \text{ formas de ovos por hora}}$$

Com bases nos cálculos, e na comprovação do aumento da capacidade, cabe glosar o trabalho de [30] que fizeram um estudo, onde apresentaram um aumento de 121% na sua capacidade produtiva, eliminando desperdícios, utilizando da melhor forma seus funcionários, e tornando o processo analisado mais eficiente. Já [31] com uso intenso da tecnologia, especificamente com a implantação de uma automação no processo, conseguiu obter um aumento da capacidade produtiva de 42,9%, e passou atender a demanda sem restrições, sem esquecer do aumento de sua produtividade em relação a mão de obra.

O gráfico da figura 11 explica a capacidade produtiva da empresa nos aspectos abordados.

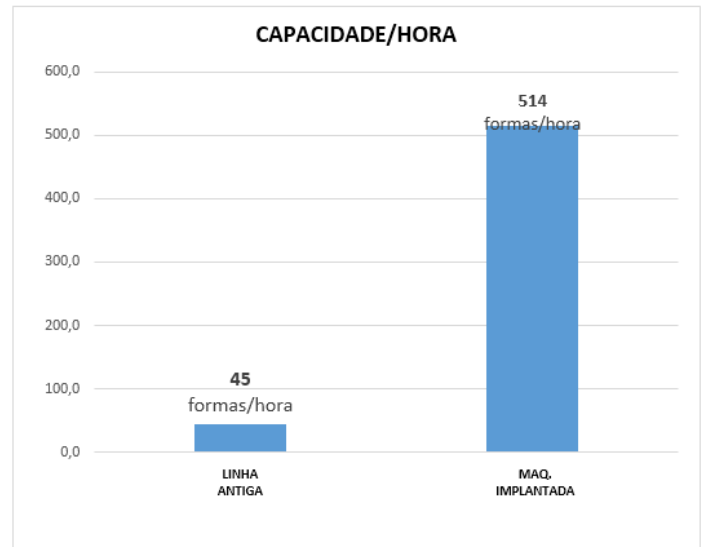


Figura 11: Gráfico de capacidade do processo.

Fonte: Autores, (2016).

De forma que a linha antiga tinha uma capacidade produtiva de 45 formas de ovos por hora, totalizando 1350 ovos processados por hora. Com a implantação da máquina teve um aumento considerável na capacidade produtiva da empresa, obtendo um resultado de 514 formas de ovos por hora, totalizando a capacidade mínima da máquina que é de 15420 ovos por hora.

Os cálculos de produtividade foram adimplidos da equação 4.

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Produtividade}}{\text{Hora}} = \frac{\text{Qt.de produtos produzidos}}{\text{Qt.de Recursos utilizados}} \quad (4)$$

Informações com base na linha antiga.

$$\text{Produtividade/Hora} = \frac{45 \text{ formas}}{6 \text{ Homens}}$$

$$\text{Produtividade/Hora} = \mathbf{7,5 \text{ formas/Homens}}$$

Informações com a linha posterior, com a implantação:

$$\text{Produtividade/Hora} = \frac{\text{Qt. de produtos produzidos}}{\text{Qt. de Recursos utilizados}}$$

$$\text{Produtividade/Hora} = \frac{514 \text{ formas}}{4 \text{ Homens}}$$

$$\frac{\text{Produtividade}}{\text{Hora}} = 128,5 \text{ formas/Homens}$$

O gráfico da figura 12 nos informa o índice de produtividade nos âmbitos abordados, como na linha antiga, e depois da implantação da máquina classificadora de ovos. Onde o gráfico expõe que na linha antiga obtinha uma produtividade de 7,5 por hora trabalhada. Com a implantação da máquina passou-se para uma produtividade de 128,5 por hora. Tornando sem dúvidas o melhor caminho tomado rumo à produtividade.

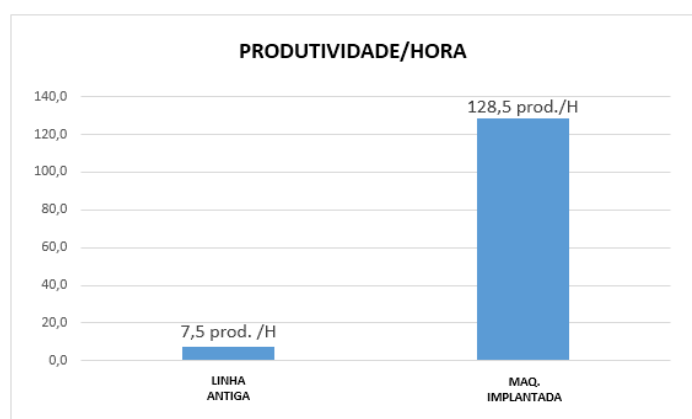


Figura 12: Gráfico de Produtividade do processo.
Fonte: Autores, (2016).

O processo manual de classificação de ovos era muito restrito, então se tornava um processo problemático por conta da baixa produtividade, e logo se dificultava a competência de atender as especificações e os clientes, tendo assim o uso amplo de horas extras e alto nível de desperdícios. Com o manuseio da automação o processo deixou de ser problemático para ser efetivo, ampliando a capacidade produtiva, e a produtividade do setor, além de eliminar gargalos dentro do processo produtivo de ovos. Conforme os resultados obtidos, percebem-se as diferenças dos processos discutidos neste trabalho, logo, comprova-se que foram de profunda aceitação o novo método de classificação de ovos da granja, onde o processo anterior se tornava escasso nas esferas de capacidade e produtividade, pois restrições se mantinham presentes no setor.

Portanto, tendo em vistas todos os dados abordados, a máquina de classificação de ovos revolucionou esse processo crítico da empresa, suprimindo todas as necessidades que foram ressaltadas, transformando o processo muito mais eficiente e produtivo, e tornando a Granja Santa Terezinha mais competitiva nesse mercado, capaz de atender todos os clientes.

V. CONCLUSÃO

O estudo abordou importância da produtividade com o auxílio da tecnologia, tendo em vistas que a automação pode contribuir com o processo de forma efetiva, aumentando a produtividade. Este trabalho demonstrou o aumento da

capacidade produtiva, que no processo anterior tinha a capacidade de produzir 45 formas de ovos por hora e passou a produzir com o uso da automação 514 formas de ovos por hora, tendo um aumento significativo em relação ao processo anterior de 1142,2%.

A comprovação de sua eficiência vem por caráter da produtividade, então sendo assim, a linha antiga que obtinha eficiência de 750% por hora, com a utilização da automação, passou-se a ter 12850% por hora, sem esquecer que houve influência direta na sua mão de obra na linha, reduzindo-a.

Com isto, as melhoras no processo são em relação a produtividade, a capacidade produtiva, e a eficiência do processo automático sobre o processo manual, além de haver uma melhora em questão do tempo, e o uso mais consistente dos colaboradores do setor.

O valor do investimento de implantação do sistema semiautomático de classificação de ovos na Granja Santa Terezinha, foi de R\$ 112.250,00 (Cento e dose mil, duzentos e cinquenta reais).

Sendo assim de caráter evolutivo, este estudo abre um leque de possibilidades de trabalhos futuros, então se sugere trabalhos relacionados à implantação de novos anexos automatizados dentro do processo, em outras palavras, novas automações dando continuidade do processo produtivo dos ovos, eliminando desperdícios e a possibilidades de surgimentos de novos gargalos, assim como, pensa-se em novas estratégias de vendas, buscando novos mercados. Com isto indica-se trabalhos relacionados à implementação do processo de ovos pasteurizados, deste modo formulando novos produtos, sem esquecer-se de aprofundar a inovação tecnológica no ramo. Conclui-se que a automação é uma ferramenta fundamental dentro dos setores fabris, pois tem o intuito de oferecer benefícios que somam em prol das empresas, fazendo que o mercado tenha tendência de se tornar aquecido e competitivo.

Portanto, este estudo de caso acredita que o mesmo venha a contribuir com as situações e as pessoas relacionadas da área, onde deseje utilizar o conhecimento adquirido na sua prática, executando essa alternativa rumo a efetividade.

VI AGRADECIMENTOS

Ao grupo de pesquisa do Centro Universitário do Norte (UNINORTE) pelo apoio ao desenvolvimento da pesquisa.

VII. REFERÊNCIAS

- [1] Silva, Roberto de Andrade. **Análises de Conjuntura e Agropecuária Avicultura de Postura** - Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB). Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/avicultura_postura_2012_13.pdf>. 2012/2013 - Acesso em: 22 de set. 2016.
- [2] Pulici, Carlos. **Revista Avicultura Brasil** – União Brasileira de Avicultura (UBABEF). Nº1 – São Paulo, SP. 2012. – Disponível em: <http://abpa-br.com.br>. Acesso em: 30 de out. 2016.
- [3] Avicultura Amazonense. Portal a Hora do Ovo (2012) – Disponível em: <http://www.ahoradoovo.com.br/no-mundo-do-ovo/noticias>. Acesso em: 05 de set. 2016.

- [4] Garcia, P. L. P.; Barros, J. G. M, Panhoca, L. **Implantação de um programa de melhoria da produtividade, 2007.** Revista Brasileira de Gestão e desenvolvimento Regional. Disponível em < <http://www.rbgdr.net/032007/artigo4.pdf>> Acesso em: 30 de out. 2016.
- [5] Amaral, Rodrigo. **Projeto de Implantação de um Sistema de Automação para Silos de Armazenamento de Matéria Prima. Trabalho de Conclusão de Curso, 2012.** Disponível em: < <http://www.em.ufop.br/cecau/monografias/2012> > .Acesso em: 08 de Nov. 2016.
- [6] Gerlach, G. **Proposta de melhoria de Layout visando a otimização do processo produtivo de uma empresa de pequeno porte, 2013.** Disponível em:< http://www.fahor.com.br/EngPro/2013/Pro_Gustavo.pdf> acesso em: 30 out. 2016.
- [7] BRASIL. Portaria nº 01, de 21 de fevereiro de 1990. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Inspeção de Produto Animal. **Divisão de Inspeção de Carnes e Derivados – DICAR.** Normas Gerais de Inspeção de Ovos e Derivados. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 44, p. 4321, 6 de mar. 1990. Seção 1. Disponível em: < <http://www.avisite.com.br/legislacao/anexos/PORTARIA.>> Acesso em: 30 out. 2016.
- [8] Miró. Renato L. L. Coordenador do **SIP/POA.** Publicado em Diário Oficial dia 06/06/1998, págs. 12,13,14, e 15. Curitiba, 26 de março de 1.998. Disponível em <<http://www.adapar.pr.gov.br>> Acesso em: 13 de out. 2016.
- [9] BRASIL. Resolução CIPOA nº 005 de 19 de novembro de 1991. **Trata da aprovação de padrões de identidade e qualidade de produtos lácteos e de ovos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Diário Oficial República Federativa do Brasil, nº 78, 1991. Brasília / DF. Disponível em < <http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 01 de nov. 2016.
- [10] Moraes, I.A.; MANO, S.; BAPTISTA, R.F. **Análise da rotulagem de ovos comercializados na cidade do Rio de Janeiro - Brasil.** Revista Brasileira de Ciência Veterinária, v.14, n.1, p.7-11, 2007. Disponível em: < <http://www.uff.br> > acesso em 01 de nov. 2016.
- [11] Holanda, AURÉLIO BUARQUE DE. **Novo dicionário da língua portuguesa.** 12a.impressão. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1975. p. 163.
- [12] Szezerbick, A. S. **HENRY FORD: A visão inovadora de um homem do início do século XX.** Artigo Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – PR, 2004.
- [13] Pinto, J. R. C.; NUNES, F. L.; VIERO, C. F. **Avaliação dos ganhos de Produtividade e redução de Custos pela automação de processos em uma empresa calçadista: Um estudo de caso.** *Revista Espacios.* Vol. 36. Nº 16, 2015. Pág. 6. Disponível em: < <http://www.revistaespacios.com/a15v36n16/15361606.html>> Acesso em: 01 de nov. de 2016.
- [14] Rosario, J. M. **Automação Industrial.** São Paulo: Baraúna, 2009.
- [15] Gaither, Norman. Frazier, Greg – **Administração da Produção e Operações.** 8ª Ed. São Paulo: Cengage e Learning, 2002.
- [16] Diedrich. H. **Utilização de Conceitos do Sistema Toyota de Produção na Melhoria de um Processo de Fabricação de Calçados,** 168F, 2002 Dissertação (Mestrado em Engenharia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- [17] Alvarez, R. dos R.; JR, J. A. V. A. **Takt-Time: Conceitos e Contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção.,** p7, Gestão & Produção, 2001.
- [18] Martins, Petrônio G. **Administração da Produção/** Petrônio G. Martins, Fernando Piero Laugení. –2ª ed. Ver. Aum. E atual. São Paulo: Saraiva, 2005.
- [19] Slack, Nigel. **Administração da produção/** Nigel Slack, Stuart Chambers, Robert Johnston; Tradução Henrique Luiz Correa. – 3ª Ed. – São Paulo: Atlas, 2009.
- [20] Tubino, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática.** São Paulo: Atlas, 2007.
- [21] Diniz, N.O. S.; CALIFE, N. F. S. **Cronoanálise e Balanceamento de linha de montagem: Estudo de caso em uma montadora de veículos.** XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. ENERGEP, 2015. Disponível em: < <http://www.abepro.org.br>> . Acesso em 22 de set. 2016.
- [22] Moreira, Daniel Augusto – **Administração da produção e operações.** 2ª Ed. Re. E ampl. São Paulo: Cengage e Learning, 2013.
- [23] Junior, A. S. **Balanceamento de Linha: Estudo de caso Para Otimização de Recursos de uma linha de Produção.** Trabalho de Conclusão de Curso, 2012. Disponível em: < <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br> >. Acesso em 01 de out. 2016.
- [24] Rocha, J. A. V. da, Navarro, A. **A importância da capacidade produtiva e cronoanálise para empresas do polo moveleiro de Ubá.** In: SAEPRO: Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção, IX. 2014, Viçosa.
- [25] Paranhos filho, Moacyr. **Gestão da Produção Industrial.** Curitiba. Ed. Ibplex, 2007.
- [26] Slack, Nigel, Chambers, Stuart, Johnston, Robert - **Administração da Produção: ATLAS,** 2ª edição de 2002.
- [27] Corrêa, Henrique L. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica/** Henrique L. Corrêa; Carlos A. Corrêa. 1ª Ed. – Reimp. – São Paulo: Atlas, 2009.
- [28] Santos, L.; Cardoso, J.; Reis, L.; Moraes, J.M; Silva, A. **A melhoria de processo através da implantação de técnicas da engenharia em uma empresa do ramo alimentício.** V

Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. COMBREPO, 2015. Disponível em:< www.aprepro.org.br/conbrepro/2015>
Acesso em: 01 de Nov. 2016.

[29] Martins, Petrônio G. **Administração da Produção fácil**/Petrônio G. Martins, Fernando Piero Laugeni. – São Paulo: Saraiva, 2012.

[30] Souza, J. S.; Balieiro, R. T.; Oliveira, P. H. S.; Mesquita, W. G.; Brum, R. P. Castro, P. A.;Inácio, F.

[31] Carvalho, Vianey S.; GUARNIERE, Alexson B.; SCHEIN, Samuel. **Automação para aumento da produção em empresa do setor alimentício: Ume estudo de caso**. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENERGEP, 2012. Disponível em :< <http://www.abepro.org.br>>. Acesso em: 16 de nov. 2016.