



Cálculo para dimensionamento de amostrador de água da chuva com captação em telhado de banheiros no *campus* de Ji-Paraná/Unir

Amanda Quinhones Bento¹, Eloiza Ruschel Cremonese¹, Vanessa Helena de Andrade¹, Raissa Fonseca Ferreira¹, Ana Lúcia Denardin da Rosa² e Elisabete Lourdes do Nascimento²

¹Acadêmica de Engenharia Ambiental – Universidade Federal de Rondônia. e-mail: vanessa_ha@hotmail.com

²Docente do Departamento de Engenharia Ambiental – Universidade Federal de Rondônia. e-mail: eng.analucia@yahoo.com.br

Resumo: O aproveitamento da água da chuva pode ser considerado uma forma de sustentabilidade, não necessitando de tratamento específico dependendo do uso a ser destinado, apesar da água da chuva que escoar por telhados conter impurezas. No entanto, estudos confirmam que após o início da chuva, somente os primeiros milímetros carregam impurezas características, e o descarte desses, possibilita o seu armazenamento e utilização para fins menos nobres. Destaca-se que esse trabalho refere-se apenas a uma etapa preliminar de um projeto mais abrangente que discorre sobre a qualidade da água da chuva para fins não potáveis. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi a instalação de um dispositivo de amostragem dos primeiros milímetros de chuva do telhado dos banheiros do prédio da Engenharia Ambiental, em Ji-Paraná, que permitisse o armazenamento da água a cada milímetro, para posteriormente serem feitas as suas análises físico-químicas e microbiológicas. Para o dimensionamento dos dispositivos foi necessário calcular a área da cobertura do banheiro, que corresponde à área de captação, conforme a normatização de instalações prediais de águas pluviais da Norma Brasileira 10844/89, sendo a área encontrada igual 64,5m². Assim sendo, cada reservatório armazena 1mm de água, contendo então, 65 litros. Esses reservatórios são fabricados em Polietileno de Alta Densidade, um material inerte, que era utilizado para armazenamento de Peróxido de Hidrogênio, sendo reaproveitados para essa pesquisa. Para transportar a água captada do telhado aos reservatórios utilizou-se canalizações convencionais de PVC de 100mm de diâmetro, sendo que a perda de carga nas tubulações foi analisada empiricamente. Constatou-se então, que os dispositivos de amostragem instalados estão atendendo aos objetivos, armazenando a água da chuva de modo que sejam feitas suas análises.

Palavras-chave: aproveitamento de águas pluviais, qualidade da água, sustentabilidade

1. Introdução

Os usos da água, fundamentais para a manutenção dos padrões de vida associado ao ser humano, de acordo com Von Sperling (2005), são abastecimento doméstico, abastecimento industrial, irrigação, dessedentação de animais, preservação da flora e fauna, recreação, lazer, harmonia paisagística, entre outros. Dos quais em geral, apenas o abastecimento doméstico e o industrial estão relacionados com tratamento prévio, devido à exigência da qualidade desses usos.

Observando os diversos usos que não necessitam de tratamento específico, como também o fato da água potável estar em escassez em diversas partes do mundo, o aproveitamento da água da chuva se torna uma forma de sustentabilidade (DIAS, 2005 apud FELTEN, 2008). Para Abreu et al. (2005), as águas pluviais podem ser utilizadas nas descargas de banheiros, rega de jardins, lavagem de calçadas, lavagens de automóveis dentre outros usos menos nobres. Dessa maneira diminuem-se os problemas de inundações e alagamentos causados pela impermeabilização dos solos, contribui para redução do consumo de água tratada, além da preservação dos recursos hídricos.

Conforme Bisterto (2011), no âmbito federal a Normativa nº 1 de Janeiro de 2010 estabelece critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de serviços e obras dentre os quais está o aproveitamento de águas pluviais. Ademais se cita o exemplo de municípios como Ponta Grossa/PR que através da lei municipal 8718/2006 estabelece que todas as novas edificações tenham sistema de captação, armazenamento, conservação e uso de água pluvial, dentre outros municípios, como Guarulhos/SP, Londrina/PR, Porto Alegre/RS, Curitiba/PR, que instituíram leis de incentivo e ou obrigação do aproveitamento de águas pluviais.



Segundo Jaques (2005), as águas de chuva são interpretadas pela legislação brasileira como esgoto, por geralmente escoarem por telhados que a contaminam com diversas impurezas sendo carregadas, então para um provável corpo hídrico, ou simplesmente deixando-se infiltrar no solo. Entretanto apesar de a água ser contaminada, fato que por vezes é desconsiderado pelos usuários, estudos confirmam que após o início da chuva somente os primeiros milímetros carregam estas impurezas, de modo que normalmente com pouco tempo esta adquire características que possibilitam o seu armazenamento. Como descrito por Felten (2008), o reuso da água da chuva, tanto para usos domésticos como industriais, tem o objetivo de reduzir o consumo de água tratada para usos menos nobres.

Estudos semelhantes a este foram feitos por Hagemann (2009), que avaliou a qualidade da água da chuva após passar pela superfície de captação e nos reservatórios de armazenamento diretamente da atmosfera, concluindo que as águas coletadas nos reservatórios de acumulação apresentam melhores resultados em comparação com as amostras coletadas do telhado. Isso se deve a presença de poeira, folhas, fezes de animais, como também, o próprio material que é feito o telhado pode contribuir com a retenção de sujeiras e às alterações na qualidade da água.

Assim, é possível visualizar a importância de se conhecer a qualidade da água proveniente de telhados, bem como o momento em que o telhado permite o escoamento de uma água passível de coleta para usos secundários, destaca-se que esse trabalho refere-se a uma etapa preliminar de um projeto mais abrangente que discorre sobre a qualidade da água da chuva para fins não potáveis, determinando a quantidade de milímetros que devem ser descartados antes do consumo.

Portanto, o objetivo desse trabalho foi dimensionar e instalar um dispositivo de amostragem dos primeiros milímetros de chuva de um telhado da cidade de Ji-Paraná, que permitisse a coleta e análise da qualidade da água a cada milímetro.

2. Material e Métodos

A pesquisa foi realizada no telhado dos banheiros (feminino e masculino) do prédio da Engenharia Ambiental, na Universidade Federal de Rondônia, localizado no *campus* de Ji-Paraná, Rodônia. O prédio escolhido se encontra em um lugar afastado de árvores, de modo a não sofrer influência direta com a queda de folhas e galhos, evitando também danos causados por pássaros e outros animais.

O município está localizado na região amazônica no centro do estado de Rondônia, com cerca de 116.000 mil habitantes (IBGE, 2010), onde a precipitação pluviométrica média anual entre os anos de 1999 a 2006 é de 2192,7 mm (WEBLER, A. D.; AGUIAR, R. G. ; AGUIAR, L. J. G, 2007).

O cálculo do volume dos amostradores foi idealizado avaliando que cada um deles pudesse armazenar um milímetro de chuva escoada pelo telhado. Portanto, foi necessário calcular a área da cobertura dos banheiros do prédio de Engenharia Ambiental. O cálculo foi feito conforme a normatização de instalações prediais de águas pluviais da NBR 10844/89.

De acordo com a norma NBR 10844/89, no cálculo da área de contribuição deve-se considerar as paredes que interceptam a água da chuva que também deve ser drenada pela cobertura. Dessa forma, a área de cobertura dos banheiros de acordo com a norma são representados conforme a Figura 1.

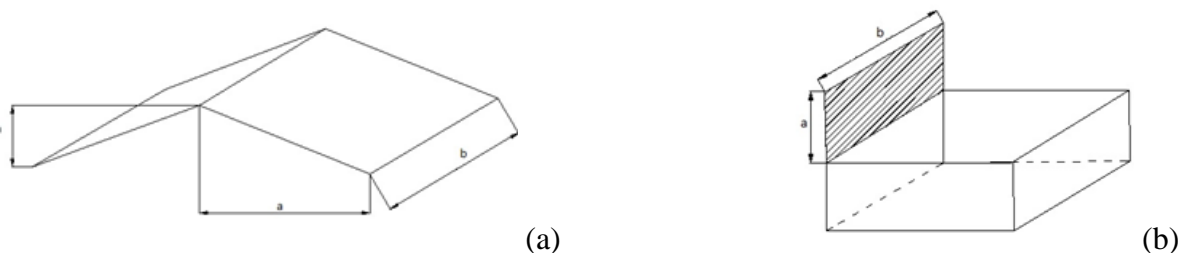




Figura 1 - Representação de telhado para cálculo da área de captação da água da chuva, (a) superfície inclinada, (b) Quatro superfícies planas verticais, sendo uma com maior altura. Fonte: adaptado da NBR 10844/89.

Dessa forma, a formulação para o cálculo da área da captação da figura 1(a) é $A = \left(a + \frac{h}{2}\right) \cdot b$ e para a figura 1(b), $A = \frac{a \cdot b}{2}$. Segue abaixo, na figura 2 e 3, a representação real dos telhados e paredes que interceptam os banheiros da área em estudo.



Figura 2 - Prédio de Engenharia Ambiental no *campus* de Ji-Paraná.



Figura 3 - Telhado do banheiro feminino e masculino do prédio de Engenharia Ambiental.

Quanto ao armazenamento de águas pluviais, a NBR 15527/07, aponta que na ausência de dados deve-se descartar os primeiros dois milímetros de chuva. Dessa maneira se optou por montar um sistema capaz de coletar os cinco primeiros milímetros de chuva adequados para posteriormente fazer análises da qualidade da água.

Para o cálculo do volume dos amostradores não foi considerado o coeficiente superficial de Runoff, visto que o objetivo foi implantar um sistema para armazenar os cinco milímetros de chuva escoados e não o volume precipitado, Haggeman (2009).

O tipo de material do reservatório foi escolhido de forma que tivesse característica inerte, sendo o reservatório fabricado em Polietileno de Alta Densidade (PEAD), não causando reações que

interferirão posteriormente nas análises de qualidade. É importante ressaltar que esse reservatório foi reaproveitado, sendo primeiramente utilizado para o armazenamento de Peróxido de Hidrogênio, que se decompõe naturalmente em uma reação exotérmica catalisada pela luz, liberando água, oxigênio e energia, como dito por Braathen (2008), não ocasionando assim, nenhuma interferência nas amostras de água da chuva. Também foi adaptada uma abertura na parte superior dos tanques, de onde serão retiradas as amostras para análise e feita a limpeza do recipiente periodicamente, antes de cada chuva, sendo que na parte inferior dos tanques há uma abertura com tampa para descarte da água já amostrada.

A canalização utilizada para captação da água do telhado para os amostradores são as canalizações de policloreto de vinila (PVC), com diâmetro de 100mm, em que optou-se por essa dimensão tendo vista que a canalização pré-existente de descarte das águas pluviais proveniente do telhado já possuía o mesmo diâmetro, como pode ser visto na figura 4 a canalização de cor cinza.



Figura 4 - Vista da canalização pré-existente de cor cinza.

Diante do descrito por UNEP (2002) apud Hagemann (2009), os materiais mais utilizados são de PVC, plástico ou outro material que seja inerte, pois o pH da chuva tende a ser baixo podendo haver corrosão quando forem utilizados condutos de metal. Na figura 5 está representado o amostrador e a canalização que foram instalados para coleta da água da chuva escoada pelo telhado.



Figura 5 - Coletores reaproveitados de PEAD e canalização de PVC.

Com a finalidade de diminuir as perdas de carga, implantou-se um desnível crescente nas tubulações entre os amostradores, como pode ser visto na figura 6, fazendo com que a água preencha totalmente um coletor antes de seu fluxo ser encaminhado para o posterior, utilizando-se da gravidade. Esse mecanismo foi aplicado por Hagemann (2009), em que as alturas utilizadas nesse trabalho foram determinadas empiricamente.

3. Resultados e Discussão

Diante da metodologia apresentada e das medições feitas a campo, as variáveis da área do telhado foram, da primeira formulação, $A=5,85$; $H=0,8$; e $B=9,85$; resultando em uma área de $61,56m^2$. Diante das variáveis da segunda fórmula, foram encontrados, $A=1$ e $B=5,85$; resultando $2,95m^3$, dessa forma o resultado total da área de cobertura do telhado foi, aproximadamente, $65m^2$. E a altura total do prédio (solo até o telhado dos banheiros) é de 7 metros.

Portanto, o volume de cada amostrador instalados foi de 65 litros. Como cada milímetro de chuva corresponde a 1litro de água por metro quadrado, para $65 m^2$ tem-se 65 litros, ou seja, 1mm de chuva coletada corresponde a um volume de 65 litros armazenado, totalizando então, uma coleta de 5mm de água. O sistema de coletores de água da chuva dimensionado e instalado esta representando na figura 6.



Figura 6 - Vista frontal do sistema de coletores de água de chuva.



Um estudo semelhante a este foi realizado por Hageman (2009) visando à implantação de amostradores de água da chuva, em que o objetivo foi a análise da água em duas localidades diferentes em Santa Maria. O primeiro local o telhado era de 80m², e o segundo de 88m³, os dois constituídos por 5 amostradores. Cada amostrador tinham capacidade 80 litros e 88 litros, respectivamente. Os coletores foram fabricados especificamente para essa finalidade, sendo-os de fibra de vidro e concreto.

Durante as primeiras chuvas, analisou-se que a parte superior do tanque não estava suportando a pressão da água da chuva durante toda a canalização, vazando uma parcela da água que seria coletada. Dessa forma, utilizou-se adesivo selante a base de borracha de silicone para vedar a parte superior. Conforme descrito por Hagemann (2009), após cada evento de chuva, os amostradores devem ser esvaziados e limpos para que não haja interferência nas próximas análises. Neste caso, as limpezas foram feitas com água corrente e água destilada, e posteriormente a vedação com o silicone.

4. Conclusão

Após diversos ajustes e tentativas, implantou-se um conjunto de cinco coletores com capacidade de armazenar 65 litros, correspondentes a 5 milímetros de água da chuva escoado pelo telhado de 65 m² do banheiro do prédio da Engenharia Ambiental.

Vale ressaltar que esse trabalho é a primeira etapa de estudos mais aprofundados sobre a água chuva, através do dimensionamento de reservatórios permanente, para cisternas, principalmente em locais onde há um déficit em alguns meses do ano, e então, para posteriormente coletar as amostras e fazer as análises da qualidade da água da chuva escoadas por telhados.

Além disso, é considerado um mecanismo de fácil manuseio, implantação e manutenção, constituindo também uma alternativa econômica para preservar a água potável devido a variabilidade de materiais disponíveis no mercado.

Por fim, a implantação de coletores de água de chuva são opções viáveis principalmente em locais onde há déficit hídrico e em locais onde há problemas com enchentes, contribuindo para redução da pressão sob os recursos naturais, em especial, a água potável.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio e a infraestrutura fornecida pelo IFRO – Instituto Federal de Rondônia, representado pela professora Andreza Mendonça, bem como aos funcionários Alexandre Faustino e Claudemir Ribeiro e ao discente Wesley Jan Kasprzak. Agradecemos também ao Senhor Milton Pereira dos Reis, funcionário responsável pelos serviços gerais do *Campus* da UNIR/Ji-Paraná pelo auxílio na implantação dos dispositivos de captação e ao discente do curso de Engenharia Ambiental, Bruno Iglesias Dinato.

REFERÊNCIAS

ABREU, A. L. P. et al. **Memorial: Estudo Arquitetônico de Habitação Popular com considerações bioclimáticas, aproveitamento de águas pluviais e energia solar para aquecimento de água.**

Florianópolis, 2005. Disponível em:

<<http://www.lepten.ufsc.br/pesquisa/solar/casa/relatorio%20casa.pdf>>. Acesso em 5 mai. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844:** Instalações prediais de águas pluviais: procedimento. Rio de Janeiro, 1989. 13p.

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. 8p.

BRAATHEN, P. C., LUSTOSA, A. A., FONTES, A. C., SEVERINO, K. G. Entalpia de Decomposição do Peróxido de Hidrogênio: uma Experiência Simples de Calorimetria com Material de



Baixo Custo e Fácil Aquisição. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14., Curitiba. **Anais...** Universidade Federal do Paraná.

BISTERTO, R.; RESENDE, L. Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis. **HYDRO**, São Paulo, n. 60, p. 16-23, outubro, 2011.

PONTA GROSSA. Lei Municipal n. 8718, de 21 de dezembro de 2006. **Institui no Município de Ponta Grossa, o Programa Captação, Armazenamento, Conservação e Uso Racional da Água Pluvial nas Edificações Urbanas**. Ponta Grossa: Câmara Municipal. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/405295/lei-8718-06-ponta-grossa-0>>. Acesso em: 29 abril 2012.

FELTEN, C. K. **Análise quantitativa e qualitativa de água pluvial armazenada em cisternas para uso não potável**. Foz do Iguaçu: UDC, 2008. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade Dinâmica das Cataratas, 2008.

HAGEMANN, S. E. **Avaliação da qualidade da água da chuva e da viabilidade de sua captação e uso**. Santa Maria: UFSM, 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Maria, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010, Dados: Ji-Paraná**. XII Censo Demográfico. Diário Oficial da União: 2010. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/primeiros_dados_divulgados/index.php?uf=11>. Acesso em: 09 abr. 2012

JAQUES, R. C. **Qualidade da água da chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações**. Florianópolis: UFSC, 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Santa Catarina: 2005.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005. p. 19. cap I. v.1.

WEBLER, A. D.; AGUIAR, R. G. ; AGUIAR, L. J. G. Características da precipitação em área de floresta primária e área de pastagem no Estado de Rondônia. **Revista Ciência e Natura**, v. Esp., p. 55-58, 2007.