

Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis: estudo de caso em uma residência em Nova Santa Rita - RS

Rainwater harvesting for non-potable uses: case study at a residence in Nova Santa Rita - RS

Rodrigo Vargas Souza, Mestre, UFSC.

arquitetura.rodrigo@gmail.com

Resumo

Neste trabalho foi estudado o potencial de economia de água potável obtido por meio da implantação de um sistema de aproveitamento de água da chuva em uma residência no município de Nova Santa Rita, RS. Foram realizados levantamentos de dados para estimar os usos finais de água nos aparelhos sanitários, com isso foi possível verificar o consumo médio diário de água potável e o percentual passível de ser substituído por água pluvial. Foram estimados, também, os volumes ideais para os reservatórios que compõem o sistema de aproveitamento de água pluvial. Com o percentual de economia de água potável, a pesquisa apresenta o aproveitamento de água da chuva como uma fonte alternativa para fins não potáveis a fim de economizar água potável.

Palavras-chaves: Usos finais de água, água pluvial, aproveitamento de água da chuva.

Abstract

In this work the potential of saving of drinking water obtained through the implantation of a rainwater harvesting system was studied in a residence in the municipality of Nova Santa Rita, RS. Data were collected to estimate the final uses of water in sanitary appliances, with the result that it was possible to verify the average daily consumption of drinking water and the percentage that could be replaced by rainwater. It was also estimated the ideal volumes for the reservoirs that make up the rainwater harvesting system. With the percentage of drinking water savings, the research presents the utilization of rainwater as an alternative source for non-potable purposes in order to save potable water.

Keywords: *End-uses of water, rainwater, use of rainwater.*

1. Introdução

A água é essencial à vida, entretanto, nas últimas décadas o aumento da população mundial e a contaminação dos recursos hídricos, estão ameaçando a qualidade e a disponibilidade da água em todo o planeta.

Nos países emergentes, como no Brasil, o crescimento acelerado da urbanização e industrialização, aliado ao despreparo cultural e à escassez de recursos, tanto humanos como materiais, fez com que os problemas de degradação da qualidade das águas crescessem de forma rápida. Como resultado, a água de beber já perdeu a sua característica de recurso renovável, principalmente nas regiões mais densamente povoadas do País.

A necessidade de conservação da água é notória, e técnicas de tratamento de resíduos e de reuso de água são necessários, uma alternativa é a utilização da água da chuva para fins não potáveis. Como afirmam Ghisi e Marinovski (2008), a água pluvial coletada pode ser utilizada em descarga de bacias sanitárias, torneiras de jardins, lavagem de roupas, de calçada e de automóveis. Com a captação das águas pluviais é possível reduzir o consumo de água potável, minimizar alagamentos e enchentes, diminuir problemas com falta de água e preservar o meio ambiente.

O uso de água da chuva tem um longo histórico no mundo inteiro sendo utilizada em muitas sociedades modernas como um valioso recurso para irrigação, para consumo potável, quando devidamente tratada, e mais recentemente, para promover descargas sanitárias e lavagem de roupas. Contudo a sua utilização está vinculada a um regime constante de chuvas, que possa suprir a demanda de uso.

No Brasil as águas pluviais são amplamente disponíveis na maioria das regiões, por esse motivo devemos considerar como um recurso alternativo em potencial para suprir o uso não potável, diminuindo a utilização de água potável em atividades menos nobres. Esta medida associada a outras como a redução do consumo, a medição individualizada em instalações prediais e o uso de equipamentos economizadores, certamente aumentará a eficiência no uso da água e o manejo dos recursos hídricos se tornará mais sustentável.

Este trabalho tem como objetivo mapear o consumo de água de uma residência e verificar as potencialidades de utilização de água pluvial visando à redução do consumo de água potável.

2. Uso e demanda

A água é utilizada em todos os segmentos da sociedade e está presente no uso doméstico, comercial, público, industrial e agrícola. O consumo em cada setor é distinto, a demanda no Brasil é de 2,178 m³/s, 56% da água é utilizado na irrigação (agricultura), 21% nos fins urbanos, 12% na indústria, 6% no consumo rural e 6% na dessedentação de animais. Além disso, cerca de 60% do recurso utilizado na agricultura é desperdiçado, pois é feito de forma inadequada (PETERS, 2006).

O consumo de água em áreas urbanas também pode ser classificado nos seguintes segmentos: residencial, não residencial (comercial + industrial de pequeno porte + público) e grandes consumidores. Assim como o consumo residencial, o consumo não residencial apresenta variação proporcional à variação populacional, acompanhando a expansão

urbana. Por outro lado, os grandes consumidores industriais apresentam consumo de água intrinsecamente atrelado ao processo industrial, o que não possui relação direta com o crescimento demográfico ou a expansão urbana (GONÇALVES & JORDÃO, 2006).

O consumo de água residencial pode constituir mais da metade do consumo total de água nas áreas urbanas, e varia de região para região devido a diversos fatores, tais como clima, renda familiar, habitantes na residência, cultura e gestão do sistema de abastecimento. Para estimar o consumo de água potável é utilizado o índice “consumo diário per capita”, expresso em litros por habitante por dia (L/hab.dia). A literatura aponta para as regiões sul e sudeste como padrão médio de consumo per capita de 120 L/hab/dia (CARMO *et al.*, 2014).

O consumo de água residencial inclui tanto o uso interno quanto o uso externo. As atividades de limpeza e higiene são as principais responsáveis pelo uso interno, enquanto que o externo deve-se à irrigação de jardins, lavagem de áreas externas, lavagem de veículos, piscinas entre outros.

Segundo Gonçalves e Jordão (2006), os usos da água dentro de uma residência podem ser separados em quatro categorias: higiene pessoal; descarga de banheiro; consumo e limpeza. De acordo com essa classificação, a água destinada ao consumo humano pode ter dois fins distintos:

- **Usos potáveis** – higiene pessoal, para beber e na preparação de alimentos, que exigem água de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação.
- **Usos não potáveis** – lavagem de roupas, carros, calçadas, irrigação de jardins, descarga de vasos sanitários, piscinas, etc.

Estudos realizados no Brasil mostram que dentro de uma residência os pontos de maior consumo de água são para dar descarga nos vasos sanitários, para a lavagem de roupas e para tomar banho. (GONÇALVES & JORDÃO, 2006).

Em média 40% do total de água consumida em uma residência são destinados aos usos não potáveis. Desta forma as fontes alternativas de água aparecem como uma opção viável para atender as demandas que não necessitam de água potável para serem supridas. Dentre as fontes alternativas pode-se citar o aproveitamento da água da chuva, o reuso de águas servidas e a dessalinização da água do mar (Figura 1).

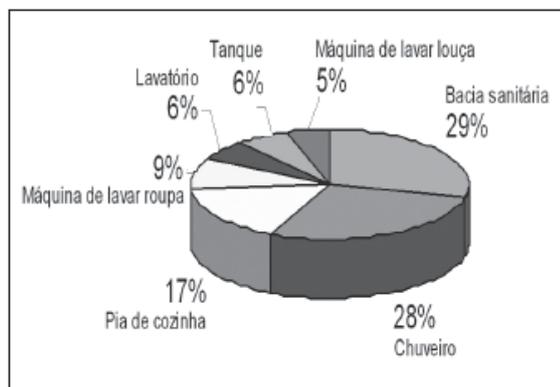


Figura 1: Distribuição do consumo de água nas residências em São Paulo.
Fonte: Gonçalves & Jordão (2006).

3. Água de chuva

Uma das formas de aproveitamento da água para atender as necessidades humanas, é captação de água da chuva. Esta atividade vem de épocas muito antigas e foi utilizado por vários povos, por todo mundo.

No Brasil não eram raras as casas com reservatórios para armazenamento de água, porém esse método tornou-se obsoleto com as construções das redes de abastecimento. Entretanto, há exemplos de conservação da água através do uso da água de chuva, com a lavanderia industrial “Lavanderia da Paz” em São Paulo, que há 30 anos capta, processa e então utiliza a água de chuva nos seus processos de lavagem. Na ilha de Fernando de Noronha, onde não há rede de distribuição de água, desde 1943 a água de chuva é captada e utilizada para abastecer a população (PETERS, 2006).

Nos últimos anos, o aproveitamento de água da chuva surge como uma alternativa para diminuir os problemas com a escassez e contribuir com o desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos. Alguns exemplos de utilização da água de chuva no meio urbano apresentam uma economia significativa, com valores de 6.590 L/ano (PETERS, 2006).

Os programas de conservação de água potável constituem-se em importantes ferramentas para assegurar a oferta de água potável, por evitar o desperdício e por racionalizar o uso. No ano 1999 a Unicamp com a intenção de aumentar a eficiência do uso da água nos edifícios localizados na cidade universitária, iniciou o Programa de Conservação de Água da UNICAMP (PRÓ-ÁGUA/UNICAMP), segundo informações prestadas no site do programa, o resultado foi uma economia de aproximadamente 20% no consumo mensal da universidade. (GONÇALVES & JORDÃO 2006).

Em algumas cidades brasileiras já existem leis que têm por objetivo obrigar as construções a reterem a água de chuva, para diminuir as enchentes urbanas. Em Santo André a Lei Municipal nº 7.606, de dezembro de 1997 institui a cobrança de taxa referente ao volume de água lançado na rede de coleta pluvial do município. Em São Paulo, a Lei Municipal nº 13.276 de janeiro de 2002, torna obrigatória a execução de reservatório para as águas de chuva nos lotes que tenham área impermeabilizada superior a 500 m². (COHIM *et al.* , 2008)

3.1 Características da água da chuva

Para a utilização da água de chuva necessita-se um controle da qualidade e a verificação da necessidade de tratamento, a fim de propiciar segurança à saúde do usuário e não comprometimento da vida útil dos componentes do sistema de aproveitamento.

A Industrialização e o conseqüente crescimento da população urbana têm aumentado à emissão de poluentes atmosféricos em todo globo terrestre. Um dos principais efeitos causados por esta emissão é a precipitação ácida.

Ao lavar a atmosfera a chuva carrega substâncias contaminantes presentes na mesma, podendo modificar a sua qualidade inicial, causando danos aos rios, lagos, vegetações e, inclusive, danos aos materiais e estruturas dos sistemas. Para avaliação podemos verificar o teor de íons de hidrogênio livre (pH), que expressa o grau de acidez ou alcalinidade.

Como afirma Peters (2006), Em condições normais, o pH da água de chuva é levemente ácido, com valores variando em torno 5,6, devido a presença do dióxido de

carbono nas nuvens e durante a precipitação. Concentrações iguais ou inferiores a 5,6 são consideradas precipitações ácidas.

Outras contaminações da água da chuva podem acontecer na passagem pela superfície de captação, com a presença de sólidos suspensos, em sua maioria poluentes atmosféricos, poeiras e fuligens. Também podem ser encontrada matéria orgânica em decomposição e micro-organismos patogênicos provenientes de animais, solos e plantas. Na Tabela 1 são apresentadas as características físicas, químicas e bacteriológicas da água pluvial.

Tabela 1: Características Físicas, Químicas e bacteriológicas da água pluvial.

Parâmetros	Água coletada na tubulação			Reservatório
	Mínimo	Médio	Máximo	Médio
Cor (uH)	20	52,5	218	23,0
Turbidez (UNT)	0,6	1,6	7,1	0,8
Alcalinidade (mg/L)	4	30,6	60	18,8
pH	5,8	7,0	7,6	6,7
Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	7,0	63,4	126,2	25,7
Dureza (mg/L)	4,0	39,4	68,0	19,6
Cálcio (mg/L)	ND	15,0	24,3	4,7
Magnésio (mg/L)	ND	1,1	2,2	0,5
Ferro (mg/L)	0,01	0,14	1,65	0,06
Cloretos (mg/L)	2,0	8,8	14,0	12,2
Sulfatos (mg/L)	2,0	8,3	21,0	5,1
ST (mg/L)	10	88	320	25
SST (mg/L)	2	30	183	2
SSV (mg/L)	0	15	72	2
SDT (mg/L)	2	58	177	24
SDV (mg/L)	0	39	128	24
OD (mg/L)	1,6	20	42	17,6
DBO (mg/L)	0,4	2,5	5,2	1,5
Nitrato (mg/L)	0,5	4,7	20	3,1
Nitrito (mg/L)	0,1	0,8	3,8	0,1
Coliformes totais ¹ em 100mL	<1	>70	>80	>65

NE = Não Especificado. ST = Sólidos Totais. SST = Sólidos Suspensos Totais. SSV = Sólidos Suspensos Voláteis. SDT = Sólidos Dissolvidos Totais. SDV = Sólidos Dissolvidos Voláteis. 1 = Presente em 89% das amostra. Coliformes fecais em 100 ml, aparecem em média em 50% das amostras coletadas e em 30% no reservatório.

Fonte: ANA/FIESP (2006).

3.2 Sistema de captação da água da chuva

Os sistemas para aproveitamento de água da chuva podem ser definidos como aqueles que captam a água da superfície na qual esta escoar encaminhando-a para um tratamento, quando necessário, para um reservatório e posterior uso.

A configuração básica de um sistema de aproveitamento de água de chuva consta da área de captação (telhado, laje e piso), dos sistemas de condução de água (calha, condutores verticais e horizontais) da unidade de tratamento da água (reservatório de autolimpeza, filtros, desinfecção) e do reservatório de acumulação. Podem ainda ser necessários uma tubulação de recalque, reservatório superior e rede de distribuição (PETERS, 2006). A Figura 2 mostra um esquema de coleta de água.



Figura 2: Esquema de coleta água da chuva.
Fonte: Adaptado de IPT (2015).

A utilização dos sistemas de aproveitamento de água de chuva, além de propiciar a conservação do recurso, possibilita a redução do escoamento superficial diminuindo a carga nos sistemas de coleta pluviais e o risco de inundações. Para isso, é necessário que estes sistemas sejam bem elaborados e executados de forma prática e simples para que o seu funcionamento seja eficiente.

De acordo com o manual da ANA/FIESP & SindusCon/SP (2005), a metodologia básica para projeto de sistemas de coleta, tratamento e uso de água de chuva envolve as seguintes etapas:

- Determinação da precipitação média local (mm/mês);
- Determinação da área de coleta;
- Determinação do coeficiente de escoamento;
- Projeto dos sistemas complementares (grades, filtros, tubulações, etc...);
- Projeto do reservatório de descarte;
- Escolha do sistema de tratamento necessário;
- Projeto da cisterna;
- Caracterização da qualidade da água pluvial;
- Identificação dos usos da água (demanda e qualidade).

4. Estudo de caso

O estudo de caso foi desenvolvido em uma residência no Município de Nova Santa Rita, com latitude 29:51:18 , Longitude 51:13:42 e altitude 20 m acima do nível do mar, na região metropolitana de Porto Alegre/RS. A edificação está implantada em um terreno de 478m², com uma área construída de 240m² (Figura 3).



Figura 3: Fotos da edificação
Fonte: elaborada pelo Autor em Nova Santa Rita (2009)

4.1 Consumo de água

A residência em análise está localizada em um município em que 98% do abastecimento de água potável são provenientes das águas subterrâneas (lençol freático). Desta forma o consumo de água potável foi obtido através da estimativa do consumo por usos finais.

A estimativa da vazão de cada aparelho sanitário foi realizada utilizando-se um recipiente com volume conhecido e cronometrando-se o tempo necessário para o enchimento do recipiente com água. Para a bacia sanitária com válvula de descarga adotamos o valor de vazão igual a 1,7L/s, que é indicado pela norma, NBR 5626.

Os dados referentes ao número de vezes ou tempo de utilização de cada aparelho foram multiplicados pelas as vazões, o resultando foi o volume de água consumido por dia (Tabelas 2 e Figura 4).

Tabela 2: Consumo de água por dia.

Dias da Semana	Consumo diário	Consumo diário per capita
Domingo	826,32	165,26
Segunda-feira	550,23	110,05
Terça-feira	562,55	112,51
Quarta-feira	575,29	115,06
Quinta-feira	365,93	73,19
Sexta-feira	580,63	116,13
Sábado	429,22	85,84
Média	555,73	111,15
Total	3.890,17	778,03

Fonte: elaborado pelo autor.

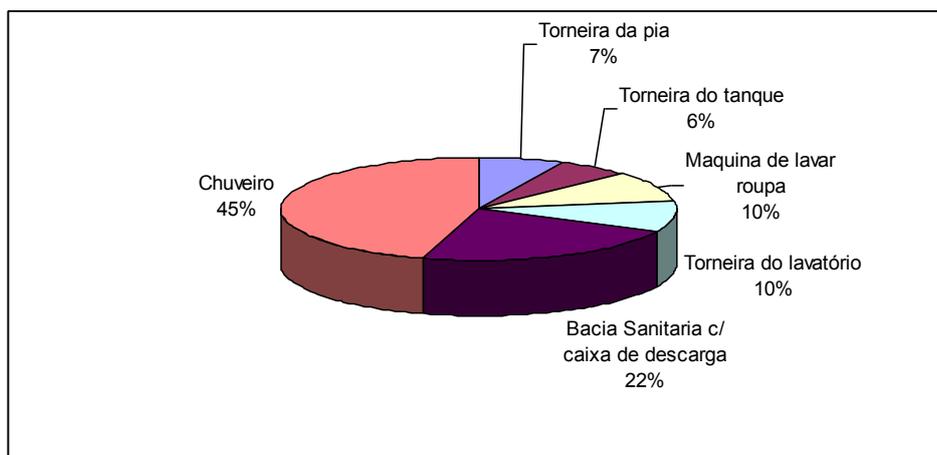


Figura 4: Consumo por aparelho sanitário.
Fonte: elaborado pelo autor

4.2 Avaliação do potencial de economia de água potável

O percentual de água potável que poderia ser substituído por água pluvial foi verificado através da soma dos percentuais dos usos finais de água das atividades considerados para fins não potáveis, totalizando 38% (Tabela 3 e Figura 5).

Tabela 3: Percentual de água não potável.

Dias da Semana	Consumo diário	Consumo diário per capita
Domingo	826,32	165,26
Segunda-feira	550,23	110,05
Terça-feira	562,55	112,51
Quarta-feira	575,29	115,06
Quinta-feira	365,93	73,19
Sexta-feira	580,63	116,13
Sábado	429,22	85,84
Media	555,73	111,15
Total	3.890,17	778,03
Media não potável	211,17	42,23
Total não potável	1478,28	295,65
Percentual do total não potável		38%

Fonte: elaborado pelo autor.

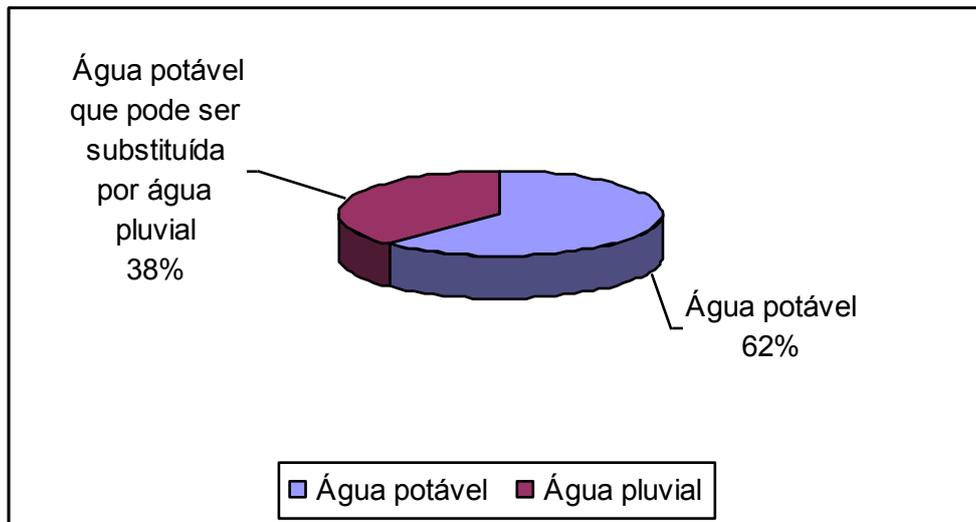


Figura 5: Percentual de água potável que poderia ser substituído por água pluvial.

Fonte: elaborado pelo autor.

4.3 Áreas de cobertura

O levantamento foi realizado considerando as áreas de cobertura da residência no plano inclinado, obtendo-se uma área de cobertura de 167m² (Figura 6).

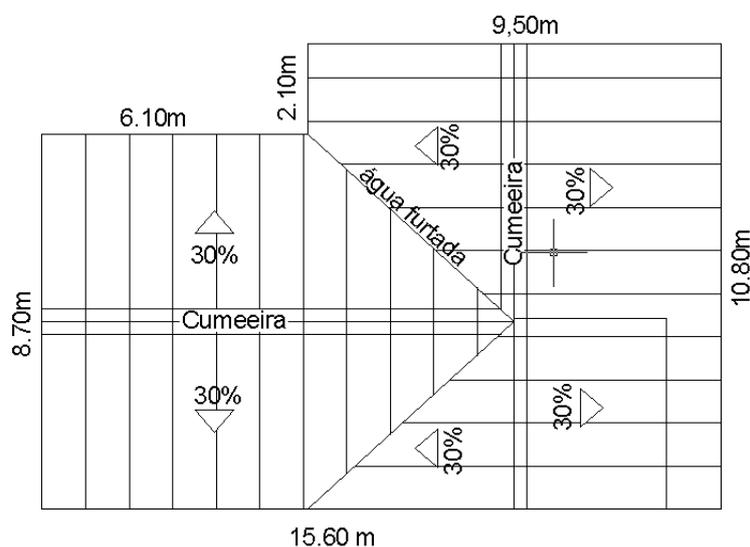


Figura 6: Planta de cobertura.

Fonte: elaborado pelo autor.

4.4 Dados pluviométricos

Os dados pluviométricos utilizados foram obtidos da Agencia Nacional das Águas (ANA), que estão no site www.hidroweb.com.br. Foi consultado dados de precipitações registrados pela estação meteorológica 02951028 localizada na cidade de Sapucaia do Sul

com latitude 29:49:16 , Longitude 51:29:43 e altitude 20m acima do nível do mar (Figura 7).

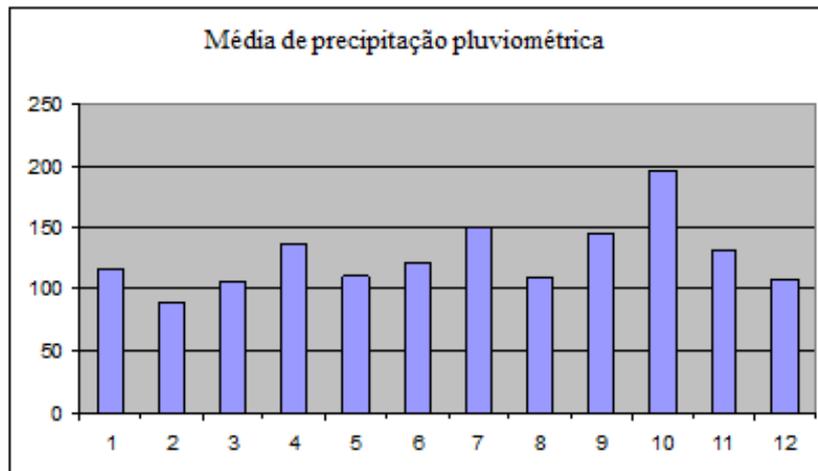


Figura 7: Média de precipitação pluviométrica no período de 2010 a 2016.
 Fonte: elaborado pelo autor.

4.5 Reservatório de água pluvial

O volume ideal do reservatório de acumulação de água pluvial e seu respectivo potencial de economia de água potável foram obtidos por meio do programa Netuno. Na Tabela 4 estão os dados de entrada utilizados no programa.

Tabela 4: Dados de entrada utilizados no programa Netuno.

Dados de entrada	
Consumo diário <i>per capita</i> de água potável (litros/dia/pessoas)	111,15
Área de captação de telhado (m ²)	167
Número de Usuários	5
Coefficiente de Perdas	0,2
Período de precipitação pluviométrica diária	2000 a 2006
Usos finais de água com fins não potáveis (%)	38

Fonte: elaborado pelo autor.

Com base na análise dos resultados do programa Netuno, o volume ideal do reservatório inferior de água pluvial foi 4.000 litros com potencial de economia de água potável igual 36,46 %, passando para 4.500 litros, o aumento no potencial de economia é de apenas 0,4%. (Figura 8).

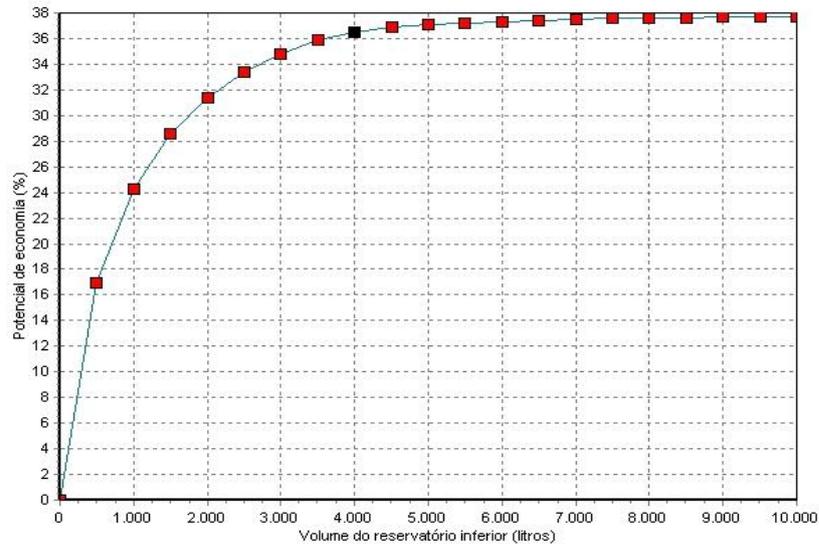


Figura 8: Resultados do dimensionamento volume ideal do reservatório de água pluvial.
Fonte: elaborado pelo autor no programa Netuno.

Como forma de considerar eventuais erros na estimativa de usos finais, as simulações foram realizadas considerando-se variações de -15% a + 15%, em intervalos de 5% sobre o percentual de 38% (Tabela 5 e Figura 9).

Tabela 5: Resultados do dimensionamento do volume do reservatório de água pluvial para diferentes percentuais de usos finais para fins não potáveis .

Usos finais para fins não potáveis	Volume ideal do reservatório de águas pluviais (litros)	Potencial de economia de água potável (%)	Demanda diária de água pluvial (litros)
23	2000	22,21	127,87
28	2500	26,85	155,6
33	3500	31,99	183,39
38	4000	36,46	211,17
43	4500	40,8	238,96
48	5000	45,03	266,75
53	5500	49,15	294,53

Fonte: elaborado pelo autor.

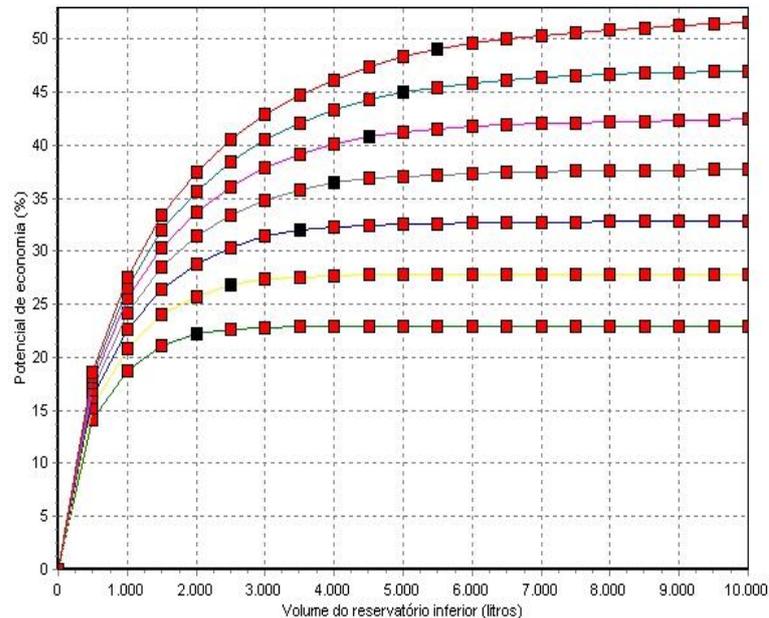


Figura 9: Resultados do dimensionamento do volume do reservatório de água pluvial para diferentes percentuais de usos finais para fins não potáveis.
Fonte: elaborado pelo autor no programa Netuno.

O volume do reservatório inferior de água adotado será de 4.000 litros com potencial de economia de água potável igual 36,46 %, que foi indicado como ideal pelo programa Netuno. O reservatório superior foi dimensionado para atender a demanda diária de água de 211,15 litros, consumida em usos com fins não potáveis (tabela 6). Considerando as dimensões comerciais de reservatórios de vibra de vidro, foi adotada a dimensão de 250 litros para o reservatório superior e a dimensão de 4.000 litros para o reservatório inferior de acumulação.

Tabela 6: Dados para dimensionamento do reservatório superior.

Consumo de diário <i>per capita</i> não potável	42,23	Litros <i>per capita</i> / dia
Número de usuários (moradores)	5	peças
Usos finais com fins não potáveis	0,38	%
Volume a ser armazenado	211,15	Litros

Fonte: elaborado pelo autor.

5 Conclusão

A partir do estudo realizado no período de 19/07/2016 a 25/07/2016, foi verificado o potencial de economia de água potável obtido por meio da implantação de um sistema de aproveitamento de água da chuva numa residência no município de Nova Santa Rita, RS.

Por meio de levantamento dos usos finais de água nos aparelhos sanitários, foi obtido um consumo médio diário de água de 555,73 litros com um percentual de 38% de água para usos com fins não potáveis, ou seja, passível de substituição por águas pluviais. Com os dados pluviométricos e áreas de cobertura, estimou-se o volume ideal para o

reservatório inferior utilizando o programa Netuno, o resultado foi 4000 litros para o reservatório inferior de acumulação com potencial de economia de água potável igual 36,46 %. O reservatório superior foi dimensionado a partir da demanda diária de água consumida em usos com fins não potáveis, que foi igual a 211,15 litros/dia.

O aproveitamento de água da chuva poderá ser utilizado como fonte alternativa para fins não potáveis a fim de economizar água potável, sendo uma opção sustentável que trará benefícios ao meio ambiente ajudando a preservar os recursos hídricos.

Referências

ABNT -ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **NBR 5626: instalação predial de água fria.** Rio de Janeiro, 1998.

ANA, FIESP e SindusCon-SP. **Conservação e Reúso de água em Edificações.** São Paulo, Prol Editora Gráfica, 2005.

CARMO, R. L; DAGNINO, R. S.; JOHANSEN, I.C. **Transição demográfica e transição do consumo urbano de água no Brasil.** Revista brasileira de estudos de população. vol. 31 no.1 São Paulo Jan./Jun 2014.

COHIM, Eduardo; GARCIA, Ana; KIPERSTOK, Asher. **Captação e aproveitamento de água da chuva: dimensionamento de reservatórios.** IX Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Salvador, 2008.

GHISI, Enedir. **Potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of brazil.** Building and Environment, West Lafayette, 2006.

GHISI, Enedir; MARINOSKI, Ana Kelly. **Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC.** Florianópolis: UFSC, Florianópolis, 2008.

GONCALVES, Ricardo Franci (Coord.); JORDÃO, Eduardo Pacheco. **Uso Racional da Água em Edificações.** Rio de Janeiro, ABES, 2006.

IPT. **Uso de água da chuva.** IPT – Instituto de pesquisa e tecnologia. São Paulo, 2015. Disponível em www.ipt.br/noticia/892-uso_de_agua_de_chuva.htm Acesso em 30 de Janeiro de 2017.

PETERS, Madelon Rebelo. **Potencialidades de uso de fontes alternativas de água para fins não potáveis em uma unidade residencial.** Dissertação (Mestrado em Eng. Ambiental) – UFSC, Florianópolis, 2006.

SILVEIRA, Bruna Quick. **Reuso da água pluvial em edificações residenciais.** Dissertação (Mestrado em Eng. Civil) – UFMG, Belo Horizonte, 2008.