

EFICIÊNCIA EM APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM REGIÃO AMAZÔNICA NA CIDADE DE PORTO VELHO - RONDÔNIA

Vanessa Helena de Andrade¹; Edson Sena de Andrade Júnior²; Eloiza Ruschel Cremonese³; Raissa Fonseca Ferreira⁴; Ana Lúcia Denardin da Rosa⁵; & Andreza Pereira Mendonça⁶*

RESUMO

A indiscutível importância da água para os diversos ecossistemas direciona questionamentos e ações que considerem a sustentabilidade no seu uso. Diante disso, o aproveitamento de águas pluviais se torna uma forma de gerenciamento desse recurso. As águas pluviais podem ser utilizadas nas descargas de banheiros, rega de jardins, dentre outros usos, diminuindo problemas de inundações e alagamentos causados pela impermeabilização dos solos, contribuindo para redução do consumo de água tratada, além da preservação dos recursos hídricos. Então, frente à necessidade de gestão dos recursos hídricos, como também a acuidade exigida no dimensionamento de reservatórios o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do aproveitamento de águas pluviais na região de Porto Velho para fins não potáveis. A eficiência foi obtida por meio do método da simulação, utilizando a base de dados da Agência Nacional de Águas. Observou-se que a curva de eficiência demonstrou um crescimento logaritmo em função do aumento da área de captação e volume de armazenamento do reservatório. Em que o cálculo da eficiência é especialmente importante pelo fato de que um reservatório muito grande não necessariamente será sinônimo de aumento compensador no atendimento a demanda.

Palavras-chave: sustentabilidade, simulação, precipitação

EFFICIENCY IN RECOVERY FOR RAINWATER NON-POTABLE PURPOSES IN AMAZON REGION IN THE CITY OF PORTO VELHO - RONDÔNIA

ABSTRACT

The unquestionable importance of water to the various ecosystems directs questions and actions that consider the sustainability in their use. Given that the use of rainwater becomes a way of managing this resource. The rainwater can be used in toilets discharges, watering gardens, among other uses, reducing flooding problems caused by soil sealing, contributing to reducing the consumption of treated water, and the preservation of water resources. So, faced with the necessity of water resources management, but also the accuracy required in the design of reservoirs, the objective of this study was to evaluate the efficiency of rainwater harvesting in the region of Porto Velho for non-potable purposes. The efficiency was achieved by the method of simulation, and the

¹ Acadêmica de Engenharia Ambiental - Universidade Federal de Rondônia. Bolsista PIBIC na linha de pesquisa Hidráulica Ambiental. E-mail: vanessa_ha@hotmail.com*

² Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Rondônia. E-mail: edson_sena@msn.com

³ Acadêmica de Engenharia Ambiental - Universidade Federal de Rondônia. Bolsista PIBIC na linha de pesquisa Microbiologia Aplicada a Engenharia Ambiental. E-mail: elo.ruschel@hotmail.com

⁴ Acadêmica de Engenharia Ambiental - Universidade Federal de Rondônia. E-mail: raissinhafonseca@hotmail.com

⁵ Mestre em Engenharia Civil - Docente do Departamento de Engenharia Ambiental - Universidade Federal de Rondônia. E-mail: eng.analucia@yahoo.com.br

⁶ Mestre em Engenharia Florestal Docente no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia. E-mail: mendonca.andreza@gmail.com

data acquired through the database of the Agência Nacional de Águas. It was observed that efficiency curve showed a logarithmic increase in efficiency with increasing of the catchment area and the storage volume of the reservoir. In the calculation of efficiency is especially important for the fact that a very large reservoir is not necessarily synonym of compensatory increase in service demand.

Keywords: sustainability, simulation, precipitation.

INTRODUÇÃO

Diante da indiscutível importância da água para os diversos ecossistemas há de se ponderar técnicas de uso que prevejam seu aproveitamento de forma eficiente, não só minimizando os custos econômicos de seu consumo, mas também garantindo seu acesso em condições adequadas a todos. Sendo indispensável considerar das características inerentes à água nas diversas regiões brasileiras.

A região amazônica, conforme Bhertha (2004), não sofre diretamente com a escassez de água, pelo contrário, a região é a mais beneficiada com a disponibilidade de recursos hídricos. No entanto a deficiência de infraestrutura traz consigo a inacessibilidade e uso inadequado do recurso. Ainda há a dificuldade enfrentada pela carência de serviço de saneamento básico. Denota-se assim um aproveitamento ineficiente dos recursos disponíveis.

Ainda falando sobre a dificuldade no gerenciamento dos recursos destacam-se os problemas do desenvolvimento urbano que modifica a paisagem natural fazendo com que onde a água infiltrava e escoava pela superfície do solo sendo retida pela vegetação, passa a escoar em superfícies impermeáveis exigindo uma capacidade de escoamento maior, o que influencia diretamente nas características do conduto ou canal de recepção de acordo com Tucci (2005). Em virtude dessa realidade exige-se que se adotem medidas para controle do escoamento visto a redução da infiltração das águas pluviais na área urbana.

Dessa maneira observando os diversos usos que não necessitam de tratamento específico, o fato de a água potável estar em escassez em diversas partes do mundo, como também a necessidade de gerenciamento desse recurso, o aproveitamento de água da chuva se torna uma forma de sustentabilidade. 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 estão o aproveitamento de águas pluviais, prevendo elementos que possibilitem a captação, transporte, armazenamento e seu aproveitamento conforme MPOG (2010).

Para Tomaz (2011), as águas pluviais podem ser utilizadas nas descargas de banheiros, rega de jardins, lavagem de calçadas, lavagens de automóveis dentre outros usos menos nobres. Assim diminuem-se os problemas de inundações e alagamentos causados pela impermeabilização dos solos, contribui-se para preservação dos recursos hídricos, além da redução do consumo de água tratada. Já que em relação aos usos de água fundamentais para a manutenção dos padrões de vida associado ao ser humano, abastecimento doméstico, abastecimento industrial, irrigação, dessedentação de animais, preservação da flora e da fauna, recreação e lazer, harmonia paisagística, dentre outros, de acordo com Von Sperling (2005), apenas o abastecimento doméstico e o abastecimento industrial estão relacionados com tratamento prévio, em função da exigência da qualidade desses usos.

Frente à necessidade e importância da gestão dos recursos hídricos, como também a acuidade exigida no dimensionamento de reservatórios o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de aproveitamento de águas pluviais através da eficiência do aproveitamento de águas pluviais na região de Porto Velho para fins não potáveis.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no município de Porto Velho localizado na região amazônica no estado de Rondônia, o município conforme IBGE (2010) tem 428.527 habitantes. Porto Velho, capital do estado de Rondônia, também é a maior cidade em número de habitantes.

Os requisitos para o aproveitamento de água da chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis são normalizadas pela NBR 15527 (2007). Essa norma apresenta métodos distintos para o cálculo de dimensionamento de reservatórios, dentre eles o método da simulação, escolhido nesse trabalho por permitir a verificação do comportamento do reservatório ao longo do tempo.

A análise de simulação do reservatório baseou-se na equação da continuidade de McMahon (1993) descrita por Tomaz (2011). Sendo que para aplicar essa metodologia é necessária a série histórica pluviométrica, a demanda diária per captada de água, a área de captação e o volume do reservatório no qual a água será armazenada. Nesse sentido as simulações foram realizadas utilizando valores de área de telhados de residenciais unifamiliar, variando de 50 a 100 m² e utilizando volumes de reservatórios de 1.000 a 10.000 litros. A eficiência foi obtida considerando uma demanda fixa de 360 litros de consumo diário, o que corresponde ao consumo referente à descarga sanitária para o número de cinco pessoas em uma residência com base em Tomaz (2011), sendo considerado o coeficiente de *run-off* de 0,8.

Para o caso dessa pesquisa não foi considerado a evaporação de água, tendo sido considerada dentro do coeficiente de *run-off* adotado 0,8. Também se desconsiderou perdas por vazamento no reservatório. A simulação foi executada em planilha eletrônica do Excel, utilizando equação lógica. Para efeitos de cálculo nessa pesquisa o reservatório de armazenamento foi considerado inicialmente cheio, sendo que a partir dessa análise foi possível identificar os dias falhos.

Quanto à série histórica de precipitação, o estado de Rondônia possui aproximadamente 98 estações pluviométricas no banco de dados da Agência Nacional de Águas, disponíveis no portal Hidroweb, Sistema de Informações Hidrológicas conforme ANA (2012), dentre as quais foram adquiridos e analisados os dados da estação Porto Velho, código 00863000, localizada na latitude - 08 46 00 e longitude -63 55 00 de acordo com ANA(2009).

Após obtenção da série histórica foi necessário o tratamento dos dados, em que os anos com falhas no registro da precipitação foram excluídos da análise, ficando o total de 27 anos para cálculo efetivo. Quanto à distribuição dos anos selecionados, o ano inicial foi de 1961 a 1979, de 1972 a 1978, de 1980 a 1981, 1983, 1995 e 1998, e de 2000 a 2005. Para efeito de simulação, nos anos precedidos de falha foi considerado início com pior cenário de pluviosidade no final do ano excluído precedente, o que significa dizer que o reservatório foi tido como vazio.

A região de Rondônia tem disponibilidade hídrica anual de aproximadamente 2100 mm, porém conforme Herpin et al. (2002), apresenta período seco nos meses de junho, julho e agosto, que é caracterizado por precipitação mensal de menos de 100 mm ocasionando uma redução na eficiência anual. Dessa maneira foi desconsiderado para simulação o período correspondente aos meses de junho, julho e agosto, em que pode se assumir, conforme o perfil de precipitação da região que será necessária outra fonte de água que não o da chuva.

Já sobre a demanda diária, conforme a tabela de estimativa de demanda residencial de água apresentada por Tomaz (2011) o volume escolhido para essa simulação, 12 litros de água por descarga sanitária, se encontra dentro da faixa superestimada de consumo diário do autor, em que o volume máximo considerado é de 18 litros e o consumo médio, tido como mais provável, é de 9 litros. Considerando, ainda conforme Tomaz (2011), que o número de descargas sanitárias diárias por pessoa seja de seis, o consumo total obtido foi de 360 litros de demanda por dia.

Se tratando da faixa de volume de reservatórios, foi escolhida uma faixa entendida como razoavelmente aceitável para captação de água da chuva considerando custos e praticidade na instalação.

A eficiência pôde ser obtida em três etapas, definindo-se a falha, a confiança e multiplicando-se a confiança por 100. Para se definir a falha obteve-se o quociente entre o número de dias que o reservatório não atendeu a demanda e o número total de dias. Conforme McMahon (1993) citado por Tomaz (2011) a confiança é a divisão do número de dias que o reservatório atendeu a demanda pelo total de dias, ou seja, o complemento do que é a falha. Ao se obter o valor da confiança, multiplica-se por 100, obtendo-se assim a eficiência.

Conforme a NBR 15527 (2007), o coeficiente de *run-off* representa a relação entre o volume total de escoamento superficial e o volume total precipitado, variando conforme a superfície. De acordo com Tomaz (2011), o valor mais usual adotado é o coeficiente de 0,8, representando bem quando não se tem estudos do escoamento da área em questão.

Hagemann (2009) diz que durante os períodos secos, as áreas de captação de água de chuva interceptam e acumulam detritos como folhas, poeira, pequenos animais mortos, fezes de animais, poluentes do tráfego e industriais, entre outros. A primeira parte da chuva tende a lavar a atmosfera e a superfície de captação carreando poluentes presentes nestes dois ambientes.

Dessa maneira se recomenda a inserção de dispositivo de descarte dos primeiros milímetros de chuva para evitar a captação dos milímetros responsáveis por limparem o telhado de captação dos resíduos grosseiros. A norma NBR 15527 (2007) indica o descarte dos primeiros 2 mm de chuva em regiões com ausência de estudos. A região em estudo não possui trabalhos concluídos sobre a quantidade de milímetros a serem descartados, assim foi adotado a indicação de 2 mm recomendados pela norma, de tal modo que para efeito da simulação foi subtraído 2 mm de cada dia em que houve precipitação na série histórica de chuva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos dados obtidos foi possível calcular a eficiência para diferentes valores de área de captação e volume de reservatórios com vistas ao armazenamento de águas pluviais. Em que se destaca que à medida que se aumenta o volume do reservatório, deixando a área de captação fixa, há um aumento menos significativo da eficiência partindo de 11000 litros de volume se comparado com um aumento na área de captação considerando o volume do reservatório fixo, como pode ser notado na figura 1.

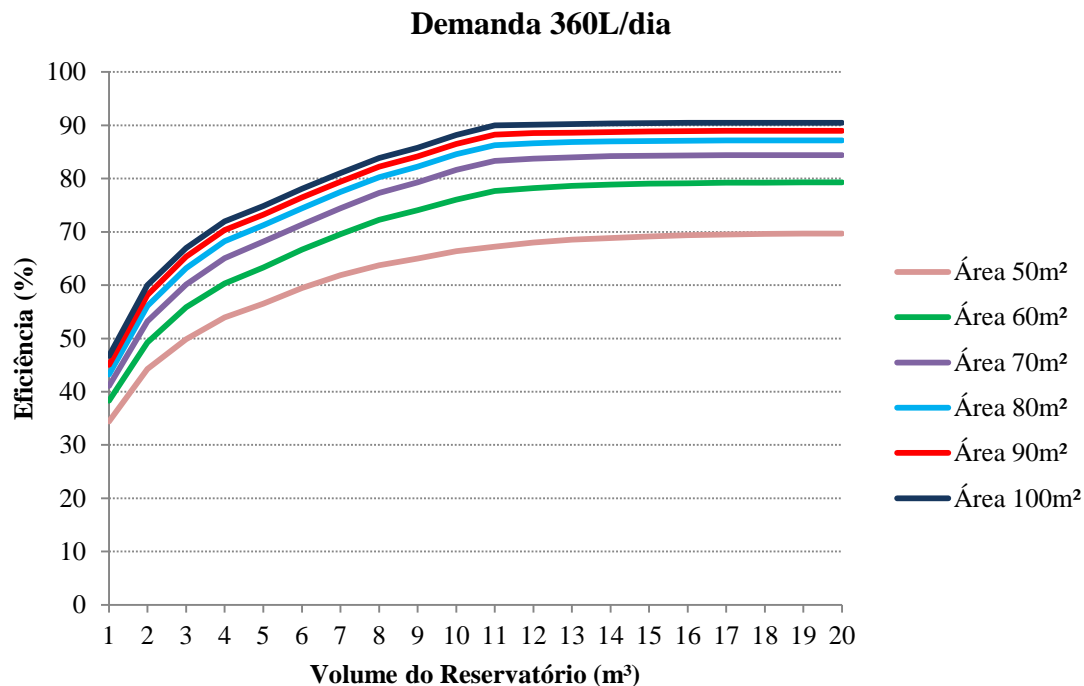


Figura 1 - Volume pela Eficiência no aproveitamento de águas pluviais para residência unifamiliar região de Porto Velho, estação de código 00863000.

Essa observação é importante, pois permite ao indivíduo construir um sistema de captação baseado no ganho de eficiência relacionado ao volume do reservatório, sendo possível identificar que por mais que o aumento no volume do reservatório permita um ganho na eficiência seria irrelevante diante do gasto com aumento do reservatório.

Também se verifica que a partir de 80 m² de área de captação, mantendo-se o volume fixo, não se observa aumento expressivo da eficiência. A análise do gráfico também evidencia um crescimento logarítmico da eficiência em função do aumento dos valores da área de captação e volume de armazenamento do reservatório, mesmo comportamento encontrado no trabalho de Seeger (2008) em seu estudo da eficiência de sistema de armazenamento de águas pluviais na região do Rio Grande do Sul, também encontrado no trabalho de Andrade et al.(2012) em seu estudo semelhante ao de Seeger (2008), mas na região amazônica em Rolim de Moura, Rondônia.

É importante destacar que nas análises foi desconsiderado o período seco, que conforme Herpin et al. (2002) é caracterizado por precipitação mensal de menos de 100 mm nos meses de junho, julho e agosto. Em que pode se assumir que será provavelmente necessária outra fonte de água que não a da chuva, conforme o perfil de precipitação da região.

O cálculo da eficiência é especialmente importante pelo fato de que um reservatório muito grande não necessariamente será sinônimo de aumento compensador no atendimento a demanda. Dessa forma o gráfico da eficiência permite avaliação do ponto em que o aumento do volume do reservatório não implica em aumento significativo da eficiência, em alguns casos tornando inviável o ganho da eficiência em vista do aumento do volume do reservatório.

Ainda se destaca a importância do desenvolvimento de mais trabalhos que levem em conta a sustentabilidade em relação ao uso da água na região amazônica, visto o que Bhera (2004) diz em relação à deficiência de infraestrutura social, bem como o uso inadequado do recurso na região. Em

que o desenvolvimento de trabalhos relacionados ao aproveitamento de água da chuva na região se torna importante, visto a escassez de trabalhos nessa área e a contribuição que poderiam dar na tomada de decisões.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível observar um crescimento logarítmico da eficiência em função do aumento dos valores da área de captação e volume de armazenamento do reservatório. A eficiência do sistema obtida por meio do método da simulação a partir de um volume provável pré-definido, permite a escolha do dimensionamento mais adequado de um reservatório para uma determinada área de captação, ocasionando melhor atendimento a demanda diária com um volume de reservatório de menor custo.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPQ e a Universidade Federal de Rondônia - UNIR pela bolsa de estudo concedida. Também as professora Elisabete L. Nascimento (UNIR) e ao Núcleo de Estudos em Agroecologia (IFRO) pelo incentivo e colaboração nas atividades relacionadas ao tema da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABNT - NBR 15527 (2007). *Água de chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos*. Rio de Janeiro. 8 p.

ANDRADE, V. H., ANDRADE JÚNIOR, E. S., CREMONESE, E. R., BENTO, A. Q., FERREIRA, R. F., & ROSA, A. L. D. (2012). Eficiência em aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis em Rolim de Moura. *Revista Brasileira de Ciências da Amazônia*, pp. 6 – 10.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. (2009). *Inventário Estações Pluviométricas* (2 ed.). ANA; SGH. Brasília - DF

ANA. (2012). *Agência Nacional de Águas*. Acesso em 20 de Agosto de 2012, disponível em Hidroweb: Sistema de Informações Hidrológicas: <http://hidroweb.ana.gov.br/>

BHERTA, K. B. (2004). Inclusion of the Amazon in the geopolitics of water. In: *Issues of local and global use of water* Org. por L. E. Aragón, e M. Clüsener-Godt, ed. Unesco. Montevideo, 234 p.

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

HERPIN, U., CERRI, C. C., CARVALHO, M. C., MARKET, B., ENZWEILER, J., FRIESE, K., et al. (2002). Biogeochemical dynamics following land use change from forest to pasture in a humid

tropical area (Rondonia, Brazil): a multi-element approach by means of XRF-spectroscopy. *The Science of the Total Environment*, pp. 97 – 109.

IBGE. (2010). *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. Acesso em 22 de Agosto de 2012, disponível em Estados@: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=ro>

MCMAHON. (2011). Confiança (reliability). In: *Aproveitamento de Água de Chuva para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis*. P. TOMAZ, ed Navegar. São Paulo - SP, 208 p.

MPOG. (2010). *Instrução Normativa n° 1*, In: Diário Oficial da União. Acesso em 20 de Agosto de 2012, Dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dá outras providências, disponível em: <http://cpsustentaveis.planejamento.gov.br/wp-content/uploads/2010/03/Instrução-Normativa-01-10.pdf>

SEEGER, L. M. K. (2008). *Eficiência dos sistemas de aproveitamento das águas pluviais na região central do Rio Grande do Sul*. Santa Maria: UFSM, Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental), Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria.

SPERLING, M. V. (2005). *Níveis, processos e sistemas de tratamento de esgotos* (3ª ed., Vol. I). Belo Horizonte: UFMG.

TOMAZ, P. (2011). *Aproveitamento de água da chuva*. ed. NAVEGAR São Paulo - SP, 208 p.

TUCCI, C. E. (2005). *Gestão de Águas Pluviais Urbanas* (Vol. IV). MINISTÉRIO DAS CIDADES Brasília - DF