



9529 VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DO APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS EM UMA EDIFICAÇÃO UNIVERSITÁRIA

Tamiles Just Mandelli⁽¹⁾

Graduada em Engenharia Civil pela Universidade do Extremo Sul Catarinense-UNESC.

Flávia Cauduro⁽²⁾

Doutoranda em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS. Mestra em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC. Graduada em Engenharia Civil pela Universidade do Extremo Sul Catarinense-UNESC. Docente na área de Infraestrutura Urbana, Saneamento e Instalações Hidráulicas nos cursos de Engenharia Civil e Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade do Extremo Sul Catarinense-UNESC.

Christiane Ribeiro da Silva⁽³⁾

Doutoranda em Engenharia de Minas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS. Mestra em Engenharia de Minas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS. Graduada em Engenharia de Minas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS. Docente na área Geologia e Mecânica de Solos no curso de Engenharia Civil na Universidade do Extremo Sul Catarinense-UNESC.

Endereço⁽¹⁾: Av. Universitária, 1105, Bloco R2, Depto Eng. Civil - Bairro Universitário- Criciúma – Santa Catarina - CEP: 88806-000 - Brasil - Tel: +55 (48) 99994-5413 - Fax: +55 (48) 3447-6251 - e-mail: flavia.cauduro@unesc.net.

RESUMO

O crescimento do consumo de água no planeta tem conscientizado a população para a busca do uso racional da água por meio de práticas sustentáveis. Como exemplo o aproveitamento das águas pluviais, o qual envolve a captação da água da chuva pelos telhados das edificações, reaproveitando-a em fins não potáveis, após tratamento adequado. O presente trabalho teve como objetivo o estudo da viabilidade de implantação do aproveitamento das águas pluviais nas bacias sanitárias, piscinas, reservas técnicas de incêndio e para limpeza em uma edificação universitária. O dimensionamento foi realizado seguindo as normas NBR 10884/1989 e NBR 15527/2007 da ABNT. O estudo teve como base a Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, os dados de precipitação foram obtidos na estação meteorológica de Içara, SC. Foi apresentado o orçamento do sistema e realizada a análise de viabilidade econômica. O sistema foi considerado viável, já que atenderá 60,94% da demanda de água não potável, no bloco de salas, obtendo o retorno do investimento em 3 anos e 3 meses. No bloco da piscina também se mostrou viável, uma vez que atenderá 92,62% da demanda de água, alcançando o retorno do investimento em 4 anos e 11 meses.

PALAVRAS-CHAVE: Aproveitamento de água pluvial, uso não potável, viabilidade econômica.

1 INTRODUÇÃO

Conforme o Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos de 2015 nas últimas décadas o consumo de água cresceu duas vezes mais do que a população, de modo que, se os padrões de consumo se mantiverem, em 2030 o mundo enfrentará um déficit de 40% no abastecimento de água, ou seja, 40% da demanda de água não será suprida (NAÇÕES UNIDAS, 2015).

Contudo, já se tem observado diversos exemplos de escassez de água doce, não apenas em regiões áridas ou semiáridas, mas também em locais onde existe significativa oferta de recursos hídricos.

Isso porque, segundo Born (2000 apud GOLÇALVES, 2006), além da escassez física, existe também a escassez econômica, correspondente à incapacidade de pagar os custos de acesso à água, e a escassez política, referente às políticas públicas inadequadas que impedem uma parcela da população de ter acesso à água.

Além do mais, a crescente deterioração dos mananciais de abastecimento, devido à poluição dos rios e lagos pela falta de tratamento de águas residuais, tem diminuído a quantidade de água doce disponível (GOLÇALVES, 2006).



Por outro lado, cresce no mundo a consciência em torno da importância de seu uso racional, adotando-se algumas práticas sustentáveis como o aproveitamento das águas pluviais.

A NBR 15527 (ABNT, 2007) define como água de chuva toda “água resultante de precipitações atmosféricas coletada em coberturas, telhados, onde não haja circulação de pessoas, veículos ou animais”. Tal norma é aplicada para usos não potáveis, utilizados após tratamento adequado, como, por exemplo, descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e pátios e usos industriais.

Lima et. al. (2011) afirmam que a coleta das águas pluviais além de diminuir o consumo de água da rede pública de abastecimento, também tem como aspectos positivos a contribuição na preservação do meio ambiente, a redução dos investimentos na captação da água e dos custos energéticos de transporte e de tratamento, a diminuição das enchentes e erosão dos leitos dos rios.

Segundo Sordi (2016), os sistemas de aproveitamento das águas pluviais são compostos basicamente por: área de captação (telhado); tubulações para a condução da água; filtros para a remoção dos materiais grosseiros como folhas e galhos; reservatório de armazenamento; e, dependendo da finalidade da água, tratamento (filtração e desinfecção).

Assim, o presente estudo teve como objetivo estudar a viabilidade de implantação do aproveitamento das águas pluviais em uma edificação universitária, estudo de caso na Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Descrição Da Área De Estudo

O estudo foi executado com base na implantação do sistema em um bloco de salas de aula e no bloco onde está localizada a piscina da universidade, localizada na cidade de Criciúma. O bloco de salas possui área total de 3.986,46 metros quadrados dividida em quatro pavimentos, dos quais três pavimentos tipo e um térreo. Já o bloco da piscina possui 483,32 metros quadrados.

2.2 Qualidade E Tratamento Das Águas Pluviais

A NBR 15527 (ABNT, 2007) afirma que os padrões de qualidade das águas pluviais devem ser definidos pelo projetista de acordo com a utilização prevista. Fendrich e Oliynik (2002) apresentam, conforme Tabela 1, os tratamentos necessários para cada uso:

Tabela 1 – Tratamentos necessários conforme utilização das águas pluviais

Utilização das águas pluviais	Tratamento da água
Regar plantas	Não é necessário tratamento
Aspersores de irrigação	Tratamento é necessário para manter o armazenamento e o equipamento em boas condições
Combate a incêndios	
Ar-condicionado	
Lago / Fonte	Tratamento higiênico é necessário devido ao possível contato humano com a água
Descarga no vaso sanitário	
Lavar roupas / Lavar carros	
Piscina / Banho	A desinfecção é necessária porque a água é ingerida
Beber / Cozinhar	direta ou indiretamente

Fonte: Fendrich e Oliynik (2002, p. 113)



Segundo Gonçalves (2006, p. 102), “após o descarte da primeira chuva algumas substâncias ainda permanecem na água da chuva onde, em alguns casos, faz-se necessário a utilização de dispositivos para sua eliminação”. Portanto, com base na Tabela 1 foram determinados os tratamentos necessários para o aproveitamento das águas pluviais nas bacias sanitárias, piscinas e para limpeza.

2.3 Dimensionamento

2.3.1 Sistema Predial De Captação Das Águas Pluviais

Para o dimensionamento do sistema de captação das águas pluviais, primeiramente, foi avaliado se o sistema de calhas e condutores existente é suficiente para suprir as necessidades. Foi também analisado a necessidade de ampliação do sistema, seguindo os passos descritos na NBR 10884 (ABNT, 1989) para a determinação da área de captação do telhado, vazão de projeto e dimensionamento das calhas e condutores horizontais e verticais.

Para o dimensionamento do reservatório das águas pluviais foi utilizada a NBR 15527 (ABNT, 2007), seguindo o Método da Simulação do Reservatório ou Método do Balanço Hídrico Seriado. Nesse método é realizado um balanço entre a demanda de água da chuva e a precipitação do período. Segundo Fontanela (2010), para a aplicação deste o reservatório deve ser considerado cheio no início da contagem do tempo ‘t’, e utilizando-se a Equação 1:

$$S_t = Q_t + S_{t-1} - D_t \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

Q_t = Precipitação da chuva x área de captação, sendo que $0 \leq S_t \leq V$

S_t = Volume de água no reservatório no tempo ‘t’ (L)

S_{t-1} = Volume de água no reservatório no tempo ‘t-1’ (L)

D_t = Demanda ou consumo no tempo ‘t’ (L)

V = Volume do reservatório fixado

2.3.2 Oferta De Águas Pluviais

Os dados de precipitação utilizados para a determinação da oferta de águas pluviais foram da cidade de Içara/SC, do período de 1978 a 2016, com uma precipitação média mensal de 131,73 mm. A estação pluviométrica de Içara (código: 2849022) é gerenciada pela Agência Nacional das Águas (ANA).

Para o dimensionamento do sistema de captação das águas pluviais foi utilizada, conforme Back (2013), a equação de chuvas intensas com base nos dados obtidos através do programa HidroChuSC e considerando-se os valores da estação de Içara/SC. Para uma chuva com tempo de concentração de 5 minutos e período de retorno de 5 anos, obteve-se uma intensidade de chuva de 151,18 mm/h.

Considerou-se ainda que 1 mm de cada chuva será desprezado para a limpeza da área de captação.

2.4 Viabilidade Econômica De Implantação Do Sistema E Período De Retorno Do Investimento

A análise da viabilidade econômica do sistema é necessária para a tomada de decisão quanto à sua implantação. Para isso, foram identificados os custos de material, operação e manutenção do mesmo. Estes valores tiveram como base a tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI (CAIXA, 2018). Para a avaliação do período de retorno do investimento foi utilizado o método do Valor Presente Líquido (VPL), de acordo com a Equação 2:

$$VPL = \sum_{t=0}^t \frac{F_t}{(1+i)^t} \quad \text{Equação (2)}$$

Onde:

F_t = Valores dos fluxos de caixa



t = Períodos

i = Taxa de juros adotada pelo investidor

Esse método compara todas as entradas e saídas de capital, trazidas para o tempo presente, com a taxa mínima de atratividade do projeto (TMA), que é a taxa a partir da qual o investidor começa a obter lucros com o projeto (MAGAGNIN, 2010).

Após o cálculo do VPL é analisada a viabilidade do investimento, de forma que se ele for maior que zero, o investimento será considerado viável e terá um retorno do capital investido com uma taxa maior que a TMA. De outro modo, se VPL for igual a zero, o investimento ainda é viável, porém a taxa de retorno será igual a TMA. Já se VPL for negativo, o investimento não é considerado viável, já que a taxa de retorno será menor que TMA (MAGAGNIN, 2010).

Ainda para se analisar a viabilidade do sistema é calculada a Taxa Interna de Retorno (TIR), que é a taxa onde $VPL=0$, ou seja, quando os valores de entradas e saídas do fluxo de caixa se tornam iguais. O valor de TIR pode ser obtido com a Equação 3:

$$\sum_{t=0}^t \frac{F_t}{(1+i)^t} = 0 \quad \text{Equação (3)}$$

Onde:

Ft = Valores dos fluxos de caixa

t = Períodos

i = taxa de juros obtida

Um projeto é considerado viável se a $TIR \geq TMA$ (MAGAGNIN, 2010).

Finalmente, verifica-se o tempo necessário para o retorno do capital investido, chamado de Tempo de Recuperação do Capital (TRC). O valor de TRC é obtido quando o fluxo de caixa for nulo, ou seja, quando $VPL=0$. Para isso é necessário determinar qual será o valor “t” da Equação 3 (MAGAGNIN, 2010).

No desenvolvimento do presente estudo foram utilizados para embasamento teórico as Normas Brasileiras Reguladoras – NBR – da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, a Lei de âmbito estadual nº 14.675 de 13 de abril de 2009, e referencial bibliográfico baseado em pesquisas científicas e estudos de caso.

As normas utilizadas foram: NBR 7229/93, Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos; e NBR 13969/97, Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação.

As Resoluções do CONAMA: nº 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências; e nº 430, de 13 de maio de 2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Como referencial bibliográfico foram explorados os trabalhos de: Cruz (2013); Ávila (2005); Backes (2016); Tonetti et al. (2011); Fernandes (2012); Colares e Sandri (2013); Van Kaick (2002); Almeida et al. (2007); Almeida et al. (2010).

3 RESULTADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

3.1 Sistema Predial De Captação Das Águas Pluviais

3.1.1 Dimensionamento Do Sistema De Captação Para O Bloco Salas de Aula



A área de contribuição do telhado foi obtida por meio da planta de cobertura, totalizando em 878,09 m², o que resulta em uma vazão de projeto de 2.212,49 L/min.

De acordo com o dimensionamento, as calhas de concreto devem ter uma seção de 150 mm e os condutores verticais de PVC uma seção de 100 mm, o que já ocorre no bloco, sendo possível o aproveitamento dos condutores existentes.

Para os condutores horizontais, também em PVC, é necessária uma seção de 150 mm com uma inclinação de 2%.

3.1.1.1 Reservatório de águas pluviais

O dimensionamento do reservatório, pelo Método da Simulação de Reservatório ou Método do Balanço Hídrico Seriado, levou em consideração o consumo mensal de água do bloco, que é de 182.500 L. Desse valor foi arbitrado pelo autor que 50% será suprido com água potável, proveniente da concessionária de água da região, e o restante, que corresponde a 91.250 L, será abastecido com a água pluvial, destinada à utilização em bacias sanitárias e limpeza.

Para determinar o volume do reservatório foram realizadas simulações relacionando seu volume e o percentual de atendimento da demanda.

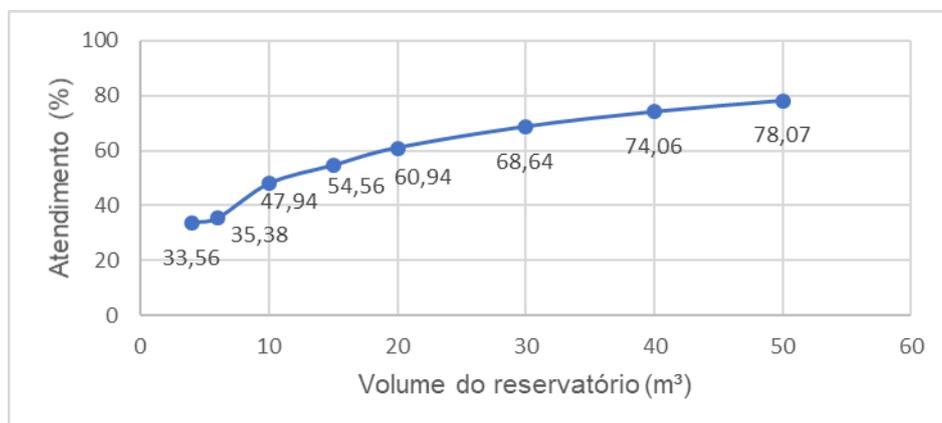


Figura 1 – Volume do reservatório e seu percentual de atendimento. Fonte: Das autoras (2018)

Conforme observado na Figura 1, com o aumento do volume do reservatório, há o crescimento do atendimento da demanda de água pluvial. Contudo, apenas em alguns dias do ano há chuva suficiente para encher um reservatório com mais de 20 m³, além disso, a demanda de água pluvial é muito alta para a pouca quantidade de telhado. Dessa forma, para a viabilidade econômica do projeto, considerando que o reservatório representa seu maior custo, foram estabelecidos dois reservatórios de 10 m³, um inferior e um superior, com um percentual de atendimento de 60,94% da demanda de água pluvial, o que corresponde a 55,5 m³.

Considerando que a tarifa cobrada pela Companhia Catarinense de Água e Saneamento (CASAN, 2018) é de R\$ 12,9982/m³, a implantação do projeto gerará uma economia mensal de R\$ 720,82 e uma economia anual de R\$ 8.649,84.

O reservatório superior deverá possuir uma boia de nível, que, em caso de oferta de água pluvial insuficiente, acionará o abastecimento do reservatório com água potável. Além disso, deverá conter uma válvula de retenção, que garantirá o fluxo em sentido único da água pluvial na tubulação, já que o sistema de água potável não deve ter contato direto com o sistema de água pluvial. Por fim, o excesso de água nos reservatórios será descartado para a rede coletora pluvial através de um extravasor.

3.1.2 Dimensionamento Do Sistema De Captação Para O Bloco Da Piscina

A área de contribuição do telhado foi obtida por meio da planta de cobertura, totalizando em 484,86 m², o que resulta em uma vazão de projeto de 1.221,69 L/min.



De acordo com o dimensionamento, as calhas de concreto devem ter uma seção de 125 mm e os condutores verticais de PVC uma seção de 100 mm, o que já ocorre no bloco, sendo possível aproveitar os condutores existentes.

Para os condutores horizontais, também em PVC, é necessária uma seção de 150 mm com uma inclinação de 2%.

3.1.2.1 Reservatório De Águas Pluviais

Conforme Rito (2013), cada metro quadrado de piscina consome 0,78 m³ de água ao ano. Portanto, uma vez que a piscina possui uma área de 311,37 m², o consumo anual será de 243 m³, gerando um consumo mensal aproximado de 20 m³ para a manutenção e limpeza da piscina.

Da mesma forma que para o bloco das salas de aula, realizou-se simulações para determinar o volume do reservatório de águas pluviais para o bloco da piscina.

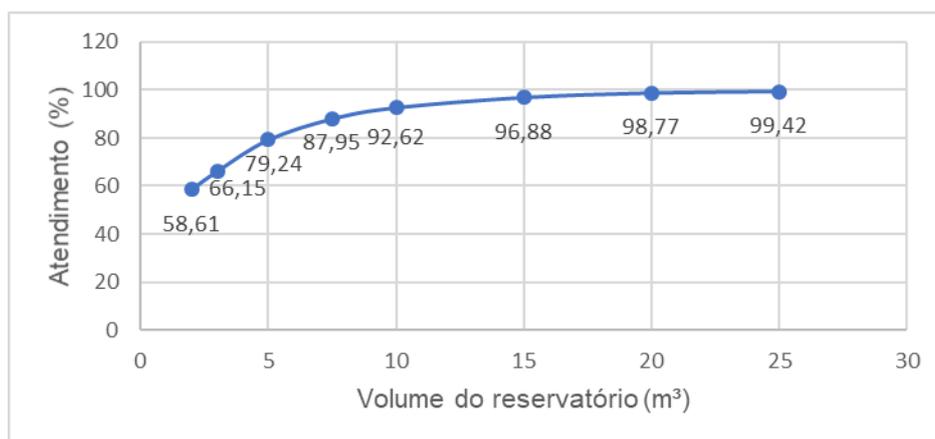


Figura 2 – Volume do reservatório e seu percentual de atendimento. Fonte: Das autoras (2018)

A Figura 2 apresenta um crescimento proporcional entre a porcentagem de atendimento da demanda e o aumento do volume do reservatório. Entretanto, apenas em alguns dias do ano existe chuva suficiente para encher um reservatório com mais de 10 m³, já que a área de contribuição do telhado é pequena. Assim, foi definido um reservatório de 10 m³, com um percentual de atendimento de 92,62% da demanda mensal, o que corresponde a 18,5 m³.

Dessa forma, considerando que a tarifa cobrada pela CASAN é de R\$ 12,9982/m³, a implantação do projeto gerará uma economia mensal de R\$ 240,47 e uma economia anual de R\$ 2.885,64.

No reservatório há a necessidade de uma boia de nível e de uma válvula de retenção. O excesso de água no reservatório será descartado para a rede coletora pluvial através de um extravasor.

3.2 Tratamento Da Água Pluvial

Para o tratamento da água pluvial, a ser utilizada nas descargas sanitárias, piscinas e limpeza, serão usados filtros autolimpantes, colocados em cada condutor vertical de água. Ele possui a função de retirar partículas grossas, como pedriscos, folhas e galhos, provenientes dos telhados.

Para garantir a desinfecção da água, necessária devido ao contato humano com a mesma, existirá um dosador automático de cloro nos reservatórios.

Além disso, para a manutenção da qualidade da água no reservatório alguns cuidados devem ser tomados: evitar a entrada de luz solar, para prevenir o crescimento de algas; a tampa de inspeção deve ser hermeticamente fechada; a saída do extravasor deve conter uma grade para que pequenos animais não entrem; e anualmente deve ser feita a limpeza do reservatório, removendo a lama existente no fundo devido à sedimentação (TOMAZ, 2009).



Outro fato importante acerca das piscinas é o monitoramento do pH da água da chuva, que deve variar entre 6 e 8, de modo que se o pH for menor que 6, deve ser realizado um ajuste com calcário (TOMAZ, 2009).

3.3 Análise Da Viabilidade Econômica Do Sistema

3.3.1 Custos De Implantação Do Sistema De Captação Pluvial – Bloco de Salas de Aula

No orçamento do sistema foram consideradas as seguintes observações:

- As calhas e condutores verticais utilizados serão os já existentes;
- Da mesma forma, a tubulação que levará a água pluvial da caixa d'água até os banheiros será a já existente, apenas com adaptações na saída do reservatório e a inclusão de uma tubulação para as torneiras utilizadas para a limpeza, localizadas em cada banheiro. Para isso serão necessários 10 metros de tubo de PVC soldável com diâmetro de 25 mm;
- 25 metros de tubulação de PVC soldável com diâmetro de 40 mm para o recalque da água da chuva até o reservatório superior;
- 02 reservatórios de 10.000 litros;
- 09 filtros autolimpantes embutidos nos condutores verticais;
- 105 metros de tubulação de PVC com diâmetro de 150 mm para os condutores horizontais;
- 01 dosador automático de cloro;
- 01 bomba centrífuga com motor trifásico de 1,5 CV.

Não foram considerados os custos com conexões e mão de obra.

Os custos para a implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais, orçados em empresas do mercado e na tabela SINAPI do mês de março de 2018 (CAIXA, 2018), foram os indicados na Tabela 2.

Tabela 2 – Custos do sistema de captação pluvial para o bloco de salas de aula

Item	Unidade	Quant.	Preço unitário	Preço total
Reservatório de 10.000 L	UN	2	R\$ 3.277,01	R\$ 6.554,02
Filtro autolimpante para água da chuva	UN	9	R\$ 55,00	R\$ 495,00
Tubo PVC soldável DN 25 mm	M	10	R\$ 2,91	R\$ 29,10
Tubo PVC soldável DN 40 mm	M	25	R\$ 9,10	R\$ 227,50
Tubo PVC série normal para esgoto DN 150 mm	M	105	R\$ 17,79	R\$ 1.867,95
Clorador automático	UN	1	R\$ 169,00	R\$ 169,00
Bomba centrífuga motor elétrico trifásico 1,5 CV	UN	1	R\$ 1.683,33	R\$ 1.683,33
Total				R\$ 11.025,90

Fonte: Das autoras (2018)

Para o cálculo dos custos mensais de operação e manutenção do sistema foram considerados valores a partir de orçamentos realizados com empresas do mercado. Para o custo de energia elétrica, proveniente da bomba de recalque necessária ao sistema, foram considerados a potência da bomba e seu tempo de trabalho.

A bomba centrífuga tem potência de 1,5 CV (1,103248 kW) e funcionará 6 horas por dia, para o atendimento da demanda, consumindo 198,58 kW/mês. Dessa forma, considerando as tarifas estabelecidas pela Centrais Elétricas de Santa Catarina (CELESC, 2018) e os tributos pertinentes, tem-se um gasto de R\$114,15 por mês.

A Tabela 3 apresenta os gastos mensais/anuais da manutenção e operação do sistema de aproveitamento pluvial.



Tabela 3 – Gastos mensais/anuais do sistema pluvial para o bloco de salas de aula

Item	Frequência anual	Custo mensal	Custo anual
Pastilha de cloro	12	R\$ 90,00	R\$ 1.080,00
Manutenção	1	R\$ 83,33	R\$ 1.000,00
Limpeza das calhas e filtros	12	R\$ 100,00	R\$ 1.200,00
Limpeza dos reservatórios	1	R\$ 41,67	R\$ 500,00
Energia elétrica	12	R\$ 114,15	R\$ 1.369,80
Total		R\$ 429,15	R\$ 5.149,80

Fonte: Das autoras (2018)

A economia anual será de R\$ 3.500,04, considerando a economia de água potável calculada anteriormente de R\$ 8.649,84 menos o valor da manutenção de R\$ 5.149,80.

3.3.1.1 Período de retorno do investimento

Para fins de cálculo do retorno do investimento, foi realizada uma estimativa de aumento anual na tarifa de água de 6% ao ano, conforme observado no último reajuste feito pela CASAN no ano de 2017.

A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) adotada foi a taxa SELIC (Sistema Especial de Liquidação e Custódia) informada pelo Banco Central do Brasil (2018) no valor de 6,40% ao ano.

Foi elaborado um fluxo de caixa, de um período de 10 anos, com base nos dados coletados e calculados, conforme demonstrado na Tabela 4.

Com base na TMA adotada no projeto, calculou-se o Valor Presente Líquido para um período de 10 anos, chegando a R\$ 23.258,91, o que demonstra que o investimento é economicamente viável.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) foi obtida com os dados do fluxo de caixa, no valor de 37,08%. Este valor é superior a TMA, comprovando a viabilidade do sistema.

Observa-se na Tabela 4 que o último débito se encontra no período 3, no valor de R\$ 604,53. No período 4 o valor da economia é de R\$ 3.447,70, que dividido por 12 meses, corresponde a uma economia mensal de R\$ 287,31. Dessa forma, com o débito do período 3 dividido pela economia mensal, obteve-se o resultado de 2,10, ou seja, o Tempo de Recuperação do Capital é de aproximadamente 3 anos e 3 meses.

Tabela 4 – Análise econômica do sistema para o bloco de salas de aula

Período	Ano	Economia	Reajuste água 6% a.a.	Valor da economia com reajuste	Fluxo de caixa	Fluxo de caixa no instante "0"	Somatório dos valores no instante "0"
0	2018				-R\$ 11.025,90		-R\$ 11.025,90
1	2018	R\$ 3.500,04	1,06	R\$ 3.710,04	R\$ 3.710,04	R\$ 3.486,88	-R\$ 7.539,02
2	2019	R\$ 3.500,04	1,06	R\$ 3.932,64	R\$ 3.932,64	R\$ 3.473,77	-R\$ 4.065,24
3	2020	R\$ 3.500,04	1,06	R\$ 4.168,60	R\$ 4.168,60	R\$ 3.460,71	-R\$ 604,53
4	2021	R\$ 3.500,04	1,06	R\$ 4.418,72	R\$ 4.418,72	R\$ 3.447,70	R\$ 2.843,17
5	2022	R\$ 3.500,04	1,06	R\$ 4.683,84	R\$ 4.683,84	R\$ 3.434,74	R\$ 6.277,92
6	2023	R\$ 3.500,04	1,06	R\$ 4.964,87	R\$ 4.964,87	R\$ 3.421,83	R\$ 9.699,75
7	2024	R\$ 3.500,04	1,06	R\$ 5.262,77	R\$ 5.262,77	R\$ 3.408,97	R\$ 13.108,71
8	2025	R\$ 3.500,04	1,06	R\$ 5.578,53	R\$ 5.578,53	R\$ 3.396,15	R\$ 16.504,86
9	2026	R\$ 3.500,04	1,06	R\$ 5.913,24	R\$ 5.913,24	R\$ 3.383,38	R\$ 19.888,25
10	2027	R\$ 3.500,04	1,06	R\$ 6.268,04	R\$ 6.268,04	R\$ 3.370,66	R\$ 23.258,91

Fonte: Das autoras (2018)



3.3.2 Custos De Implantação Do Sistema De Captação Pluvial – Bloco Da Piscina

No orçamento do sistema foram consideradas as seguintes observações:

- As calhas, condutores verticais, filtro e motobomba para a limpeza da piscina serão utilizados os já existentes;
- 03 metros de tubulação de PVC soldável com diâmetro de 40 mm;
- 01 reservatório de 10.000 litros;
- 10 filtros autolimpantes embutidos nos condutores verticais;
- 60 metros de tubulação de PVC com diâmetro de 150 mm para os condutores horizontais;
- 01 dosador automático de cloro;
- A distribuição da água será realizada por gravidade, não sendo necessário o uso de bombas.

Não foram considerados os custos com conexões e mão de obra.

Os custos para a implantação do sistema, orçados em empresas do mercado e na tabela SINAPI do mês de março de 2018, foram os indicados na Tabela 5.

No cálculo dos custos mensais de operação e manutenção do sistema foram considerados valores a partir de orçamentos realizados com empresas do mercado. A Tabela 6 apresenta os gastos mensais/anuais da manutenção e operação do sistema de aproveitamento pluvial.

Tabela 5 – Custos do sistema de captação pluvial para o bloco da piscina.

Item	Unidade	Quant.	Preço unitário	Preço total
Reservatório de 10.000 L	UN	1	R\$ 3.277,01	R\$ 3.277,01
Filtro autolimpante para água da chuva	UN	10	R\$ 55,00	R\$ 550,00
Tubo PVC soldável DN 40 mm	M	3	R\$ 9,10	R\$ 27,30
Tubo PVC série normal para esgoto DN 150 mm	M	60	R\$ 17,79	R\$ 1.067,40
Clorador automático	UN	1	R\$ 169,00	R\$ 169,00
			Total	R\$ 5.090,71

Fonte: Das autoras (2018)

Tabela 6 – Gastos mensais/anuais do sistema pluvial para o bloco da piscina.

Item	Frequência anual	Custo mensal	Custo anual
Pastilha de cloro	12	R\$ 40,00	R\$ 480,00
Manutenção	1	R\$ 41,67	R\$ 500,00
Limpeza das calhas e filtros	12	R\$ 50,00	R\$ 600,00
Limpeza dos reservatórios	1	R\$ 20,83	R\$ 250,00
	Total	R\$ 152,50	R\$ 1.830,00

Fonte: Das autoras (2018)

A economia anual será de R\$ 1.055,64, considerando a economia de água potável calculada anteriormente de R\$ 2.885,64 menos o valor da manutenção de R\$ 1.830,00.

3.3.2.1 Período De Retorno Do Investimento

Para o cálculo do período de retorno do investimento do bloco da piscina foi considerado um aumento na tarifa de água de 6% ao ano e a TMA adotada foi a taxa SELIC, no valor de 6,40% ao ano.



Foi elaborado um fluxo de caixa, de um período de 10 anos, com base nos dados coletados e calculados, conforme demonstrado na Tabela 7.

Tabela 7 – Análise econômica do sistema para o bloco da piscina

Período	Ano	Economia	Reajuste água 6% a.a.	Valor da economia com reajuste	Fluxo de caixa	Fluxo de caixa no instante "0"	Somatório dos valores no instante "0"
0	2018				-R\$ 5.090,71		-R\$ 5.090,71
1	2018	R\$ 1.055,64	1,06	R\$ 1.118,98	R\$ 1.118,98	R\$ 1.051,67	-R\$ 4.039,04
2	2019	R\$ 1.055,64	1,06	R\$ 1.186,12	R\$ 1.186,12	R\$ 1.047,72	-R\$ 2.991,32
3	2020	R\$ 1.055,64	1,06	R\$ 1.257,28	R\$ 1.257,28	R\$ 1.043,78	-R\$ 1.947,54
4	2021	R\$ 1.055,64	1,06	R\$ 1.332,72	R\$ 1.332,72	R\$ 1.039,86	-R\$ 907,69
5	2022	R\$ 1.055,64	1,06	R\$ 1.412,68	R\$ 1.412,68	R\$ 1.035,95	R\$ 128,26
6	2023	R\$ 1.055,64	1,06	R\$ 1.497,45	R\$ 1.497,45	R\$ 1.032,05	R\$ 1.160,31
7	2024	R\$ 1.055,64	1,06	R\$ 1.587,29	R\$ 1.587,29	R\$ 1.028,17	R\$ 2.188,48
8	2025	R\$ 1.055,64	1,06	R\$ 1.682,53	R\$ 1.682,53	R\$ 1.024,31	R\$ 3.212,79
9	2026	R\$ 1.055,64	1,06	R\$ 1.783,48	R\$ 1.783,48	R\$ 1.020,46	R\$ 4.233,24
10	2027	R\$ 1.055,64	1,06	R\$ 1.890,49	R\$ 1.890,49	R\$ 1.016,62	R\$ 5.249,86

Fonte: Das autoras (2018)

Com base na TMA adotada no projeto, calculou-se o Valor Presente Líquido para um período de 10 anos, resultando em R\$ 5.249,86, comprovando a viabilidade econômica do sistema.

Da mesma forma, foi obtida a Taxa Interna de Retorno (TIR) com os dados do fluxo de caixa, no valor de 23,02%. Visto que este é superior a TMA, o investimento é viável.

A Tabela 7 mostra que o último débito se encontra no período 4, no valor de R\$ 907,69. No período 5 o valor da economia é de R\$ 1.035,95, que dividido por 12 meses, equivale a uma economia mensal de R\$ 86,33. Dessa forma, com o débito do período 4 dividido pela economia mensal, obteve-se o resultado de 10,51, ou seja, o Tempo de Recuperação do Capital é de 4 anos e 11 meses.

4. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo principal o estudo da viabilidade econômica de implantação do sistema de aproveitamento das águas pluviais na UNESC, especificamente em um bloco de salas de aula e no bloco da piscina.

Com base nas normas NBR 10884/1989 e NBR 15527/2007, ambas da ABNT, foi dimensionado o sistema, enumerando os componentes necessários e orçando-os, a fim de permitir a análise da viabilidade econômica do projeto.

Para a implantação do sistema no bloco de salas de aula, os custos levantados foram de R\$ 11.025,90 e obteve-se uma economia anual de R\$ 3.500,04. Esses valores demonstraram a viabilidade do investimento, já que sua recuperação ocorrerá em 3 anos e 3 meses.

Já para o bloco da piscina, os valores encontrados foram de R\$ 5.090,71 e obteve-se uma economia anual de R\$ 1.055,64. Da mesma forma, há viabilidade econômica no investimento, uma vez que o período necessário para a recuperação do capital foi de 4 anos e 11 meses.

A implantação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais, além de trazer significativa redução do consumo de água potável, contribuir com a preservação do meio ambiente, reduzir os custos energéticos de transporte e de tratamento da água, também representa um uso responsável da água doce disponível no planeta, o que contribui com a disponibilidade desse líquido vital para as futuras gerações.



5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 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.
- 1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.
- 2 BACK, Álvaro José. Chuvas Intensas e Chuva de Projeto de Drenagem Superficial no Estado de Santa Catarina. Florianópolis: Epagri, 2002. 65p.
- 3 BANCO CENTRAL DO BRASIL. Dados diários. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/htms/selic/selicdiarios.asp>>. Acesso em: 08 mai. 2018.
- 4 CALIXTO, Bruno; IMERCIO, Aline. Crise da água em São Paulo: quanto falta para o desastre? Época. 30 out. 2016. Disponível em: <<http://epoca.globo.com/colunas-e-blogs/blog-do-planeta/noticia/2014/06/crise-da-agua-em-sao-paulo-quanto-falta-para-bo-desastreb.html>>. Acesso em: 04 set. 2017.
- 5 CASAN. Tarifa comercial. Disponível em: <<https://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/comercial>>. Acesso em: 08 mai. 2018.
- 6 CELESC. Tarifas. Disponível em: <<http://www.celesc.com.br/portal/index.php/duvidas-mais-frequentes/1140-tarifa>>. Acesso em: 08 mai. 2018.
- 7 FENDRICH, Roberto; OLIYNIK, Rogério. Manual de utilização das águas pluviais: 100 maneiras práticas. 1.ed. Curitiba: Livraria do Chain Editora, 2002. 190p.
- 8 FONTANELA, Leonardo. Avaliação de metodologias para dimensionamento de reservatórios para aproveitamento de água pluvial. 2010. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.
- 9 GONÇALVES, Ricardo Franci. Uso racional da água em edificações. 1.ed. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 352p.
- 10 LIMA, Jeferson Alberto de et al. Potencial da economia de água potável pelo uso de água pluvial: análise de 40 cidades da Amazônia. Eng Sanit Ambient, Cuiabá, v. 16, n. 65, p. 291–298, jul./set. 2011.
- 11 MACCARINI, Maria Gabriela Coral; CAUDURO, Flávia. Estudo da viabilidade de implantação de sistema de reuso de águas cinzas para fins não potáveis em um edifício multifamiliar – estudo de caso. 2017. 24 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.
- 12 MAGAGNIN, André Luiz. Impactos econômicos do uso de energia solar para aquecimento de água em residências unifamiliares. 2010. 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.
- 13 NAÇÕES UNIDAS. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos de 2015. 22 mar. 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/ate-2030-planeta-pode-enfrentar-deficit-de-agua-de-ate-40-alerta-relatorio-da-onu/>>. Acesso em: 05 set. 2017.
- 14 RITO, Miguel. Consumo de água de uma piscina particular. Doutor piscina. 05 nov. 2013. Disponível em: <<https://doutor-piscina.piscinasimperial.pt/manutencao-piscinas/consumo-de-agua-de-uma-piscina-particular/>>. Acesso em: 07 mai. 2018
- 15 SORDI, Maria de. Análise de um sistema de aproveitamento de água pluvial no Centro de Integração Acadêmica da UEPB, Campina Grande, Paraíba. 2016. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.
- 16 TOMAZ, Plínio. Aproveitamento de água de chuva. 2.ed. São Paulo, SP: Navegar, 2009. 180p.