

Eixo Temático ET-14-003 - Outros

## **PROPOSTA DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA PARA ESCOLAS MUNICIPAIS EM SANTARÉM/PA**

Alessandra de Sousa Silva, Daniel Costa Pinheiro, Francianne Fontenelle Campos, Raquel Machado Vieira Alves, Soraia Valéria de Oliveira Coelho Lameirão, Urandi João Rodrigues Júnior, Victor Matheus de Almeida Silva

Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Santarém, Pará.

### **RESUMO**

Diante da necessidade de soluções que visem à garantia de um abastecimento com qualidade e quantidade suficiente à população, a proposta desse projeto surge como uma alternativa. Tendo em vista que a Amazônia é uma área que concentra um intenso volume de precipitação ao longo do ano, esse investimento viabiliza uma nova política socioeconômica e socioambiental, beneficiando tanto o ambiente, na preservação de um recurso natural imprescindível, quanto à economia local com redução do uso da água potável, incluindo práticas de educação ambiental. Este trabalho tem por objetivo verificar a viabilidade e relevâncias da utilização de um sistema de coleta e aproveitamento de água da chuva, a partir de um princípio experimental, a partir de práticas sustentáveis para escolas municipais da cidade de Santarém/Pará. Um “projeto piloto” foi idealizado com base nas instalações de uma escola localizada no bairro do Caranazal na área urbana de Santarém, Pará. A operacionalização do sistema depende de três fatores: precipitação, área de coleta e demanda. A captação é feita com a instalação de um conjunto de calhas no telhado, passando por equipamentos de filtragem e descarte de impurezas e posteriormente direcionada para um tanque subterrâneo ou cisterna na superfície, onde ela será armazenada, para assim poder ser utilizada. O estudo procurou viabilizar a instalação desse sistema em escolas municipais da cidade de Santarém, para contribuir na conservação da água potável, seja ela utilizada na indústria, residência, instituições ou na agricultura, além de promover a conscientização e educação ambiental.

**Palavras-chaves:** Sustentável; Água de Chuva; Escolas.

### **INTRODUÇÃO**

Diante da necessidade de soluções que visem à garantia de um abastecimento com qualidade e quantidade suficiente à população, a captação da água de chuva surge como uma alternativa (RECKZIEGEL et al., 2010, p. 2). Dessa forma, existem medidas convencionais e não convencionais para a conservação da água, o sistema de aproveitamento de água da chuva para consumo não potável é um exemplo de medida não convencional.

Atualmente o aproveitamento da água das chuvas é praticado em países como Estados Unidos, Alemanha, Austrália, Japão e entre outros, já no Brasil o sistema é utilizado em algumas cidades do Nordeste como fonte de suprimento de água para amenizar o período de seca (VELOSO e MENDES, 2013, p. 230). Por outro lado, a região amazônica sofre influência significativa no clima local, regional e global, devido à dimensão continental da floresta, associado aos fortes fluxos de energia e disponibilidade hídrica para a atmosfera (COHEN et al., 2007, p. 36). Tendo em vista

que a Amazônia é uma área que concentra um intenso volume de precipitação ao longo do ano, devido fatores geográficos e climáticos privilegiados, a cidade de Santarém, localizada no oeste do Pará, apresenta precipitação média anual de 2.000 mm, no período de 1961 a 2008 (SILVA et al., 2011, p. 2).

Nesse cenário, tal proposta se configura como forma de sanar a carência do abastecimento de água em Santarém, principalmente nas regiões que não são atendidas pelos sistemas convencionais. Esse investimento viabiliza uma nova política socioeconômica e socioambiental, usando o que há de mais simples e abundante, beneficiando tanto o ambiente, na preservação de um recurso natural imprescindível, quanto à economia local com redução do uso da água potável, incluindo práticas de educação ambiental. Durante pesquisa de levantamento de dados nas localidades para possível aplicação do projeto, foi possível detectar a problemática de falta de abastecimento de água em diversos bairros, e por esse motivo os consumidores dependem de poços artesianos para captação da água. O sistema de captação da água da chuva para consumo não potável surge como uma alternativa para solução dessa problemática além de contribuir com o meio ambiente.

A operacionalização do sistema depende de três fatores: precipitação, área de coleta e demanda. O reservatório onde será armazenada a água da chuva, por ser o componente mais importante do sistema, deve ser projetado de acordo com as necessidades do usuário e com a disponibilidade pluviométrica local, para então dimensioná-lo corretamente sem inviabilizar economicamente o sistema.

## **OBJETIVO**

Verificar a viabilidade e relevâncias da utilização de um sistema de coleta e aproveitamento de água da chuva, a partir de um princípio experimental, a partir de práticas sustentáveis para escolas municipais da cidade de Santarém/Pará.

## **METODOLOGIA**

### **Caracterização da área de instalação**

De acordo com a Secretaria Municipal de Educação (2014), a cidade de Santarém conta com 391 unidades de ensino municipais em toda sua extensão, atendendo cerca de 57.349 alunos, tais instituições foram escolhidas para implementação da proposta de projeto por se destacarem como espaços privilegiados na prática de atividades que proporcionem a reflexão sobre a importância da educação ambiental, sua ampla influência local afeta grande quantidade populacional, seja de forma direta ou indireta.

Dessa maneira, um “projeto piloto” da proposta foi idealizado com base nas instalações de uma escola localizada no bairro do Caranazal na área urbana de Santarém, Pará. A escola atende 483 alunos em dois turnos e conta com um quadro de 53 funcionários, possui estrutura de qualidade com quatro blocos construídos de alvenaria, onde funcionam as oito salas de aula, parte administrativa, laboratórios, biblioteca, cozinha e oito banheiros, além da livre área a ser aproveitada para construção do sistema de aproveitamento de água da chuva e implementação da futura horta para práticas da educação ambiental.

O sistema de abastecimento atual da água é composto por uma caixa d'água de 2.000 litros, sendo fornecida parcialmente pela concessionária da Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) e a outra parte por um poço artesiano para atender

todas as demandas da escola, o destino do esgoto é direcionado para uma fossa e os resíduos sólidos são coletados periodicamente.

### Aplicação da proposta na escola

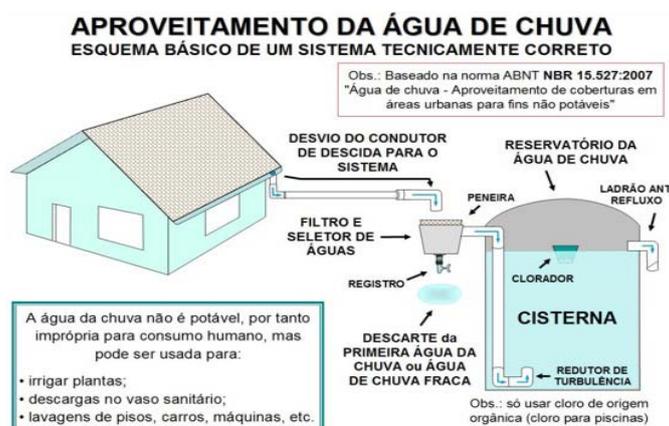
O sistema a ser instalado na escola modelo do projeto dispõe de um espaço de três pavilhões, denominados bloco A (185,4m<sup>2</sup>), bloco B (185,4m<sup>2</sup>) e bloco C (165,6m<sup>2</sup>), que serão destinados para captação da água da chuva pelos telhados de cada um, com área total de 536,4m<sup>2</sup> e 57,6m<sup>2</sup> para instalação da cisterna de armazenamento.

Desse espaço disponível a estrutura atual da escola já conta com aproximadamente 36 metros de sistema de calhas implantados, o que gera parte da economia na questão da compra do material para a instalação, desse modo só será necessário aquisição de aproximadamente 73 metros de calhas e 36 metros do encanamento para a condução da água das calhas de todos os blocos até o cisterna de armazenamento, para complementar a estrutura total do sistema na escola.

Em relação ao modelo da cisterna a ser utilizada nesse sistema, deverá ser superficial, devida a impossibilidade de acesso a planta hidráulica da estrutura da escola que já se encontra com mais de 50 anos de funcionamento e não há registros do que há no ambiente subterrâneo do terreno, podendo gerar transtornos e dificuldade na logística de operação.

### Sistema de captação de água da chuva

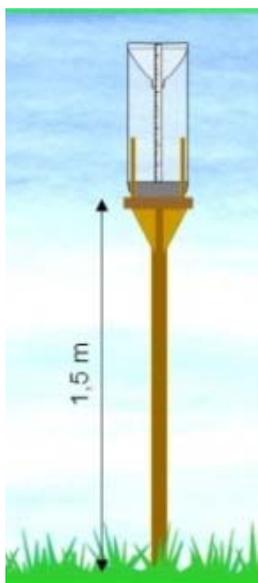
O aproveitamento da água da chuva possui uma lógica simples e de fácil compreensão, consiste de um modelo de manejo da água precipitada, em que se empregam superfícies impermeáveis tais como telhados, lajes, calçadas, entre outras como superfícies de captação. A captação é feita com a instalação de um conjunto de calhas no telhado (condutores horizontais e verticais), passando por equipamentos de filtragem e descarte de impurezas e posteriormente direcionada para um tanque subterrâneo ou cisterna na superfície, onde ela será armazenada, para assim poder ser utilizada (OURIQUES e BARROSO, 2009, p. 82). Depois de armazenada deverá ser utilizada somente para consumo não potável (Figura 1). Ressaltando que a água da chuva não é água tratada e não deve ser misturada com água de uso potável em hipótese alguma.



**Figura 1.** Sistema de captação de água da chuva. Fonte: [sempresustentavel.com.br](http://sempresustentavel.com.br) (2015).

### Componentes do sistema de aproveitamento de água da chuva

- **Pluviômetro:** Para familiarizar-se com as atividades pluviométricas de sua região, compre ou construa um pluviômetro, um equipamento muito simples, e serve para medir a quantidade de água que caiu durante uma chuva. A condição ideal para instalar um pluviômetro é em campo aberto e pelo menos a 1,5m de altura (Figura 2), na régua do pluviômetro, cada milímetro vai indicar que caiu 1L/m<sup>2</sup> (um litro de água por metro quadrado). Com essa informação, mais a área de captação de água da chuva, como por exemplo o seu telhado, podemos calcular quanto de água da chuva seu telhado foi capaz de coletar. Para isso, basta multiplicar a área do telhado pelos milímetros de chuva registrados no pluviômetro e o resultado vai ser sempre em litros;



**Figura 2.** Instalação correta do pluviômetro. Fonte: sempresustentavel.com.br (2015).

- **Área para captação da chuva:** Para calcular a área de uma superfície, é preciso saber como calcular a área de alguns formatos geométricos básicos como o retângulo, o triângulo e o círculo. Posteriormente, dependendo da quantidade de chuva que o pluviômetro registrou, basta multiplicar pela área de captação e teremos o volume de água. Calcular a média do registro de chuvas durante certo período possibilita programar melhor as atividades de acordo com a demanda de consumo. Também é necessário levar em consideração a avaliação de algumas características da área de captação, como por exemplo, árvores com galhos e grande quantidade de queda de folhas, incidência de animais e insetos que habitam ou circulam na área, análise da poluição atmosférica do ambiente, em caso de proximidade com indústrias, tipo de inclinação da área de captação e outros vários fatores que podem gerar transtornos durante a construção, a manutenção e o funcionamento do sistema;
- **Dimensões da cisterna de armazenamento da água:** A princípio, uma cisterna deve armazenar o máximo de água da chuva possível, portanto precisamos calcular qual é esse máximo e decidirmos se compensa ou não o investimento. Para começar esse cálculo, é necessário ter uma média da quantidade de chuva que costuma

cair na região, precisamos saber quanto será o consumo diário dessa água (água de chuva) no ambiente a ser implantado o sistema e o espaço disponível para a sua instalação. Vários fatores devem ser levados em consideração para a escolha do local onde a cisterna será instalada, como por exemplo, a distância de no mínimo 15 metros e à nível mais alto de fossas e de no mínimo 20 metros dos locais onde possuem grande quantidade de matéria orgânica e outras fontes de contaminação, deve obedecer as normas de segurança impostas à construção civil, em relação a parte hidráulica do ambiente, entre outros;

- Instalação dos condutores horizontais e verticais: O próximo passo é a instalação das calhas e condutores, para isso é necessário usar as referências da Tabela 1 que contém as principais referências para dimensionar os condutores horizontais (as calhas) e os condutores verticais (tubos de descida da água das calhas):

**Tabela 1.** Tabela de dimensionamento das calhas e tubos de descidas.

TABELA DE DIMENSIONAMENTO DAS CALHAS E TUBOS DE DESCIDAS							
fonte: www.sempresustentavel.com.br							
Diâmetro do Tubo D (mm)	Capacidade dos condutores horizontais (calhas) e seção circular (formato) com vazões em litros/minuto				Capacidade dos condutores verticais (tubos de descida da água das calhas)		
	Tipo de material = plástico, fibrocimento, aço, metais não ferrosos				Vazão	Área do telhado (m²)	
	Inclinação 0,5% (0,5cm/m)	Inclinação 1% (1cm/m)	Inclinação 2% (2cm/m)	Inclinação 4% (4cm/m)	litros/segundo (l/s)	Chuva muito forte 150 mm/h	Chuva forte 120 mm/h
50	32	45	64	90	0,57	14	17
75	95	133	188	267	1,76	42	53
100	204	287	405	575	3,78	90	114
125	370	521	735	1.040	7,00	167	212
150	602	847	1.190	1.690	11,53	275	348
200	1.300	1.820	2.570	3.650	25,18	600	760

Obs.: os dados foram baseados na norma NBR 10844/89 Instalações Prediais de Águas Pluviais da ABNT

Fonte: sempresustentavel.com.br (2015)

- Sistema de filtração e tratamento da água a ser armazenada: consiste em um equipamento (Figura 3) específico para o processo de turbilhonamento em torno de um cilindro, separa água dos resíduos, folhas e material particulado de maior proporção. A água passa por pedras de calcário, por um clorador para eliminar os microrganismos nocivos e depois por um filtro, fabricado especialmente para este fim, que retém partículas de 100 microns, menor que um grão de talco. É um sistema inteligente de aproveitamento da água da chuva. Utilizando telhados e calhas como captadores, a água é dirigida para um sistema de limpeza, com duas luvas que acoplam a saída da água tratada e retém os detritos maiores. O equipamento descarta parte da água com detritos não separados, a submete ao clorador, que efetua a esterilização e ainda a um processo de filtração, que retém partículas finas. Uma medida que aumenta a oferta de água e diminui os gastos com água potável, além de contribuir com o meio ambiente. Como barreira sanitária, há o descarte do primeiro fluxo de água (lavador do telhado), depois o armazenamento em reservatório e posteriormente a distribuição. Esse equipamento

custa em média R\$978,00 em estabelecimentos especializados em materiais para esse tipo de sistema.



**Figura 3.** Equipamento para o sistema de filtração e tratamento da água. Fonte: chovechuva.com.br (2015).

- **Bomba submersível:** esse equipamento recalca a água para os pontos de consumo utilizando o princípio de pressão, em vez de sucção. Com isso, evitam-se problemas de manutenção comuns em bombas de sucção, aumentando significativamente a durabilidade do sistema. A localização da bomba no interior do reservatório dispensa ainda a necessidade de um local específico para a instalação da bomba, praticamente elimina o ruído de funcionamento, e reduz o consumo de energia, uma vez que a própria pressão da água é aproveitada no bombeamento.

### **Custos do sistema de aproveitamento da água da chuva**

Durante pesquisa de mercado na região e em estabelecimentos especializados em materiais para a construção desse sistema foi possível obtermos uma média estimada de R\$9.860,63 reais, referentes a aquisição de todos os materiais necessários, como as calhas, encanamento para condução da água, tubos de conexões em PVC, a caixa d'água a ser usada para armazenamento e o equipamento de filtração e tratamento da água.

O preço de um sistema de aproveitamento de água da chuva varia de acordo com o projeto, uma vez que cada área de telhado demanda configurações de componentes diversificadas.

## **RELEVÂNCIAS DO PROJETO**

### **Relevância ambiental**

O sistema atua na preservação de recursos hídricos, devido a diminuição do desperdício da água potável que deve ser utilizada somente para consumo direto humano. Inclusive, diminui os riscos de enchentes durante o período de chuva, considerando que parte da água da precipitação será armazenada e diminui transtornos ocasionados evita situações, como, o alagamento das ruas, os acidentes de trânsito

devido o acúmulo de água nas ruas por falta de infiltração, as doenças de veiculação hídrica, dificuldade de funcionamento dos sistemas de esgoto pelos resíduos sólidos levados durante a enxurrada, entre outros.

### **Relevância social**

Com a instalação de vários sistemas de aproveitamento de água da chuva é possível inserir a educação ambiental nas comunidades, através da escola promovendo a conscientização da população quanto a diminuição do desperdício dos recursos naturais, como a água, que é a substância mais preciosa oferecida pela natureza, e assim demonstrar alternativas simples, como esse investimento, para contribuir com o meio ambiente.

### **Relevância econômica**

Parte da água da escola, assim como de residências e outras instituições, é fornecida por um poço artesiano, que gera gastos com a energia elétrica. O preço das tarifas de energia elétrica vem aumentando gradativamente nos últimos anos no estado do Pará, dessa forma, qualquer alternativa para economia desses custos é bastante relevante, inclusive para instituições públicas, que são mantidas através da arrecadação de todos os contribuintes. Além disso, o sistema a ser instalado pode ser adaptado ao ambiente da melhor maneira, os gastos podem variar dependendo do tamanho da área de implantação e da demanda de consumo, gerando ainda mais economia.

## **CONCLUSÃO**

Apesar de o Brasil contar com grande disponibilidade dos recursos hídricos, verificam-se ainda grandes problemas de falta de água em muitas cidades brasileiras. A região Amazônica se encontra em posição favorável no que diz respeito a quantidade de precipitação e isso viabiliza a instalação desse investimento que beneficia a sociedade, a economia e o meio ambiente. A água da chuva aproveitada através do sistema de armazenamento tem capacidade para ser utilizada na irrigação de jardins, em parques, escolas, para limpeza de veículos e pisos, em vasos sanitários, lavanderias, na agricultura e em tudo o que não envolva o consumo direto humano.

O estudo procurou viabilizar a instalação desse sistema em escolas municipais da cidade de Santarém, para contribuir na conservação da água potável, seja ela utilizada na indústria, residência, instituições ou na agricultura, além de promover a conscientização e educação ambiental.

## **REFERÊNCIAS**

APROVEITAMENTO de água de chuva de baixo custo para residências urbanas. Disponível em: <<http://www.sempresustentavel.com.br/>>. Acesso em: 27 set. 2015.

COHEN, J. C. P.; BELTRÃO, J. C.; GANDU, A. W.; SILVA, R. R. Influência do desmatamento sobre o ciclo hidrológico na Amazônia. **Ciência e Cultura**, v. 59, n. 3, p. 36-39, 2007. Disponível em: <<http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v59n3/a15v59n3.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2015.

OURIQUES, R. Z.; BARROSO, L. B. Águas pluviais: uma alternativa para o futuro das cidades. **Disc. Scientia. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas**, v. 10, n. 1, p. 77-91, 2009. Disponível em: <<http://sites.unifra.br/Portals/36/tecnologicas/2009/completos/06.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2015.

SILVA, B. E. B.; GANDU, A. W.; COHEN, J. C. P.; ROLIM, P. A. M. Análise da tendência de aumento da precipitação anual na região de Santarém (PA), entre 1961 e 2008. Anais do IV SIC - Simpósio Internacional de Climatologia, João Pessoa, 2011. Disponível em: <<http://www.sbmet.org.br/sic2011/arq/81794653027078179465302.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2015.

PREFEITURA de Santarém. Secretaria de Educação. Disponível em: <<http://www.santarem.pa.gov.br/conteudo/?item=55&fa=1&cd=7449>>. Acesso em: 14 out. 2015.

RECKZIEGEL, C. R.; BENCKE, G. M.; TAUCHEN, J. A. Cisternas para o aproveitamento de água da chuva: uso não potável em escolas municipais de Horizontina. Anais da Primeira Semana Acadêmica de Engenharia de Produção (1ª SAEP), Rio Grande do Sul, 2010. Disponível em: <[http://www.fahor.com.br/publicacoes/saep/2010\\_cisternas\\_escolas\\_horizontina.pdf](http://www.fahor.com.br/publicacoes/saep/2010_cisternas_escolas_horizontina.pdf)>. Acesso em: 30 set. 2015.

SISTEMA de aproveitamento de águas pluviais. Disponível em: <<http://www.chovechuva.com.br/>>. Acesso em: 01 out. 2015.

VELOSO, N. S. L.; MENDES, R. L. R. Aproveitamento da água da chuva na Amazônia: experiências nas Ilhas de Belém/PA. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 1, p. 229-242, 2014. Disponível em: <<https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1&ID=161&SUMARIO=4349>>. Acesso em: 29 set. 2015.