



## I-039 – ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA EM ZONAS RURAIS

**Mônica Silva de Sousa** <sup>(1)</sup>

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal do Pará. Mestranda na área de recursos hídricos e saneamento ambiental pelo programa de pós-graduação em Engenharia Civil (PPGEC/UFPA).

**Karissa Auad C. Duarte**

Graduanda de Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará.

**Danilo Cunha de Oliveira**

Graduando de Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará.

**Igor Campos da Silva Cavalcante**

Graduando de Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará.

**Luiza Carla Girard Mendes Teixeira**

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Pará. Mestre em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Doutora em Ciências pela UFPA. Professora Associada da Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFPA e do programa de pós-graduação em Engenharia Civil (PPGEC/UFPA).

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Estrada do Outeiro, passagem Mangue, 235 – Campina de Icoaraci - Belém - Pará - CEP:66813-880 - Brasil - Tel: (91) 99917-4505 - e-mail: [eng.monicasousa@hotmail.com](mailto:eng.monicasousa@hotmail.com)

### RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo analisar a qualidade da água da chuva na cidade de Belém/PA e seus usos múltiplos, principalmente para fins potáveis, em áreas rurais da região amazônica. Para isso, implantou-se um sistema de captação de água de chuva que simula as condições das zonas rurais. Determinaram-se, então, variáveis físico-químicas e biológicas como: cor aparente, turbidez, pH, condutividade elétrica, alcalinidade, coliforme total e *E.coli*. Os resultados obtidos foram tratados através de estatística descritiva e analítica, bem como comparados com o padrão de potabilidade da água estabelecido na portaria N°2914/2011 do Ministério da Saúde. Os valores de coliformes totais (1318 NMP/100mL) e *E. coli* (187 NMP/100mL) não estão em conformidade com a portaria, enquanto que para a variável turbidez 75% dos dados estão em conformidade. Além do mais, compararam-se os resultados obtidos com os de outras pesquisas referentes à zona urbana e constatou-se que a média de cor aparente é consideravelmente elevada na zona rural.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade da Água, Zona Rural, Portaria.

### INTRODUÇÃO

O uso racional dos recursos hídricos é um dos grandes entraves da atualidade. O aumento populacional, juntamente com a industrialização e urbanização das cidades, são alguns dos fatores que fazem com que a demanda por água de qualidade e em quantidade seja cada vez maior. Por isso, há uma crescente necessidade de obtenção de novas formas para água de abastecimento, para que haja descentralização dos modos convencionais de obtenção desse recurso, à exemplo de águas superficiais. Desta forma, enaltece-se o uso de águas pluviais como uma alternativa viável, de forma geral, para a solução dos problemas de estresse hídrico (ANNECCHINI, 2005).

Dentre as consequências do processo de urbanização, destaca-se o processo de uso e ocupação do solo, que se trata de um dos fatores que interferem na dinâmica natural da água, podendo influenciar o ciclo hidrológico, por exemplo, diminuindo a quantidade de evapotranspiração, devido à menor ocorrência de áreas verdes. Existem ainda os fenômenos meteorológicos, à exemplo do El Niño e La Niña, que podem influenciar diretamente na pluviosidade (BRAGA, 2005).

Desta forma, nota-se a importância da água, em quantidade e qualidade suficiente, para o desenvolvimento da sociedade seja esta urbana ou rural (HESPANHOL, 2002). A cobertura do abastecimento de água no Brasil tem uma média de atendimento de aproximadamente 92,3 % nos centros urbanos, com um consumo per capita de 167,5 L/hab.dia, segundo o Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS, 2012)



os quais também revelam a média nacional de 36,9 % de perdas ocorridas na distribuição de água no ano de 2012.

Dentre as vantagens em utilizar-se águas pluviais, destaca-se a redução de pressão nos mananciais abastecedores, gerando economia e consequentemente proporcionando a diminuição do consumo de água potável assim como dos custos para o fornecimento da mesma (MORUZZI, 2009). De acordo com Tomaz (2009), existem fatores que indicam e justificam a utilização dessa alternativa, dentre elas destaca-se: Tarifas elevadas por parte da concessionária e instabilidade no sistema de distribuição da água.

Segundo a NBR 15.227 (ABNT/2007), que dispõe sobre requisitos para o aproveitamento para fins não potáveis em áreas urbanas, fornecendo, além de normas para a concepção do sistema, parâmetros de qualidade de água para usos restritivos, assim como métodos de cálculos para o dimensionamento dos reservatórios, levando em consideração intensidade pluviométrica, área de captação, demanda de água potável e não potável, além do volume do reservatório. O sistema é composto, normalmente, por uma área de captação, a qual geralmente é telhado, calhas e condutos, que transportarão a água através de um filtro ou grade para a retenção de materiais indesejáveis. Posteriormente para um dispositivo que realiza o descarte das primeiras águas, chamado autolimpeza, finalmente reservatório e consumo.

Segundo Santiago (2011), Belém possui clima quente e úmido, pertencente à classe tropical, o que é corroborado quando se analisa os índices pluviométricos da cidade, visualizados junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2014). Percebe-se uma variação de 100 à 500 mm de precipitação por ano, com duas fases bem definidas: Uma chuvosa, de dezembro à maio, e uma menos chuvosa, de junho à novembro.

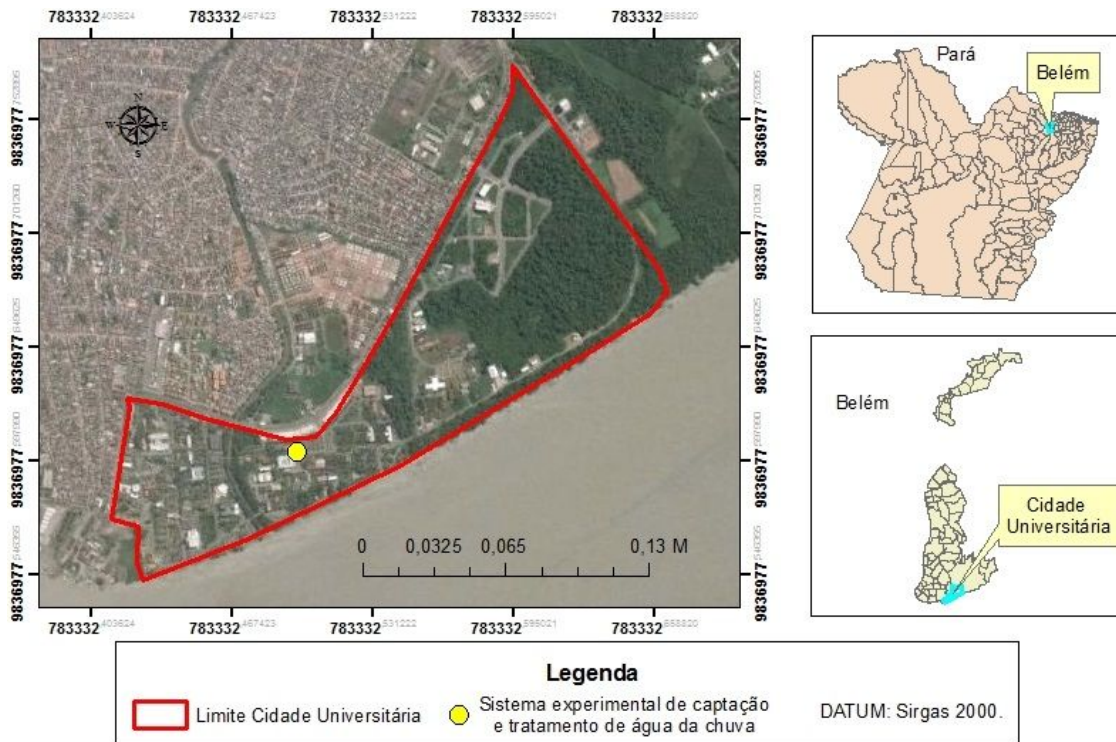
Fica evidente, portanto, o potencial que a cidade de Belém possui para aproveitar águas pluviais. Entretanto, seu uso ainda é incipiente, devido a altos custos de aquisição e instalação dos sistemas, além das dificuldades de realizar manutenções nos mesmos, principalmente em se tratando de comunidades rurais, que possuem menor poder aquisitivo.

O presente trabalho teve como objetivos analisar a qualidade da água da chuva na cidade de Belém/PA, simulando condições rurais. Além, de determinar as variáveis físico-químicas e biológicas (Cor, Turbidez, pH, Condutividade Elétrica, alcalinidade, coliforme total e *E.coli*) em um sistema de captação com características rurais e comparar a qualidade da água na zona rural e na Região Metropolitana de Belém (RMB).

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **ÁREA DE ESTUDO**

O sistema experimental de captação de água de chuva foi instalado próximo ao LAESA (Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental) no campus da Cidade Universitária José Silveira Neto da Universidade Federal do Pará, no município de Belém- PA, Brasil. O sistema está sob a influência de vegetações, dessa forma, pode-se melhor simular uma área rural, conforme se pode observar na Figura 1.



**Figura 1: Localização do Sistema de Água de Chuva.**

## COLETA DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas no sistema de captação e tratamento da água de chuva, utilizando frascos de vidro devidamente etiquetados e esterilizados com álcool 70%, mesmo procedimento utilizado no recipiente de coleta (balde graduado de 11L, alocado no mesmo lugar durante toda a pesquisa). O ponto de coleta foi a água da atmosfera.

Por tratar-se de uma área de intensa precipitação, principalmente no período compreendido de dezembro à julho (média anual de 2300 a 2800 mm) e chuvas com mais de uma ocorrência diária, as coletas foram realizadas no dia posterior de cada precipitação. Dessa forma, foi realizada 1 (uma) campanha de 43 coletas, iniciada no dia 17/12/2015 com as primeiras 34 amostras para determinar as seguintes variáveis físico-químicas: cor aparente, turbidez, pH e condutividade elétrica. Para as outras 9 coletas realizadas entre os dias 26/03/2015 e 09/04/2015, determinou-se, além das variáveis acima citadas, a alcalinidade e variáveis biológicas (coliforme total e *E. coli*).

Logo após as coletas, as amostras foram encaminhadas para o laboratório (LAMAG - Laboratório Multiusuário de Tratabilidade de Águas) do Grupo de Pesquisas em Gerenciamento de Águas e Reúso de Efluentes (GESA) da faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental, da Universidade Federal do Pará.

Os métodos analíticos utilizados para a determinação das variáveis físico-química e microbiológica obedeceram aos procedimentos e as recomendações descritas no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA/AWWA/WEF, 1998) conforme a Tabela 1.

**Tabela 1: Variáveis e metodologia de análise**

Variáveis	Metodologia	Equipamento	Descrição
Cor (uC)	Colorimétrico	Policontrol Aquacolor Cor	Medida da intensidade de cor da água
pH	Potenciometria	pH-metro PG 1800 Gehaka	Medida da intensidade do caráter ácido de uma solução
Turbidez (uT)	Turbidímetro	Turbidímetro AP200	Grau de interferência na passagem da luz
Condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Potenciometria	Condutímetro CG 1800 Gehaka	Identificar a presença de íons
Alcalinidade	Titulometria	pH-metro PG 1800 Gehaka, agitador magnético e pipeta automática	Medida da intensidade do caráter básico de uma solução
Coliforme Total e <i>Escherichia coli</i>	Cromogênico e Fluorogênico - CollilertR.	Maquina seladora, estufa e lâmpada de UV.	Quantificação de indicadores microbiológicos

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da análise das variáveis físico-químicas e bacteriológicas da água de chuva na zona rural estão apresentados na Figura 2, em seguida esses resultados foram discutidos.

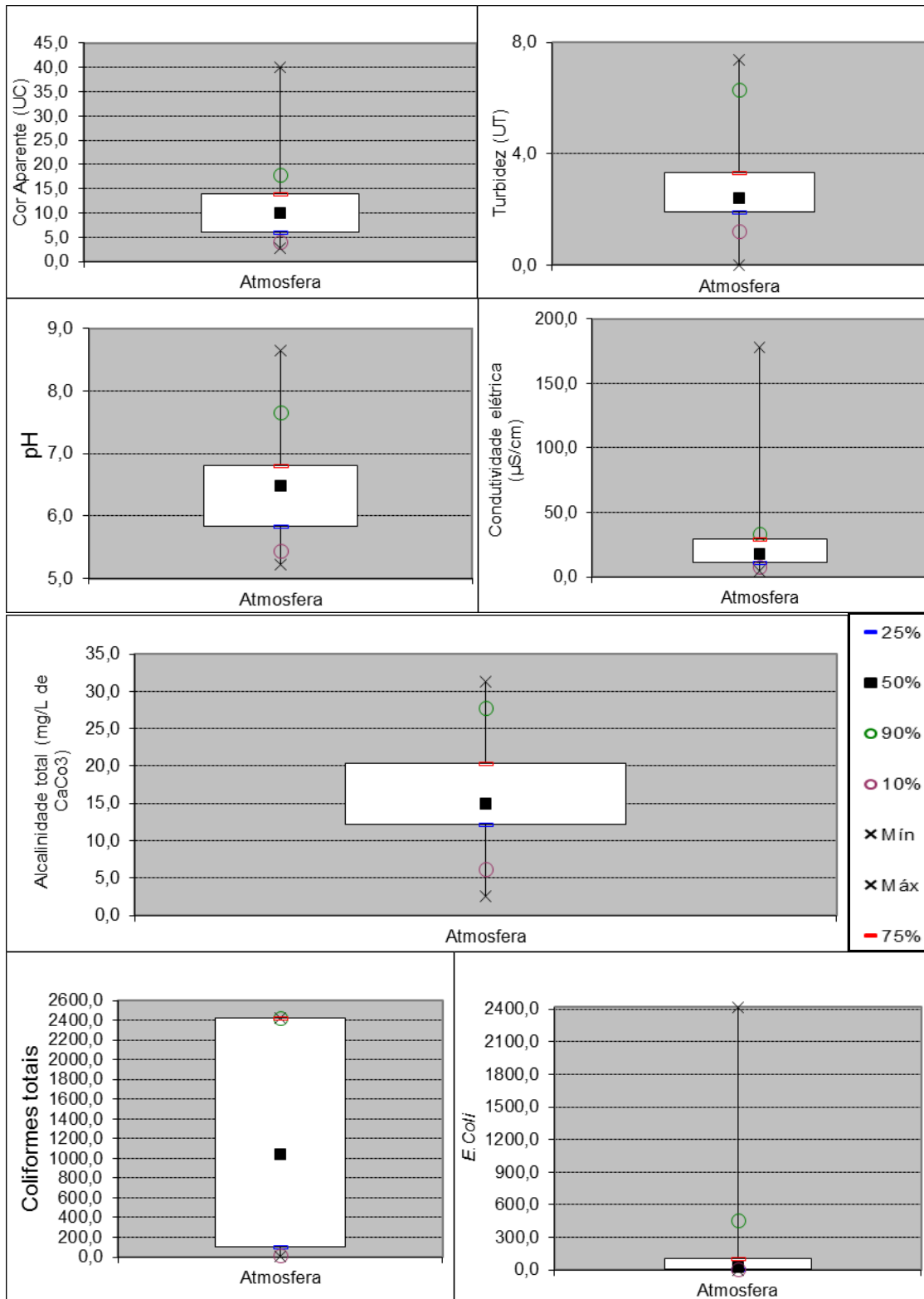


Figura 2: Box plot das variáveis físico-químicas e bacteriológicas da água de chuva.

A qualidade da água da chuva obteve valor máximo de 40 uC, mínimo 2,7 uC e mediana de 10 uC. De acordo com a portaria 2.914 (Brasil, 2011), do Ministério da Saúde, este parâmetro não deve ultrapassar 15 uC. Portanto, 50% dos resultados encontraram-se dentro do limite estipulado.

Para o parâmetro de turbidez o valor máximo analisado foi de 7,4 uT, mínimo de 0,0 uT e mediana de 2,4 uT. De acordo com a portaria supracitada, a turbidez deve ser < 5 uT. Sendo assim, mais de 75% dos resultados encontram-se de acordo com esta portaria.

Os valores máximo, mínimo e mediana encontrados para pH foram: 8,6; 5,2; e 6,5 respectivamente. O pH deve estar na faixa de 6,0 a 9,5, portanto, todos os resultados de pH analisados estão adequados a portaria.

Para a variável condutividade elétrica foram obtidos o valor máximo de 178,0 $\mu$ S/cm, mínimo de 4,6  $\mu$ S/cm e mediana 17,7 $\mu$ S/cm. Esta variável não é padrão de potabilidade, sendo assim não há um valor mínimo e máximo pré-estabelecido.

Os valores mínimos, máximos e a mediana para a alcalinidade total foram respectivamente: 2,5; 31,3 e 15 mg/L de CaCO<sub>3</sub>. A alcalinidade não tem significado sanitário para a água potável, no entanto, em elevadas concentrações, pode conferir um gosto amargo na água.

Os valores para coliformes totais e *E. coli* estão expostos no gráfico. Através da observação desses resultados fica perceptível que a água da chuva contém tanto coliformes totais quanto *E. coli*. Esses resultados indicam que a água de chuva se torna potencialmente perigosa à saúde humana.

Na Tabela 2 é apresentada síntese dos resultados dos sete parâmetros analisados par a água da chuva na atmosfera para zona rural. Na Tabela 03 são expostos os resultados encontrados por SILVA (2013), para água da chuva na zona metropolitana de Belém.

**Tabela 2: Síntese dos resultados da qualidade da água da chuva.**

Parâmetros	Cor (uC)	Turbidez (uT)	pH	Condutividade ( $\mu$ S/cm)	Alcalinidade (mg/L de CaCO <sub>3</sub> )	Coliformes totais (NMP/100mL)	<i>E.coli</i> (NMP/100mL)
Média	11,2	2,9	6,5	28,2	16,1	1318	187
Mediana	10	2,4	6,5	17,7	15	1047	23
D.P	7,8	1,9	0,9	37,8	8,2	1061	492

**Tabela 3: Qualidade da água da chuva em zona urbana. Fonte: Silva, 2013.**

Parâmetros	Cor (uC)	Turbidez (uT)	pH	Condutividade e ( $\mu$ S/cm)	Alcalinidade (mg/L de CaCO <sub>3</sub> )	Coliformes totais (NMP/100mL)	<i>E.coli</i> (NMP/100mL)
Média	2,88	2,96	6,88	28,50	14,17	185,63	12,73
Mediana	2,30	2,70	6,90	7,50	12,50	98,90	10,20
D.P	1,67	2,55	1,08	35,97	4,98	205,49	20,01

Ao comparar as médias de cor, turbidez, pH e condutividade, observou-se que na zona rural a cor aparente é consideravelmente elevada, isso pode ser explicada pela presença de árvores e folhas nas proximidades da área de estudo. Já a turbidez, não apresentou diferenças significativas entre ambas, assim como o pH. A condutividade elétrica da água da chuva na zona rural apresentou-se semelhante à média encontrada por SILVA (2013) na zona urbana que está mais susceptível a poluição atmosférica devido ao intenso tráfego de carros. A variável alcalinidade, coliformes totais e *E.coli* na zona urbana apresentaram valores inferiores aos da zona rural. A zona rural tem maior quantidade de árvores e pássaros, esse fator pode estar contribuindo para a presença de bactérias.



## CONCLUSÕES

Foram obtidos médias para cada parâmetro, sendo eles: cor aparente de 11,2 uC; turbidez de 2,9 uT; pH de 6,5; condutividade elétrica de 28,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; alcalinidade de 16,1 mg/LCaCO<sub>3</sub>; coliformes totais de 1318 NMP/100mL e *E. coli* de 187 NMP/100mL. Os padrões estabelecidos foram atingidos, com exceção de Coliformes e *E. coli*, apresentando um risco à saúde. Portanto, pode-se concluir que a água da chuva, sem tratamento, tem potencial para usos não nobres, à exemplo de descargas em vasos sanitários, jardinagem, limpezas superficiais de pisos e equipamentos mecânicos.

Todavia, para fins potáveis, isto é, usos nobres, é necessário um tratamento e maiores cuidados, como o descarte das primeiras águas, uso de filtros e desinfecção é uma eficiente solução para a qualificação da água nos padrões de potabilidade exigidos.

A Região Norte tem capacidade de aproveitamento de águas pluviais, não como sua fonte primária de fornecimento em larga escala, mas como uma solução periódica de regiões com pouco acesso a água fornecida por meio de adução. Sendo assim, a utilização da água da chuva pode ser uma alternativa para populações são carentes em sistemas de abastecimento de água.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANNECCHINI, Karla P. V. Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES). 2005. 150 f. Dissertação (Mestrado em engenharia ambiental) – Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.
2. SANTIAGO, Alailson; RIBEIRO, Victor; COSTA, José F.; PACHECO, Nilza A. Variabilidade de intensidade das chuvas em Belém-PA. XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Espírito Santo, BR. 2011.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. *NBR 15527*: água de chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos. Rio de Janeiro, 2007.
4. BRAGA, Benedito; HESPANHOL, Ivanildo. Introdução à engenharia ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável. 2ª Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
5. BRASIL, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.
6. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria N°2914 de 12 de dezembro de 2011. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html). Acessado em abril de 2015.
7. MORAES, B.; COSTA, J.; COSTA, A. Variação Espacial e Temporal da Precipitação no Estado do Pará. *ACTA Amazônica*, 2005. v. 35(2), pp. 207 – 214.
8. MORUZZI, Rodrigo B; NAKADA, Liliane Y. K. Coleta e tratamento de água pluvial para fins não potáveis com emprego de amido de milho como coagulante primário em filtração cíclica em escala de laboratório. *Revista de estudos ambientais*, São Paulo v.11, n. 1, p. 51-60, jan./jun. 2009.
9. TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. Navegar Editora, São Paulo, 2009, 2ª ed., 180p.