



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%.

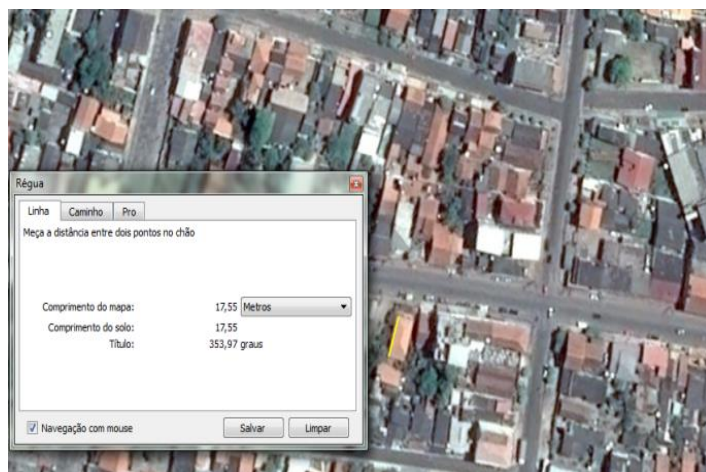


Figura 1: Imagem do Google Earth usada na obtenção de áreas de telhados.

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.

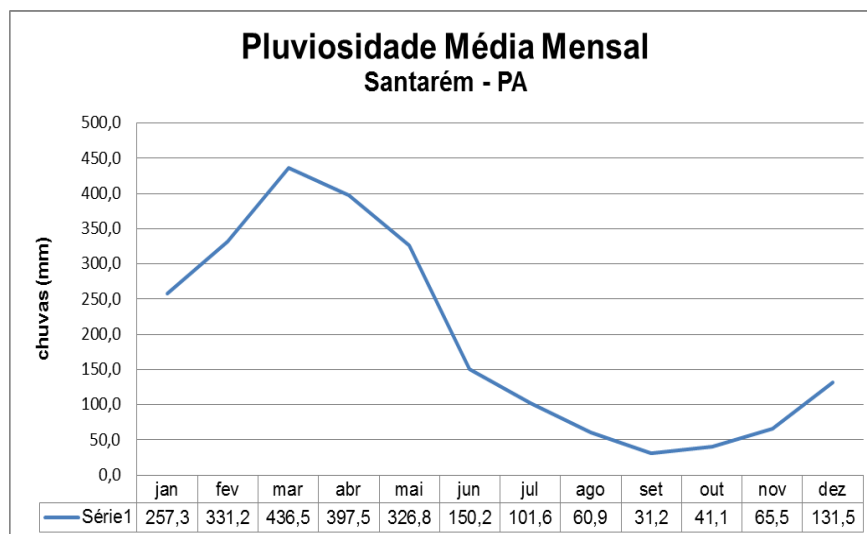


Figura 2: Pluviosidade em Santarém-PA (médias mensais de 1968a 2015).

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.