

ESTIMATIVA DE ECONOMIA NO GASTO COM ÁGUA QUANDO DO APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS NA REGIÃO AMAZÔNICA EM JI-PARANÁ – RONDÔNIA

Vanessa Helena de Andrade^{1}; Edson Sena de Andrade Júnior²; Eloiza Ruschel Cremonese³; Raissa Fonseca Ferreira⁴; Ana Lúcia Denardin da Rosa⁵; & Andreza Pereira Mendonça⁶*

RESUMO

A importância da água para os diversos ecossistemas e principalmente ao homem direciona questionamentos e ações rumo à sustentabilidade. Assim o objetivo desse trabalho foi estimar a economia no gasto com água de companhia de abastecimento quando do aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis em Ji-Paraná, Rondônia, situada na Amazônia ocidental, através de valor referencial de demanda, como também do potencial de aproveitamento de água da chuva obtido por meio do método da simulação. Para estimativa de economia foi utilizado os valores atuais da estrutura tarifária da companhia de abastecimento do município. Foi possível observar eficiência dos volumes de reservatórios definidos, em que se destaca o volume 5m³ para demanda de 360 L.dia⁻¹ que resultou em eficiência de quase 71% e economia anual de R\$ 237,61 para área de captação de precipitação de 70m², como também o reservatório de 20m³ para demanda de 3750 L.dia⁻¹ que resultou em uma eficiência de mais de 75% e economia anual de quase R\$ 4.000,00 para área de captação de 1000m². Este trabalho é importante, pois pode servir como base para posterior análise de viabilidade na construção de sistemas de aproveitamento de águas pluviais baseado na economia do gasto com água.

Palavras-chave: sustentabilidade, simulação, economia.

ESTIMATED ECONOMY SPENDING ON WATER WHEN THE UTILIZATION OF RAINWATER FOR NON-POTABLE PURPOSES IN THE AMAZON REGION JI PARANÁ - RONDÔNIA

ABSTRACT

The importance of water to the various ecosystems and mainly to humans directs inquiries and actions that consider sustainability. Therefore the aim of this study was to estimate the economy with water supply company through the rainwater harvesting for non-potable uses in the Amazon region in Ji-Parana, Rondônia, located at Western Amazonia based on the supposed amount of demand, as well the potential value of rainwater harvesting by the simulation method. To estimate the savings calculation was used the current values of the tariff structure of the municipality

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

company supplying. It was possible to observe the efficiency of reservoirs ranges defined, which is called attention to the reservoir of 5m³, demand of 360 L.day⁻¹ resulting in an efficiency of almost 71% and annual savings of R\$ 237,61 to 70m² roof, as well as the reservoir of 20m³, demand of 3750 L.day⁻¹, which resulted in an efficiency of over 75% and annual savings of nearly \$ 4,000.00 for roof 1000m². This work is important because it can serve as a basis for further analysis of the feasibility of building systems rainwater harvesting based on the economy of spending on water.

Keywords: sustainability, simulation, economy.

INTRODUÇÃO

A indiscutível importância da água para os diversos ecossistemas direciona questionamentos e ações que considerem a sustentabilidade no seu uso, em que se destaca principalmente a dependência humana a esse bem. Os principais fatores que limitam o uso da água são sua distribuição na Terra, disponibilidade quantitativa e a qualidade requerida para os diversos interesses.

Diante disso 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 as 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 social 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.

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).

Sendo assim o objetivo desse trabalho foi estimar a máxima economia anual no gasto com água de companhia de abastecimento quando do aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis na região amazônica em Ji-Paraná no estado de Rondônia tendo como base valor referencial de demanda, como também o potencial de aproveitamento de água da chuva obtido por meio de simulação.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no município de Ji-Paraná localizado na região da Amazônia Ocidental no estado de Rondônia, o município conforme IBGE (2010) tem 116.610 habitantes. Ji-Paraná considerado o segundo maior município do estado de Rondônia 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 como área de captação das águas pluviais, telhado de residência unifamiliar de 70 m². A área de 70m² foi selecionada levando em consideração dados obtidos na Secretaria de Obras junto ao Setor de Fiscalização do município de Ji-Paraná, sendo analisadas as licenças de habite-se, que é o ato administrativo que autoriza a construção ou edificações para habitação dentro dos municípios. Em que se constatou que a moda das licenças emitidas entre 2007 e 2012 perfaziam construções com área de 70m².

Os volumes de reservatórios utilizados na simulação foram 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.

Já para a área de captação de 1000m², utilizou-se área de telhado de posto de gasolina encontrada na região urbana de Ji-Paraná com base em avaliação feita através de imagens de satélite disponibilizadas por meio do software Google Earth, estabelecendo-se uma demanda de 3750 L.dia⁻¹, em que segundo Tomaz (2011) o consumo de água para lavagem de carro em posto de gasolina é de 150 litros por veículo e o número de veículos lavados por dia adotado foi 25, com base no trabalho de Seeger (2009).

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.

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. 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.

Para a estimativa de cálculo de máxima economia anual no gasto com água de companhia de abastecimento público de água foi utilizado os valores atuais da estrutura tarifária da companhia de abastecimento do município, a Companhia de Águas e Esgotos de Rondônia - CAERD (2013), obtida no sítio eletrônico da companhia.

O cálculo da economia foi obtido pelo produto entre a quantidade de dias no mês, adotada como 30, a quantidade de meses com disponibilidade pluviométrica, considerados nove por ano, a demanda diária, a eficiência anual obtida através da simulação e a tarifa de água, tendo sido adotada a máxima tarifa da classe de consumo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na metodologia de simulação foi possível calcular a eficiência dos volumes de reservatórios definidos para as duas demandas escolhidas. Pode-se observar os valores de eficiência para cada volume simulado na tabela 1, tanto para demanda de 360 L.dia⁻¹ referente ao consumo residencial de cinco pessoas em descarga sanitária, quanto para demanda de 3750 L.dia⁻¹, equivalente ao consumo comercial de posto de gasolina para lavagem de carros considerando vinte e cinco lavagens diárias conforme Tomaz (2011). Podendo se observar uma variação de eficiência que vai de 45% a quase 80% para demanda residencial, e de 47% a cerca de 92% para demanda comercial, com base nos volumes de reservatórios simulados.

Tabela 1 – Eficiência anual no aproveitamento de águas pluviais de acordo com o volume do reservatório, para telhado de 70m² na demanda de 360 L.dia⁻¹, e para telhado de 1000m² na demanda de 3750L.dia⁻¹.

DEMANDA 360 L.dia ⁻¹		DEMANDA 3750 L.dia ⁻¹	
Eficiência	Volume (m ³)	Eficiência	Volume (m ³)
45,2	1	47,4	5
57,8	2	59,8	10
64,2	3	68,0	15
68,3	4	75,5	20
70,7	5	78,7	25
72,3	6	81,1	30
73,6	7	83,6	35
74,6	8	85,1	40
75,5	9	86,5	45
76,4	10	87,7	50
77,1	11	88,6	55
77,8	12	89,2	60
78,4	13	89,9	65
79,0	14	90,5	70
79,3	15	90,9	75
79,6	16	91,3	80
79,6	17	91,7	85
-	-	92,0	90
-	-	92,2	95
-	-	92,5	100

Os valores de eficiência permitiram o cálculo da economia máxima anual no aproveitamento de águas pluviais, sendo considerada economia máxima por ter sido utilizado o maior valor de taxação tarifária por faixa de consumo para o cálculo da economia. A estrutura tarifária da CAERD para consumo residencial pode ser visualizada na tabela 2, em que se destaca o valor que se deixaria de pagar anualmente caso a eficiência fosse de 100%.

Tabela 2 – Estrutura tarifária residencial da CAERD e economia máxima ao deixar de consumir 360 L.dia⁻¹. Adaptado de CAERD (2013).

Classe	Faixa m³	Tarifa - R\$.m⁻³	Economia máxima - eficiência 100% (R\$)
Residencial I (social)	00 - 10	1,5	-
	11 - 15	1,5	-
	16 - 20	3,1	-
	21 - 25	3,34	-
	26 - 30	3,74	-
	31 - 50	3,93	-
	> - 50	3,46	336,31
Residencial	00 - 10	2,89	-
	11 - 15	2,98	-
	16 - 20	3,1	-
	21 - 25	3,34	-
	26 - 30	3,74	-
	31 - 50	3,93	-
	> - 50	3,46	336,31

Como pode ser visto a estrutura tarifária está dividida em duas classes, Residencial I (social), e Residencial. Trata-se de uma divisão na estrutura tarifária para que as pessoas com baixa renda possam pagar menos pela água. No entanto observa-se que a tarifa para faixa de consumo acima de 50m³ é a mesma para as duas classes.

De posse da eficiência dos reservatórios e da tarifa de consumo por metro cúbico foi possível verificar a estimativa de economia. A figura 1 expõem os valores de economia máxima de acordo com o volume baseado na eficiência visualizada na tabela 1, em que se pode observar a economia máxima dos reservatórios. Destaca-se o reservatório de 5m³ para demanda de 360L.dia⁻¹ por permitir que se tenha uma eficiência relativamente alta de cerca de 71%. A economia desse reservatório seria de R\$ 237,61 anual, uma diferença de cerca de R\$ 100,00 se a eficiência fosse 100%.

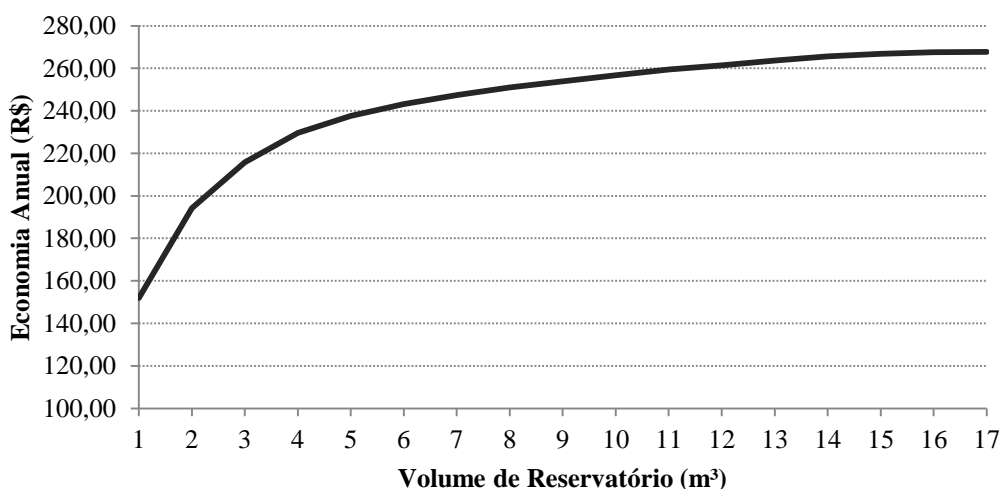


Figura 1 – Máxima economia anual na tarifa de R\$ 3,46.m⁻³ em função do volume de reservatório com base na eficiência em aproveitamento de águas pluviais na cidade de Ji-Paraná - Rondônia para demanda de 360 L.dia⁻¹ e área de telhado de 70m².

A estrutura tarifária da CAERD para demanda comercial pode ser visualizada na tabela 2, em que se destaca o valor que se deixaria de pagar anualmente caso a eficiência fosse de 100% para demanda de 3750 L.dia⁻¹. Em que se pode observar uma economia de R\$ 5224,50 para tarifa de R\$ 5,16, como também uma economia de R\$ 5325,75 para tarifa de R\$5,26. Não deixando de destacar que se trata da economia para eficiência de 100% no suprimento da demanda total.

Tabela 3 – Estrutura tarifária residencial da CAERD e economia máxima ao deixar de consumir 3750 L.dia⁻¹ com eficiência de 100% para o volume de reservatório 20m³. Adaptado de CAERD (2013).

Classe	Faixa m ³	Tarifa- R\$.m ⁻³	Economia máxima - eficiência 100% (R\$)
Comercial I (pequenos comercios)	00 - 10	3,5	-
	11 - 20	5,33	-
	21 - 50	5,49	-
	> - 50	5,16	5224,50
Comercial	00 - 10	4,5	-
	11 - 20	5,33	-
	21 - 50	5,49	-
	> - 50	5,26	5325,75

Da mesma forma que para o consumo residencial há uma diferenciação de renda na estrutura tarifária a demanda comercial, como se pode observar, possui duas divisões. A primeira classe é denominada Comercial I (pequenos comércio) e a segunda é denominada Comercial, nesta divisão de classes destaca-se que a diferença do valor entre as classes considerando a tarifa máxima é de dez centavos.

A figura 2 expõem os valores de economia máxima de acordo com o volume baseado na eficiência visualizada na tabela 1, em que se pode observar a economia máxima dos reservatórios para o valor de tarifa R\$ 5,16, referente à classe Comercial I (pequenos comércios).

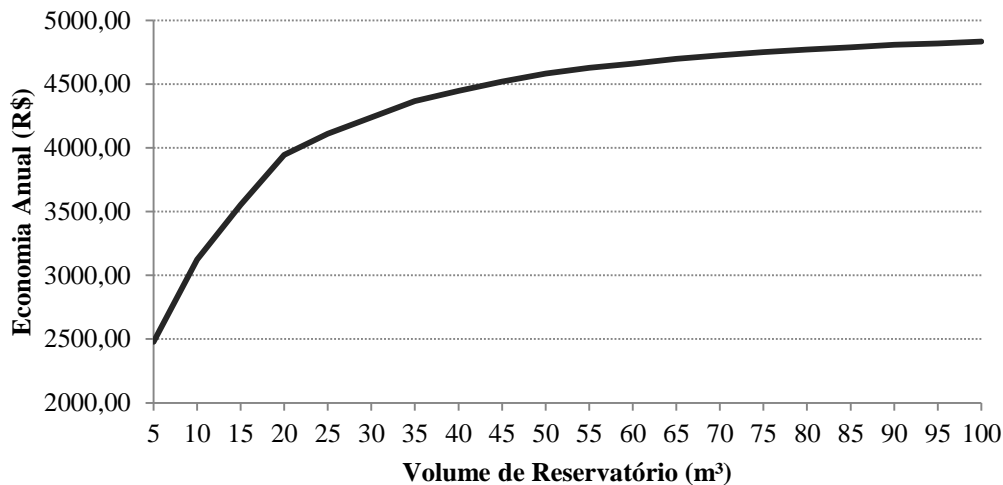


Figura 2 – Máxima economia anual na tarifa de R\$ 5,16 m⁻³ em função do volume de reservatório com base na eficiência em aproveitamento de águas pluviais na cidade de Ji-Paraná - Rondônia para demanda de 3750 L.dia⁻¹ e área de telhado de 1000m².

Observa-se pela figura 2 uma economia anual de aproximadamente R\$ 2.500,00 para o reservatório de 5m³, a eficiência desse reservatório é de 47,4%, como pode ser visto na tabela 1, já para um reservatório de 20m³ a eficiência é de 75,5% e a economia anual é de cerca de R\$ 4.000,00.

Este trabalho pode servir como base para posterior análise de viabilidade na construção de sistemas de aproveitamento de águas pluviais baseado na economia do gasto com água de companhia de abastecimento de água, bem como subsídio para tomada de decisões na construção de sistema de aproveitamento para indivíduos que possuem demanda e área de captação de águas pluviais similar àquelas discutidas nessa pesquisa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho é importante, pois pode servir como base para posterior análise de viabilidade na construção de sistemas de aproveitamento de águas pluviais baseado na economia do gasto com companhia de abastecimento de água. Foi possível observar a eficiência das faixas de reservatórios definidas para as duas demandas, em que se destaca o reservatório 5m³ para demanda de 360 L.dia⁻¹ que resultou em uma eficiência de quase 71% e economia anual de R\$ 237,61 para telhado de 70m², como também o reservatório de 20m³ para demanda de 3750 L.dia⁻¹ que resultou em uma eficiência de mais de 75% e economia anual de quase R\$ 4.000,00 para telhado de 1000m².

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPQ e a Universidade Federal de Rondônia - UNIR pela bolsa de estudo concedida. Também a 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.
- IBGE. (2010). Acesso em 15 de Abril de 2013, *Intituto Brasileiro de Geografia e Estatística*, disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=110012>
- CAERD. (2013). Acesso em 15 de Abril de 2013, *Companhia de Águas e Esgoto de Rondônia*, disponível em: <http://caerd-ro.com.br/?conteudo=agenda&cod=4>
- 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. Aragó, e M. Clüsener-Godt, ed. Unesco. Montevideo p. 234
- 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.
- MCMAHON. (2011). Confiança (reliability). In: *Aproveitamento de Água de Chuva para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis*. P. TOMAZ, ed Navegar. São Paulo - SP
- 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.
- TOMAZ, P. (2011). *Aproveitamento de água da chuva*. NAVEGAR São Paulo - SP, 208 p.