



## Rainwater utilization of potential in Abaetetuba-PA Municipality

Jairo Lima Martins<sup>1</sup>; Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes<sup>2</sup>, Ricardo Angelim da Silva<sup>3</sup>; Larissa Lima Rodrigues<sup>4</sup> e Beatriz Oliveira Leite de Sá<sup>5</sup>.

<sup>1,2,3,4,5</sup>Universidade Federal do Pará (UFPA). Cidade Universitária. Belém-PA.

Email: [l64jairo@gmail.com](mailto:l64jairo@gmail.com), [rmendes@ufpa.br](mailto:rmendes@ufpa.br), [ricardoesa@hotmail.com](mailto:ricardoesa@hotmail.com), [larissa\\_lr@hotmail.com](mailto:larissa_lr@hotmail.com), [bea3leite@hotmail.com](mailto:bea3leite@hotmail.com)

### ABSTRACT

Received: February 18<sup>th</sup>, 2017

Accepted: March 13<sup>th</sup>, 2017

Published: June 30<sup>th</sup>, 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 m<sup>2</sup> to 300 m<sup>2</sup>, in which 47.9% has an area up to 80 m<sup>2</sup>. 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 m<sup>2</sup> a 300 m<sup>2</sup>, em que 47,9% tem área até 80 m<sup>2</sup>. 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 (m<sup>2</sup>);

*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.

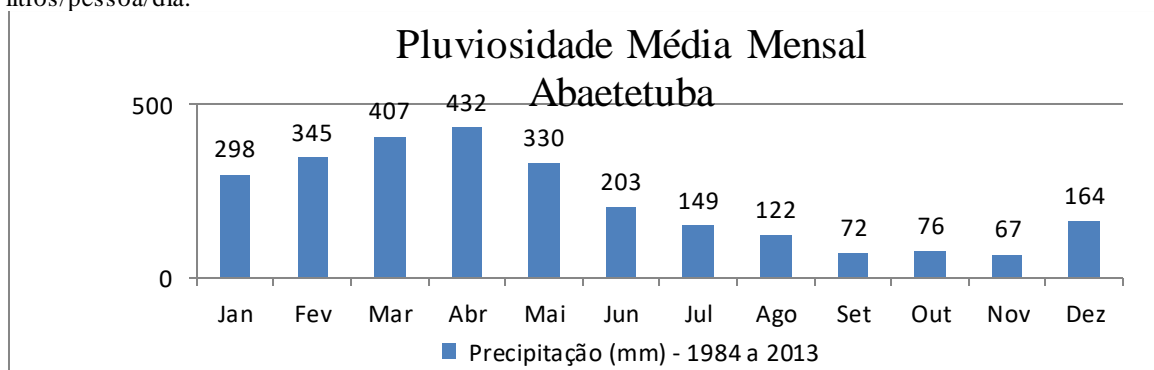


Figura 1: Precipitação média mensal de Abaetetuba.

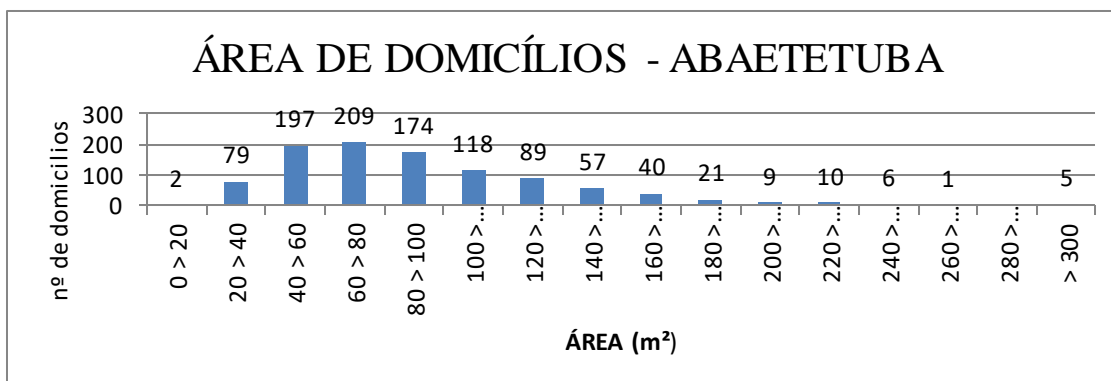
Fonte: Autores, (2016).

## 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 m<sup>2</sup> e 80 m<sup>2</sup>, representando 47,7% dos domicílios desta cidade (Figura 2).

Figura 3: Área total de telhado (m<sup>2</sup>).

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 <sup>2</sup> )	Menor Área (m <sup>2</sup> )	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 <sup>2</sup> )	Menor Área (m <sup>2</sup> )	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 empregada 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.