

Aproveitamento de água de chuva em instituição de ensino no município de Londrina

Ricardo Nagamine Costanzi (UTFPR-Londrina) ricardocostanzi@utfpr.edu.br

Aline Hanny Peralta (UTFPR-Londrina) aline.hanny@gmail.com

Maria Theresa Bettin Boldarini (UTFPR-Londrina) tetebettin@yahoo.com.br

Ciderlene Sincoski Rubilar (UTFPR - Apucarana) ciderlene@hotmail.com

Danielle Martins Cassiano de Oliveira (UTFPR- Londrina) danielle.mcassiano@gmail.com

Resumo:

A água por ser um bem vital, cada dia mais escasso quantitativamente em alguns locais, já pode ser considerada um dos recursos naturais mais valiosos da atualidade. Com isso ações como o aproveitamento de águas pluviais vem sendo adotadas principalmente em regiões áridas e semi-áridas do mundo, inclusive no Brasil. O objetivo deste projeto é apresentar o potencial de economia de água potável obtido por meio do aproveitamento de água pluvial de um colégio particular na região de Londrina -PR. Tal instituição tem o consumo mensal de 940 m³ de água e uma área de telhado com potencial de captação de 5071 m². Avaliou-se a economia que o sistema proporcionaria, relacionando os custos de implantação e manutenção e por fim determinou-se o período de retorno para o investimento. Analisando os resultados foi constatado que a instalação deste sistema, traria uma economia de cerca de R\$ 4.000,00 mensais ou 673m³/mês de água. O tempo de retorno de investimento seria de 2 anos, considerando um reservatório de 50 m³. Logo além da economia financeira que o sistema de utilização de águas pluviais proporciona, deve-se destacar a importância na economia de água tratada, com potencial de potabilidade, que veem sendo utilizada para fins não tão nobres, como sanitários e irrigação, locais que não necessitam de padrões elevados de qualidade.

Palavras chave: Aproveitamento de água; Economia de água; Tempo de retorno de investimento.

Rainwater use in an educational institution in the city of Londrina

Abstract

The water being a vital resource, everyday scarce quantitatively in some places, can, nowadays, be considered one of the most valuable natural resources. With that actions such as rainwater harvesting has been adopted mainly in arid and semi-arid regions of the world, including Brazil. The objective of this project is show the potential for potable water savings obtained through the rainwater use of a private school in Londrina -PR region. This institution has a monthly consumption of 940 m³ of water and a roof area with potential for uptake of 5071 m². It was evaluated the economy that the system provides, relating the implementation and maintenance costs and finally determined the payback period for investment. Analysing the results it was found that the installation of this system would bring savings of about R \$ 4,000.00 monthly or 673m³ / month of water. The investment return time would be 2 years, considering a reservoir of 50 m³. Therefore, beyond the financial savings that rainwater utilization system provides, it should be noted the importance in the treated water savings, with potential for potability, that has been used for purposes not so noble, as toilets and irrigation, uses that do not require high quality standards.

Key-words: Keywords: Water Utilization; Water economy; Payback period.

1. Introdução

Atualmente o aproveitamento de águas pluviais em regiões áridas e semi-áridas é prática comum em muitas regiões do mundo, inclusive no Brasil.

O aproveitamento e reúso de água de chuva como alternativa em edifícios é variável de acordo com necessidades específicas, tal solução reduz a demanda de água potável, consequentemente a demanda dos mananciais e de tratamento de água, além de minimizar a emissão de efluente no meio ambiente (RAMPELOTTO, 2014).

Em um estudo realizado por Ghisi (2007) foram estimados os usos finais de água de uma instituição de ensino em Florianópolis por meio de entrevistas com usuários e medição de vazões de aparelhos sanitários. A partir desses dados constatou-se que 63,5% dos usos finais são utilizados para fins não potáveis, o que poderia ser realizado com água pluvial.

O manual da ANA/FIESP/SindusCon-SP (2005) aborda que em edificações públicas, como escolas, universidades, hospitais, terminais de passageiros de aeroportos, entre outros, o uso da água é muito semelhante ao das edificações comerciais, porém o uso dos ambientes sanitários é bem mais significativo, variando de 35% a 50% do consumo total.

O mesmo manual determina algumas considerações para o para o dimensionamento do sistema de aproveitamento de água pluvial:

- Área disponível para coleta;
- Vazão de água calculada pela fórmula racional, considerando o índice pluviométrico médio da região;
- Estimativa de demanda para o uso previsto;
- Dimensionamento da reserva de água, considerando os períodos admissíveis de seca.

No que se diz respeito à qualidade da água a ABNT NBR 15527 (2007) – Água da chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - assim como o Manual de Conservação e Reúso da Água em Edificações da ANA/FIESP/SindusCon (2005) fornecem informações sobre as características e padrões de qualidade de água para fins não potáveis assim como na Tabela 1.

Parâmetro	Unidade	NBR 15527 (2007)	ANA/FIESP/SindusCon-SP (2005)
Cor Aparente	uC	≤ 15	≤ 15
Sólidos Suspensos	mgL ⁻¹		≤ 5
Sólidos Dissolvidos	mgL ⁻¹		≤ 500
Turbidez	NTU	≤ 2	≤ 2
DBO	mgL ⁻¹		≤ 10
pH		6 a 8	6 a 8
Colif. Termotolerantes	NMP/100ml	Ausente	Ausente

Fonte: ABNT-NBR 15527 (2007), ANA/FIESP/SindusCon-SP (2005).

Tabela 1: Parametros para o aproveitamento de águas pluviais.

Frente as considerações acima citadas, o objetivo deste trabalho é apresentar o potencial de economia de água potável obtido por meio do aproveitamento de água pluvial de uma instituição de ensino da cidade de Londrina-PR.

2. Materiais e métodos

2.1 Caracterização do local

O colégio atualmente atua desde a educação infantil até o ensino médio. Tendo um fluxo médio de pessoas que conta com cerca de 1600 alunos e 200 funcionários, que frequentam o colégio de segunda a sexta em dois turnos e aos sábados, pela manhã.

A escola consta com várias instalações, entre elas o prédio principal, em formato de L, o ginásio de esportes, a pré-escola e o teatro conforme mostrado na Figura 1.



Fonte: Google Earth, 2016.

Figura 1: Vista do Colégio.

A área de captação que será utilizada é de 5071 m² que corresponde á área do predio principal e também a área do ginásio de esportes. Estes foram escolhidos por apresentarem grande potencial de captação.

2.2 Uso da água

O consumo médio de água é de 940 m³ por mês, estima-se que cerca de 673 m³ seja utilizado para uso não potável, ou seja, para descargas, lavagem de áreas externas e irrigação de jardins. O colégio atualmente conta com diversas caixas d'água para o armazenamento de 127 mil litros água. Todo consumo de água é suprido exclusivamente pela companhia de saneamento, ou seja, toda água utilizada é potável, inclusive para fins menos nobres como descarga de vasos sanitários e irrigação dos jardins.

A Figura 2 apresenta um fluxograma da distribuição da água nos pontos de consumo na escola.

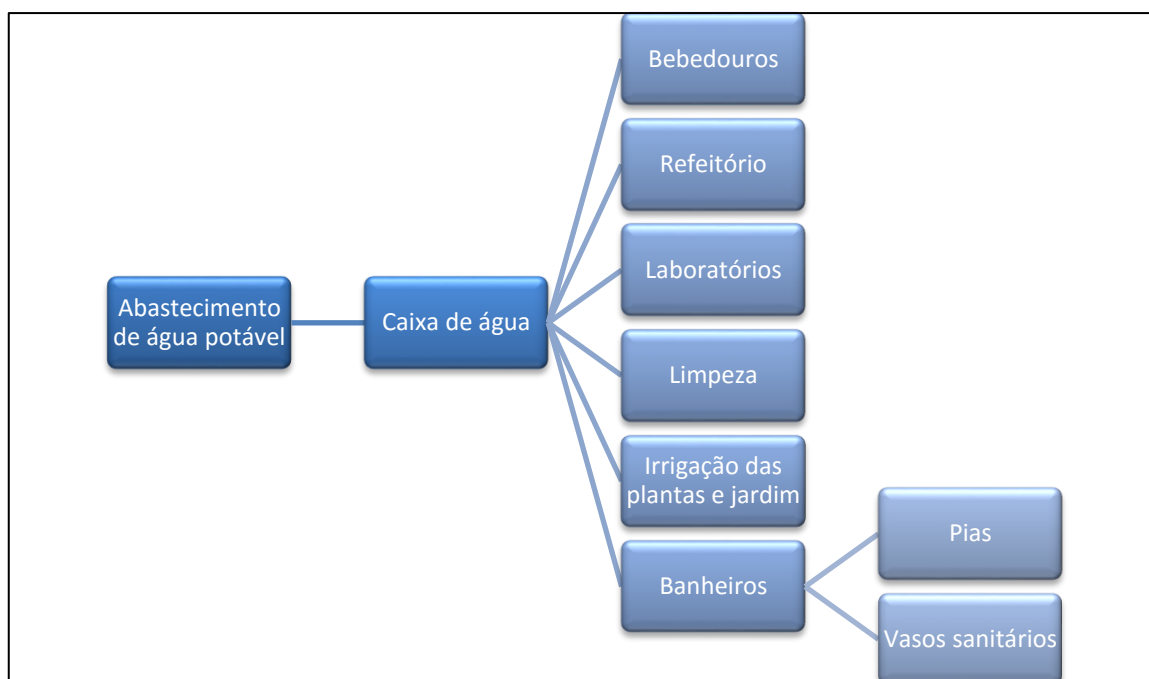


Figura 2 – Fluxograma dos pontos de consumo de água potável no edifício.

O colégio recentemente reduziu o seu consumo de água adotando medidas como a instalação de torneiras temporizadas e descargas com válvulas de acionamento duplo. A irrigação dos jardins encontrados dentro das instalações da escola atualmente é realizada de forma automática, com temporizador. Em visita ao local, foram realizadas medições das vazões e constatou-se a necessidade de manutenção e regulação dos sistemas adotados.

Houve investimento também em máquinas de lavagem de pátio, que realizam a lavagem do piso consumindo baixa quantidade de água.

2.3 Pontos de Consumo

Em visita ao local de estudo realizou-se o levantamento dos pontos de consumo de água do prédio principal somados com os pontos de consumo de água do ginásio de esportes do colégio, onde pretende-se utilizar a água de aproveitamento pluvial, estes estão expostos na Tabela 3 abaixo:

Pontos de Consumo	Consumo	Unidade
Sanitários	6-12 Litros	32
Mictórios	6 Litros	7
Irrigação	200 Litros	20 Pontos

Tabela 1: Pontos de consumo.

O consumo de cada ponto é estimado nos sanitários pelo manual das válvulas hidras utilizadas nos banheiros (todas de acionamento duplo), nos mictórios pela válvula de acionamento temporizado (como o utilizado em torneiras) e para a irrigação estimou-se um consumo médio de 2 litros/ m²/ dia e uma área aproximada de 100 m².

2.3 Balaço Hídrico

O balaço hídrico é descrito no fluxograma abaixo, onde considerando o consumo médio de água como 940 m³, e que desde volume, segundo Fasola (2011), 72% do consumo de água de uma escola são gastos com água não potável.



Figura 1 - Fluxograma do Balanço Hídrico

2.4 Plano de Ação

O sistema de aproveitamento de água pluvial será composto por coletor da água de chuva e armazenamento para a utilização nos vasos sanitários. O projeto terá os seguintes componentes:

- Área de coleta: será utilizada a área do telhado ao qual a chuva precipita a fim de ser captada. É importante no dimensionamento do volume de reservação, pois quanto maior for à área de captação maior será o volume de água de chuva capturado e armazenado. A área de captação deve suprir a demanda de consumo de água;
- Calhas e condutores: Conduitos que levarão a água captada até o reservatório. As calhas serão dispostas na horizontal e os condutos na vertical. Os dimensionamentos desses componentes seguirão a NBR 10844/89;
- Separador de materiais grosseiros: um filtro utilizado para a separação de galhos, folhas e outros materiais que podem ser depositados na área de captação;

- d) Armazenamento: o sistema será composto por dois reservatórios. Um inferior, enterrado com o objetivo armazenar a água coletada e compensar a variação da precipitação de chuva, e um reservatório superior para distribuição por gravidade até os pontos de utilização;
- e) Desinfecção: será feita com o uso de clorador flutuante;
- f) Sistema de recalque: composto por bomba, tubulações e conexões. Responsável pelo transporte de água do reservatório inferior para o reservatório superior;
- g) Sistema de distribuição: responsável pelo abastecimento de água de chuva nos pontos de utilização (ex.: bacias sanitárias). Composto por barrilete, colunas, ramais e sub-ramais de distribuição.

2.5 Dimensionamento do reservatório

Para dimensionar o reservatório foi utilizada uma simulação de vazões de entrada e de demandas diárias, de acordo com área de cobertura e com índice pluviométrico da região estudada.

Os índices de precipitação foram coletados do site *HidroWeb* - Sistema de Informações Hidrológicas - da Agência Nacional de Águas. A Estação pluviométrica escolhida foi a de São Luís do município de Londrina de código nº 2351035 e responsabilidade do Instituto das Águas do Paraná. As precipitações adotadas foram do ano 1984 ao ano de 2011, totalizando 27 anos.

O volume de precipitação diária, vazão de entrada, pode ser calculado com base na seguinte equação 1:

$$Vp = \frac{A.P}{1000} \quad (1)$$

Onde:

Vp = Volume de precipitação interceptado (m³);

P = Precipitação (mm);

A = Área de captação (m²).

Para o cálculo do volume no reservatório de armazenagem Mierzwa et al. (2007), propõe a seguinte equação 2:

$$\frac{dV}{dt} = Vp * C_e - Demanda \quad (2)$$

Onde:

dV/dt = Variação do volume no reservatório de armazenagem com o tempo;

Vp = volume de precipitação diário interceptado;

C_e = Coeficiente de aproveitamento da água interceptada (adimensional);

Demanda = Demanda de água exercida (m³).

O coeficiente de aproveitamento de água interceptada leva em consideração as perdas de água por absorção, infiltração, espalhamento e descarte.

Uma vez estabelecidos os dados de entrada são obtidos os volumes de água potencialmente aproveitados em função da capacidade do reservatório e da demanda a ser atendida. Pelo

balanço de vazões é possível obter a variação do volume de água no interior do reservatório, e assim decidir qual o tamanho de reservação a adotar.

2.6 Período de Retorno

O período de retorno de investimento dado em meses é expresso pela equação abaixo:

$$(R - EL) * \left[\frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n * i} \right] = INV \quad (3)$$

Sendo:

R = receita devido à economia com o consumo de água pluvial;

EL = custos de operação e manutenção;

i = taxa de juros mensal. = 0,8% ao mês;

n = número de meses de retorno;

INV = investimento inicial.

3. Resultados e discussão

3.1 Redução do consumo de água

Considerando os cálculos realizados, seria possível atingir uma economia de água de cerca de 673 m³, a economia no valor final a ser pago pela água pode ser observada na tabela abaixo:

Tipo de instalação	Consumo de água da concessionária (m³)	Valor da conta de água (R\$/mês)
Sem aproveitamento pluvial	940	5811,60
Com aproveitamento pluvial	267	1645,73
Economia	673	4165,87

Tabela 2 - Consumo em cada tipo de instalação.

3.2 Custo de instalação

A avaliação dos custos é de grande importância dentro dos objetivos deste trabalho. Para que a determinação do período de retorno possa ser determinado, é preciso relacionar os custos de implantação e também de manutenção (energia elétrica). Para a constituição da estimativa de custos de implantação do sistema escolhido nesse trabalho foram elaborados as Tabelas 5, 6 e 7 de acordo com as dimensões do projeto. Três volumes distintos de reservação foram propostos a fim de comparar o período de retorno ao final do custo final.

Reservatório		50 m³		125 m³		200 m³	
Materiais	Valor/un (R\$)	Qtd	Valor total (R\$)	Qtd	Valor total (R\$)	Qtd	Valor total (R\$)
Tanque de Polietileno 5.000 Litros – Fortlev	2.549,00	2	5.098,00	1	2.549,00	-	-
Tanque de Polietileno 10.000 Litros – Fortlev	4.699,00	-	-	2	9.398,00	5	23.495,00
Tanque de Polietileno 20.000 Litros – Fortlev	11.299,00	2	22.598,00	-	-	-	-
Caixa d'agua de Fibra de Vidro 25.000 Litros – Fortlev	12.099,00	-	-	4	48.396,00	6	72.594,00

Bomba Centrífuga Multi-Estágio Schneider ME-HI 5210 1 CV trifásica 220V/380V	917,90	2	1.835,80	3	2.753,70	5	4.589,50
Calha Alumínio Branca 300cm BellaCalha 3m	57,90	95	5.500,50	95	5.500,50	35	5.500,50
Cano Branco PVC Esgoto 100mm ou 2" 3m Plastilit	23,90	16	382,40	24	573,60	40	956,00
Cano Branco PVC Esgoto 50mm ou 3" 3m Plastilit	19,39	58	1.124,62	58	1.124,62	58	1.124,62
Joelho 90° Branco PVC Esgoto 100mm ou 2" Plastilit	2,89	2	5,78	2	5,78	2	5,78
Joelho 90° Branco PVC Esgoto 50mm ou 3" Plastilit	4,29	78	334,62	78	334,62	78	334,62
Joelho 45° Branco PVC Esgoto 50mm ou 3" Plastilit	4,89	78	381,42	78	381,42	78	381,42
Registro de Gaveta Rotativo 50mm ou 1.1/2" Docol	54,90	2	109,80	3	164,70	5	274,50
Válvula de Retenção Marrom PVC Água Fria 50mm ou 1.1/2" Tigre	55,90	2	111,80	3	167,70	5	279,50
Válvula de Pé Marrom PVC Água Fria 50mm ou 1.1/2" Tigre	50,90	2	101,80	3	152,70	5	254,50
Clorador Flutuante Top Sibrape	27,90	2	55,80	3	83,70	5	139,50
Pastilhas de cloro com 50 un.	37,50	1	37,50	2	75,00	3	112,50
Filtro De Passagem Água Chuva Pluvial Autolimpante	69,00	2	138,00	2	138,00	2	138,00
Torneira Boia para Caixa d'Água 1.1/2" Deca	117,90	2	235,80	3	353,70	5	589,50
Fundação (m²)	400,00	16	6.400,00	19	7.600,00	28	11.200,00
TOTAL			44.451,64		79.752,74		121.969,44

Tabela 3: Orçamento para reservatório de 50, 123 e 200 m³.

Como o sistema de aproveitamento de água de chuva não demanda muitas intervenções, considera-se como manutenção somente o consumo de energia pela bomba que funciona cerca de 4 horas por dia de uso.

O cálculo do consumo de energia da bomba de recalque pode ser feito relacionando o consumo diário estimado - 70,656 kWh - e o preço da tarifa de energia elétrica - 0,74 R\$/kWh (COPEL, 2015). Portanto a manutenção pelo consumo de energia pela bomba é de R\$ 52,703 ao mês.

3.3 Tempo de retorno de investimento

Agora a determinação do período de retorno do investimento pode ser realizada. Tem-se que o valor do investimento inicial para a implantação dos sistemas, o valor dos custos de manutenção e a economia de água, pode se obter o período de retorno para cada sistema como mostrado abaixo.

Reservatório	Período de retorno
50 m³	2 anos
125 m³	10 anos

200 m ³	30 anos
--------------------	---------

Tabela 4: Período de retorno para cada reservatório.

Como mostrado na tabela anterior o reservatório a ser adotado em termos de tempo de investimento é o de 50 m³ e respectivamente o período de retorno é de 2 anos.

4. Considerações finais

Este trabalho foi desenvolvido com a intenção de avaliar, ainda que hipoteticamente, a viabilidade de implantação de um sistema de utilização das águas pluviais nas instalações de uma instituição de ensino do município de Londrina. É importante ressaltar que assim como muitos empreendimentos antigos o colégio atualmente sofre com alguns problemas de vazamentos, alguns visíveis outros não.

A instalação deste sistema, traria uma economia de cerca de 673m³ de água, fornecimento este que atualmente é feito integralmente pela companhia de saneamento da cidade o que gera um alto gasto mensal com a conta de água.

Sendo assim, no que diz respeito às estratégias para redução do consumo de água potável, para fins não potáveis, o aproveitamento de água pluvial é uma alternativa que promove um bom potencial de economia.

Foi possível concluir que a instalação deste sistema seria de grande valor econômico e ambiental, possibilitando ao colégio reais medidas de economia e sustentabilidade.

5. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15527: aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.* São Paulo, 2007, p.9.

ANA; FIESP; SINDUSCON-SP. *Conservação e Reúso da Água em Edificações.* São Paulo. Prol Editora Gráfica. 2005.

GHISI, E.; OLIVEIRA, S. M. Potential for Potable Water Savings by Combining the Use of Rainwater and Greywater in Houses in Southern Brazil. *Building and Environment*, v. 42, n. 4, p. 1731-1742, 2007.

MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I.; SILVA, M. C. C.; RODRIGUES, L. D B. Águas pluviais: método de cálculo do reservatório e conceitos para um aproveitamento adequado. *REGA – Revista de Gestão de Água da América Latina*, V. 4, n. 1, p. 29-37, 2007.

RAMPELOTTO, G. *Caracterização e tratamento de águas cinzas visando reúso doméstico.* 2014. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul. 2014.