




Vanessa França VALERO*

 <https://orcid.org/0000-0001-9105-7640>


Andréia Candido da Silva ZATTAR**

 <https://orcid.org/0000-0002-3366-0334>


Lucio Gonçalves YAMASITA***

 <https://orcid.org/0000-0002-0609-6547>

Tânia Pereira RUAS****

 <https://orcid.org/0000-0001-6145-2228>

Marcelo José ROMAGNOLI*****

 <https://orcid.org/0000-0002-0009-4831>

Recebido em: 06 de novembro de 2019

Aprovado em: 10 de novembro de 2020

RESERVAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA USO NÃO POTÁVEL NO COLÉGIO CECAFE NO MUNICÍPIO DE SANTA FÉ DO SUL – SP

RAINWATER STORAGE FOR NON-POTABLE USE AT CECAFE SCHOOL IN THE MUNICIPALITY OF SANTA FÉ DO SUL - SP

RESUMO

Essencial para a manutenção da vida, a água está se tornando cada vez mais escassa devido à poluição e ao uso irracional. A busca por soluções ao uso indevido dos recursos hídricos requer atitudes que visem diminuir o desperdício e o consumo irracional da água. Esse trabalho foi realizado com o objetivo de propiciar o aproveitamento das águas pluviais através do escoamento e captação superficial dos telhados, para o reuso dessa água em descargas sanitárias, lavagens de pátios e irrigação da área de vegetação no colégio Centro de Ensino Caminho Feliz, situado no município de Santa Fé do Sul/SP. A metodologia aplicada foi revisão bibliográfica e, partindo dela, a pesquisa de campo de caráter exploratório e quantitativo, baseada na rotina e na parte estrutural do colégio. Os dados estudados para a realização dessa pesquisa foram o volume de precipitação mensal e a variação da temperatura média na cidade, fornecidos pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto e o reservatório determinado através do método de Rippl. O volume definido para a cisterna foi de 20.000 litros, levando em consideração o número de frequentadores da instituição. Diante do exposto, entende-se que a implantação do sistema de captação e armazenamento da água da chuva é viável e eficiente, considerando o investimento, o colégio terá uma economia de 25% na fatura e o retorno financeiro em um prazo de 7 anos, além disso, a redução do consumo de água de abastecimento público pela instituição será em torno de 720.000 litros ao ano.

Palavras-chave: Água pluvial. Cisternas. Captação. Armazenamento da água da chuva.

ABSTRACT

Water is essential for the maintenance of life; it is becoming increasingly scarce due to pollution and unreasonable use. The search for solutions due to the misuse of water resources urges the attitudes aiming at reducing the waste and irrational water consumption. This paper was carried out with the purpose of promoting the use of rainwater runoff and surface collection from roofs, reusing this water for flushing, washing the courts, and watering the garden area at Centro de *Ensino Caminho Feliz* school, located in the municipality of Santa fé do Sul-SP. Bibliographic review was the method used, through this one, the field research was exploratory and quantitative, based on the routine and the facilities of the school. The data that was analyzed to accomplish this research were the monthly rainfall volume, and average temperature variations in the city, which were provided by Serviço Autônomo de Água e Esgoto, as well as the reservoir specified by the Rippl method. The volume given to the cistern was 20.000 liters, considering the number of attendees in that Institution. In view of that, we understand that the rainwater storage system is feasible and efficient, considering the investment, that school will save around 25% in the bill and the financial return will occur in 7 years, besides, a decrease in public water supply in that institution will be around 720.000 liters per year.

Keywords: Rainwater; Cisterns; Collection; Rainwater Storage.

* Graduada em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP – UNIFUNEC. vanessa.valero@outlook.com

** Graduada em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP – UNIFUNEC zattar.andreia@gmail.com

*** Graduado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP – UNIFUNEC lucioyamasita@hotmail.com

**** Graduada em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP – UNIFUNEC taniaewillian183@gmail.com

***** Mestre, Docente do Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP – UNIFUNEC – Santa Fé do Sul – São Paulo mjromagnoli@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

A escassez de água potável é um dos graves problemas enfrentados pela humanidade. O desperdício e o uso inconsciente contribuem para essa problemática. “A água é um dos recursos naturais mais intensamente utilizados. É fundamental para a existência e manutenção da vida e, para isso, deve estar presente no ambiente em quantidade e qualidade apropriadas” (BRAGA *et al*, 2005, p. 77).

Segundo Sperling (2014), a água disponível na Terra é distribuída em 97 % de água do mar, 2,2 % de geleiras e 0,8 % de água doce que é utilizada para consumo e sobrevivência dos seres vivos. O total doce existente no planeta, 97% são águas subterrâneas e 3 % apresentam-se na forma de água superficial, de extração mais fácil. Embora a água doce esteja presente em rios, lagos e na própria chuva, o seu consumo não é recomendado sem um tratamento adequado.

Kobiyama, Checchia e Silva (2005) afirmam que a água da chuva é uma opção para diminuir o consumo de água tratada, podendo ser empregada em diversas utilidades que não demandam, necessariamente, a potabilidade da água. A adoção de projetos com a finalidade de captar água da chuva leva em consideração fatores importantes como o nível de precipitação da região, o dimensionamento do reservatório, bem como a qualidade e o fim para os quais será utilizada.

De acordo com os autores acima, a cisterna é uma forma de armazenamento de água, sendo boa alternativa para reduzir os problemas ocasionados pelo excesso de chuva, como a erosão e os alagamentos. Ela pode ser utilizada tanto para o armazenamento de água potável quanto não potável. Para fins potáveis, necessita de tratamento conforme padrão de potabilidade da Portaria de Consolidação nº 5 de 28/09/2017.

Portanto, o presente estudo visa apresentar uma alternativa sustentável de aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis. Neste trabalho, foi elaborado um sistema que possibilite a captação de água pluvial, para lavagem de pátios, irrigação e descargas sanitárias no colégio Centro de Ensino Caminho Feliz (CECAFE) de Santa Fé do Sul/SP. Além disso, diminuir o desperdício e utilizar a água de forma consciente.

A proposta apresentada visa dimensionar o volume de uma cisterna para reduzir o consumo de água potável no colégio, utilizando técnicas simples, com baixo valor de investimento e eficiência do sistema, com o intuito de aproveitar melhor os recursos naturais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Água da chuva

Segundo Shammass e Wang (2013), nas residências, a água da chuva que escoar pelos telhados é carregada através de valetas e calhas até barris ou cisternas localizadas sobre o solo. A quantidade de precipitação e a área de recepção são determinantes para a concentração de água da chuva. Contudo, uma parcela da água da chuva é perdida quando derrama do telhado, evapora, umedece a superfície coletora e no preenchimento de depressões ou calhas indevidamente armadas. Além disso, a primeira descarga de água pode ser dispensada, porque contém poeira, excrementos de pássaros e outros materiais indesejados.

A água de chuva pode ser armazenada em cisternas, que são pequenos reservatórios individuais. A cisterna tem sua aplicação em áreas de grande pluviosidade, ou em casos extremos, em áreas de seca onde se procura acumular a água da época chuvosa para época de estiagem com o propósito de garantir, pelo menos, a água para beber. A cisterna consiste em um reservatório protegido, que acumula a água da chuva captada da superfície dos telhados das edificações (FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE, 2006, p. 59).

Segundo Helmreich e Horn (2009, p.171 *apud* BERTOLINI; GRIS; JOHANN, 2017), dentre as iniciativas que visam à gestão adequada desse recurso natural, evidenciam o potencial da utilização da água da chuva como fonte de água potável, principalmente, em regiões onde a intensidade de precipitação é favorável ao armazenamento.

A gestão ambiental vem se tornando uma estratégia de conscientização sobre a necessidade da preservação da natureza e um incentivo à diminuição de custos diretos (água, energia e matérias-primas) e indiretos (indenizações por danos ao ambiente, entre outros) (CARVALHO; OLIVEIRA, 2010).

O proveito da água pluvial é uma possibilidade bastante eficiente a qual traz vantagens ambientais e econômicas, podendo ser utilizado em regiões com diferentes índices de precipitação. A água da chuva pode ser utilizada, com ou sem tratamento, em diversas atividades cotidianas, industriais e agropecuárias, contribuindo para redução do consumo de água tratada e para diminuição do gasto de energia dispensado para operar o sistema de tratamento e bombeamento de água nas redes de abastecimento. Além disso, o armazenamento de água pluvial contribui para a redução de problemas ocasionados pelo excesso de chuva, como as erosões e as enchentes. As águas pluviais, como qualquer outra fonte de água não tratada, necessitam de uma gestão responsável, que visa à preservação da qualidade das

atividades e bem-estar dos envolvidos. Um sistema de captação de água da chuva para fins não potáveis, precisa atender alguns critérios como, por exemplo, a necessidade de um reservatório independente e encanamento exclusivo, a fim de não se misturar com a água já tratada (KOBAYAMA; CHECCHIA; SILVA, 2005).

2.2 Sistema de aproveitamento de água pluvial

A coleta de água pluvial é um sistema que vem sendo utilizada desde os tempos antigos, com os avanços tecnológicos e a evolução da sociedade, o acesso a recursos artificiais proporcionou vantagens para o uso desse recurso natural, tornando o sistema de captação e armazenamento aperfeiçoado, o que contribui para a evolução dessa prática.

Carvalho e Oliveira (2010) afirmam que, para melhorar a qualidade de vida em algumas regiões carentes de recursos hídricos, essa técnica vem sendo bastante utilizada. O debate para ajudar famílias carentes é abordado em pesquisas científicas, ONGs, iniciativas populares e políticas públicas. No Brasil, um dos exemplos adotados de políticas públicas referente à tecnologia de construção de cisternas é aplicado na Região Nordeste, através do Programa Cisternas, uma iniciativa do Ministério do Desenvolvimento Social (MDS) e da Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA).

O Programa “Um Milhão de Cisternas” foi criado pela Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA-Brasil) que propõe a implementação de placas de cimento pré-moldadas com baixo custo de construção para ajudar famílias que vivem na Região Semiárida do Brasil. Essas cisternas são construídas com capacidade de abastecer 16 mil litros de água, que podem favorecer uma família de até seis pessoas, em períodos de estiagem que podem chegar a oito meses. A captação da água da chuva é feita durante as chuvas que caem no telhado da casa e escoam para a cisterna através das calhas. A coleta da água nas cisternas faz-se através de bombas manuais para a retirada da água. Esse sistema tem a missão de incentivar a sociedade civil na construção de projetos sustentáveis, relacionados à gestão de recursos hídricos, para a conscientização e mudanças de comportamentos relacionados ao surgimento de práticas de educação ambiental (BRASIL, 2015).

Para Candioto, Grisa e Schimitz (2015), as cisternas são uma opção de reservatórios com finalidade de reuso de águas pluviais que permitem garantir a viabilidade econômica, sustentabilidade e, conseqüentemente, a redução no consumo de água potável das concessionárias. O seu volume é estabelecido pelas variáveis de precipitação local, duração do

período de seca, demanda para os diversos usos, área de superfície de captação, estética e espaço disponível. A sua localização pode estar sobre o solo, enterradas, semienterradas ou elevadas. Além disso, a cisterna pode possuir formas variáveis: retangular, quadrada, cilíndrica ou cônica. A manutenção também é viável, visto que sua preservação é simples, sendo feitas apenas limpeza e monitoramento, portanto:

A reservação em cisternas traz algumas vantagens como a redução do consumo de água captada de forma convencional e do custo de fornecimento da mesma em época de estiagem, contribui com o meio ambiente, não desperdiçando água, disponibilidade de água em épocas de estiagem e com baixo custo, garante a continuidade das atividades na propriedade, mesmo em época de estiagem, diminui o custo para o agricultor e para o poder público do transporte de água com trator e caminhão tanque, podendo ser disponibilizada para outras obras, incentiva a população a fazer o aproveitamento correto da água de chuva, minimiza o escoamento do alto volume de água nas redes pluviais durante as chuvas fortes (CANDIOTTO; GRISA; SCHIMITZ, 2015, p. 179).

2.3 Componentes do sistema de captação e utilização

De acordo com Carvalho e Oliveira (2010), o sistema de captação de água da chuva é dividido em etapas:

- Captação
- Transporte e Tratamento
- Armazenamento
- Condução para pontos de utilização

A captação é feita através de estruturas que são desenvolvidas para receber água da chuva, pois sua superfície de contato é a maior área impermeável. A característica do telhado determina a qualidade da água e sua área define o volume de água armazenada (CARVALHO; OLIVEIRA, 2010).

Conforme Guindani (2016) afirma, a implantação deste sistema ocorre de maneira simplificada, considerando que a água captada é levada até o reservatório ou cisterna por meio de calhas verticais e condutores horizontais e, em seguida, passa pelo processo de filtração e descarte de possíveis agentes nocivos.

O armazenamento é definido pelo volume de água coletada. Seu dimensionamento deve ser criterioso, assim garante a maior viabilidade econômica e o melhor desempenho. O volume é definido pelas variáveis de precipitação local, demanda da água, duração do período seco e chuvoso, área de superfície, estética e espaço disponível. Para evitar o transbordamento, é

necessária a instalação de um sifão ladrão, que tem como objetivo encaminhar a água à rede de esgoto, evitando assim pequenas erosões e infiltrações ao redor da cisterna (GUINDANI, 2016).

Por fim, a condução da água captada para pontos de utilização pode ser feita por gravidade ou através de pressão exercida pelo conjunto motor, bomba e quadro elétrico, devendo atender à NBR 12214/1992, que determina que o conjunto motor e a bomba devam ser selecionados levando em consideração as características gerais do reservatório, cotas geométricas e cotas do terreno (ABNT, 1992).

É recomendado que as torneiras abastecidas pelo sistema de aproveitamento de águas pluviais devem ser identificadas, exclusivamente, para os fins a que se destinam. Conforme a NBR 15527/2007, as tubulações e demais componentes devem ser separadas das tubulações de água potável, necessitando sinalizar que a água das respectivas torneiras não é adequada para o consumo humano com placas de advertências de água não potável (ABNT, 2007).

2.4 Métodos de cálculo para dimensionamento do reservatório

Em função do consumo de água no colégio e a área disponível de telhado, pode-se dimensionar o tamanho da cisterna para atender à demanda de água. De acordo com a NBR 15527/2007, podem-se usar os seguintes métodos de cálculo para o dimensionamento do volume do reservatório de água de chuva: Método de Rippl; Método da simulação; Método Azevedo Neto; Método prático alemão; Método prático inglês e Método prático australiano (ABNT, 2007).

Para fim de dimensionamento do volume do reservatório no colégio CECAFE, foi escolhido o Método de Rippl. O Método de Rippl, de acordo com Giacchini (2016), utiliza as séries históricas mensais ou diárias de precipitação local, o volume do reservatório é calculado pela diferença entre a demanda e volume de chuva aproveitável, utilizando a seguinte equação:

$$S(t) = D(t) - Q(t)$$

$$Q(t) = C \times P \times A$$

$$V = \sum S(t), \text{ somente para valores } S(t) > 0$$

$$\text{Sendo que: } \sum D(t) < \sum Q(t)$$

Onde:

S(t) é o volume de água no reservatório no tempo t;

$D(t)$ é a demanda ou consumo no tempo t ;

$Q(t)$ é o volume de chuva aproveitável pela área de captação no tempo t .

C = coeficiente de escoamento superficial;

P = Precipitação da chuva;

A = Área de captação.

3 METODOLOGIA

O presente artigo justifica-se pela importância do aproveitamento da água da chuva e sua utilização para fins não potáveis, alternativa racional para reduzir o consumo de água tratada no colégio. O estudo foi desenvolvido utilizando as metodologias de revisão bibliográfica e pesquisa de campo de caráter exploratório e quantitativo. A revisão bibliográfica foi baseada em livros, artigos e teses que tratam o tema abordado. A pesquisa de campo levantou dados relevantes para a elaboração e execução do projeto. As informações levantadas contribuíram para determinar a área de captação para a coleta da chuva, analisar os dados pluviométricos da região abordada, dimensionar o reservatório, a forma como será captada e reservada a água da chuva, assim como o dimensionamento do equipamento necessário, como metros de tubulações, motor e a bomba adequada.

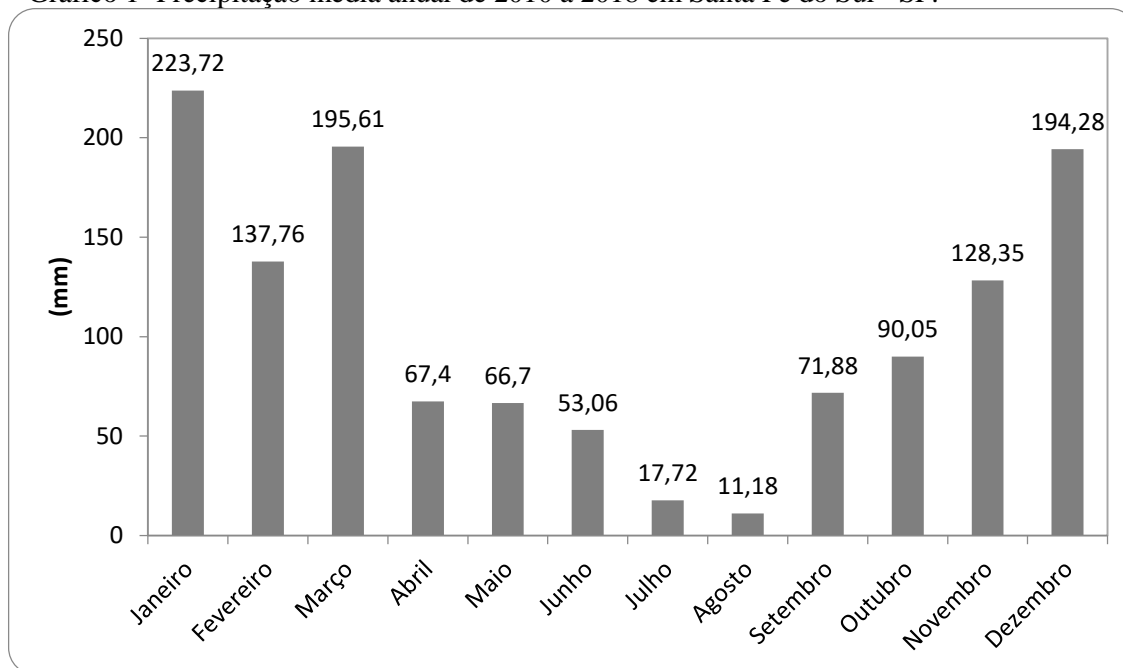
O projeto foi desenvolvido no colégio Caminho Feliz Centro de Ensino CECAFE, localizado na Avenida Mariano Vicente Filho, 3001, Jardim Nova Era Santa Fé do Sul – SP. Na unidade, são oferecidas as modalidades de ensino infantil, fundamental I, ensino fundamental II, além de ensino médio.

O terreno do colégio possui área de 10.000 m². A escolha da área de captação será nos prédios 3 e 4, quadra poliesportiva e refeitório. Os prédios 1 e 2 não serão utilizados devido às futuras reformas. O prédio 3 tem uma área disponível de 283m², o prédio 4 possui área de 266m², a quadra poliesportiva possui 618 m² e a área do refeitório é de 175,5 m², totalizando uma área de captação de 1.342,5 m². Além disso, podem-se aproveitar as calhas já existentes no telhado, com a instalação de filtro de folhas para retenção de impurezas que possam, futuramente, contaminar o reservatório. O filtro serve para barrar a passagem de folhas, galhos e outros resíduos que possam vir a contaminar o reservatório.

Para fins de pré-dimensionamento do sistema de captação, fez-se necessário conhecer a precipitação pluviométrica média anual, a temperatura média da cidade, assim como as áreas de contribuição dos telhados, permitindo obter o volume da cisterna, considerando a área total

captada. Sendo assim, a precipitação pluviométrica e a temperatura foram obtidas pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto e Meio Ambiente - SAAE da cidade de Santa Fé do Sul. Foi fornecida a precipitação mensal dos últimos nove anos da cidade. O gráfico 1 é a representação total de precipitação média em Santa Fé do Sul, nos anos de 2010 a 2018.

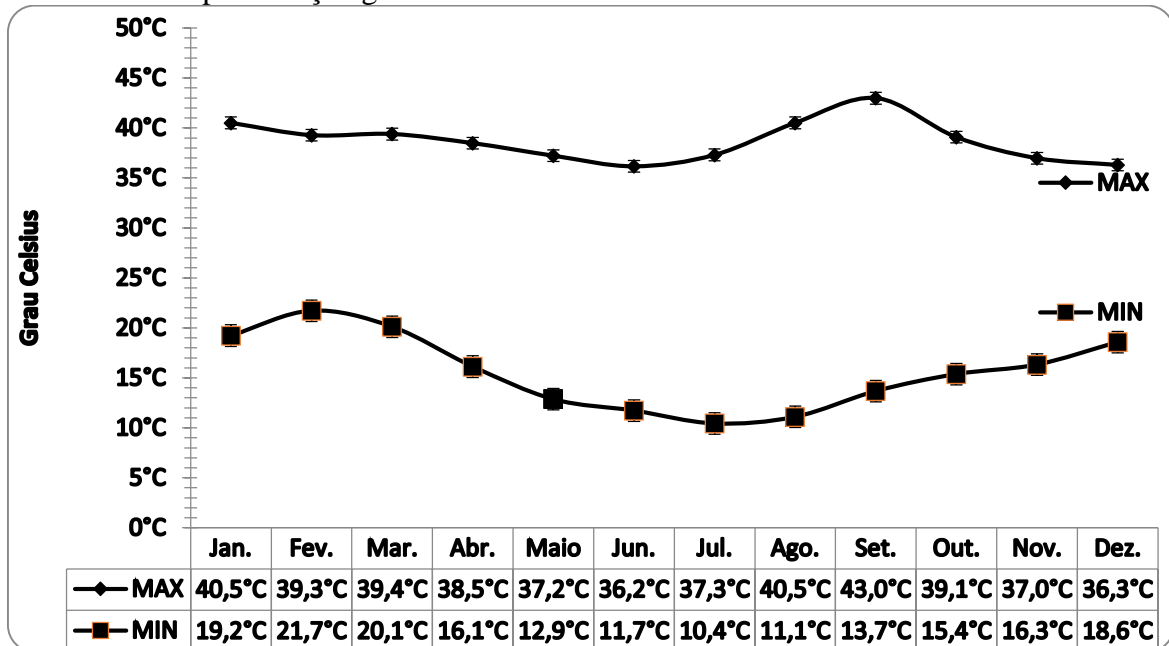
Gráfico 1- Precipitação média anual de 2010 a 2018 em Santa Fé do Sul - SP.



Fonte: SAAE, 2018 (Adaptado pelos autores).

O período de maior índice de precipitação em Santa Fé do Sul ocorre entre os meses de novembro a março, sendo que dezembro e janeiro são os meses com maior volume de chuva no ano, com uma média de 216 milímetros (mm). Já o período de estiagem ocorre de abril a outubro, sendo que os meses de julho e agosto possuem o menor índice de precipitação, com médias de 20 milímetros (mm). A cidade de Santa Fé do Sul é conhecida pelo clima tropical. O gráfico 2 a seguir mostra a média máxima e mínima da variação de temperatura nos anos de 2010 a 2018.

Gráfico 2- Representação gráfica da média.



Fonte: SAAE, 2018 (Adaptado pelos autores).

A média da temperatura máxima varia entre 30°C e 40°C e a temperatura mínima na faixa de 10° C a 20° C. Os meses de setembro a janeiro são considerados os mais quentes e a temperatura máxima permanece acima dos 30°C, ampliando a evaporação de água. A variação de temperatura da cidade está relacionada ao desempenho do sistema, uma vez que influencia na perda de água por evaporação e absorção do telhado.

O reservatório apropriado para o projeto em questão é a cisterna horizontal. Sua instalação consiste em acomodá-la diretamente ao solo, subterrânea sem a necessidade de uma construção estrutural ao redor, podendo ser fixada ao lado dos prédios 3 e 4, localizados na área gramada, evitando a perda de espaço para as atividades já realizadas no cotidiano do colégio. Com os dados analisados, determinou-se o volume de 20.000 litros para a reservação. A cisterna é confeccionada com fibra de vidro, material com custo inferior às demais opções disponíveis no mercado.

A água coletada passará por um sistema de filtragem composta por areia grossa, brita e carvão ativado, para retirada de impurezas contidas na água reservada, seguindo diretamente para bomba de ½ cavalo-vapor (cv), adquirindo pressão suficiente para alcançar as caixas d'água de 1.000 litros localizadas acima dos banheiros do prédio 2 e 3. O cálculo foi baseado em um total de 11 vasos sanitários, equipados com sistema hidro e considerou-se a utilização de 6 litros para cada acionamento da descarga. As caixas d'água são equipadas com boias que

fazem o acionamento do bombeamento da água da cisterna para a caixa d'água, de acordo com a necessidade de utilização nos vasos sanitários.

Na instalação hidráulica, optou-se por tubulação de 1 polegada, material de PVC, que leva água reservada da cisterna até a caixa d'água dos banheiros dos prédios 2 e 3, com 60 metros e de 47 metros de extensão do reservatório.

Para lavagem do pátio, o cálculo considerado foi de 1,5 L / m² de água. A área total de lavagem é de 1.150 m² que são os corredores entre os prédios 1, 2, 3 e 4. O consumo estimado ficará em torno de 6.900 litros por mês considerando uma lavagem por semana. Serão instaladas torneiras devidamente identificadas, para a separação de água tratada fornecida pelo abastecimento público e do sistema de abastecimento da cisterna.

A área de irrigação possui 460 m² sendo a somatória total dos locais gramados, considerando 1 L / m² de água, que será utilizada uma vez por semana, totalizando um total de 1.840 litros por mês.

Para determinar a demanda sanitária, tendo em vista o acionamento da válvula de descarga modelo hidra uma vez ao dia, e que cada acionamento consome 6 litros de água. Desse modo, será considerado o consumo diário de 3.600 litros de água nas descargas hidra, para a demanda de 600 pessoas no colégio, resultando um consumo mensal de 72.000 litros de água para uso nos sanitários.

4 RESULTADOS

A estrutura existente viabiliza a implementação do sistema, uma vez que o colégio já dispõe de um sistema de coleta das águas do telhado para um canal de drenagem ligado à galeria de águas pluviais, que facilita a execução do projeto. Através de pequenas alterações, esse sistema beneficiará e incorporará um único conjunto para captação e reservação da água pluvial.

4.1 Dimensionamento e viabilidade econômica do projeto

Através de desconto no IPTU, o município de Santa Fé do Sul incentiva a criação de projetos que colaborem com a preservação do meio ambiente, como por exemplo, sistemas de captação de águas pluviais. O desconto é de 10%, contribuindo para o retorno econômico do capital investido pelo colégio.

A tabela 1 apresenta o orçamento detalhado do projeto. O custo orçamentário para a realização do projeto de implantação de um sistema de reservação de 20.000 litros de água, utilizando materiais de uso convencional, totalizou o valor de R\$ 18.805,78 conforme ilustrado na tabela 1.

Tabela 1 – Orçamento para a implementação da cisterna

MATERIAIS	VALORES
Cisterna horizontal de 20.000 L	R\$ 15.435,00
Bomba de meio cavalo 220 V	R\$ 2.588,49
Filtro clorador	R\$ 389,99
Filtro separador de partículas	R\$ 392,30
Total	R\$ 18.805,78

Fonte: Mercado livre, 2020.

Em visitas *in loco*, realizaram-se levantamento de dados detalhados, análise das plantas baixas, coleta de medições em campo, informações obtidas com os proprietários tirando-se dúvidas e orientações, conforme o quadro 1.

Quadro 1 – Dados coletados no colégio Cecafe para base de cálculos.

ITENS	QUANTIDADE
Alunos	450 pessoas
Professores	40 pessoas
Funcionários	40 pessoas
Banheiros Femininos	6 unidades
Banheiros Masculinos	5 unidades
Área do telhado da quadra	618 m ²
Área do telhado bloco 3	283 m ²
Área do telhado bloco 4	266 m ²
Área do telhado refeitório	176 m ²
Área de lavagem total	1.150 m ²
Área de irrigação	460 m ²

Fonte: Dos próprios autores, 2018.

O quadro 1 representa os dados coletados e informações da quantidade de pessoas e estruturas já existentes, como banheiros, pátios e refeitórios, medições de áreas para captação de água e local das áreas de consumo no colégio. O número de banheiros é a quantidade de vasos sanitários que serão atendidos nos prédios 2 e 3. O número total de pessoas no colégio é

de 530, porém, para o dimensionamento de consumo, foi considerado um total de 600 pessoas, devido ao número de pessoas que possam vir a fazer parte do cotidiano do colégio. Estes dados são necessários para determinar o volume do reservatório, volume consumido e disponibilidade de água para a viabilidade do sistema a ser implantado.

O consumo mensal calculado no colégio referente à utilização de água pluvial é de, aproximadamente, 80 m³/mês. O reservatório escolhido para o armazenamento de água pluvial tem a dimensão de 20 m³, esse volume é suficiente para manter a demanda de consumo por um período de 7 dias e atende à área disponível para implantação da cisterna. Assim, com o uso da água da chuva, o colégio terá uma economia de 25% na fatura, já no primeiro mês de funcionamento, e também diminui o escoamento superficial de água, antes lançada na rua.

Dessa maneira, durante um período de 9 meses, o sistema eliminará a despesa de água no colégio, com base nos índices de precipitação de cada mês pela área de captação. O quadro 3, a seguir, mostra o volume de água captada, mensalmente, no colégio em relação ao nível de precipitação e à demanda necessária, conforme mostrado na tabela 2 abaixo:

Tabela 2 – Capacidade do reservatório para atender a demanda mensal pelo Método de Rippl

Coeficiente de Runoff (CR) =		0,9	-	-	-	-	-
Meses	Volume de Chuva	Consumo do Colégio	Área de Captação	Volume Captado	Volume no Sistema	Volume necessário para Demanda	Situação do Reservatório
-	(mm)	(m ³)	(m ²)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	-
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8
Janeiro	223,72	80	1343	270	-190	0	E
Fevereiro	137,76	80	1343	167	-87	0	E
Março	195,61	80	1343	236	-156	0	E
Abril	67,4	80	1343	81	-1	0	E
Mai	66,7	80	1343	81	-1	0	E
Junho	53,06	80	1343	64	64	16	D
Julho	17,72	80	1343	21	21	59	D
Agosto	11,18	80	1343	14	14	66	D
Setembro	71,88	80	1343	87	-7	0	E
Outubro	90,05	80	1343	109	-29	0	E
Novembro	128,35	80	1343	155	-75	0	E
Dezembro	194,28	80	1343	235	-155	0	E
Total	1257,71	960	-	1520	Volume =	141 m³	-

Fonte: Silva, 2018 (adaptado pelos autores).

O nível de água no reservatório pode ser acompanhado na coluna 8, onde as letras E e D significam: água escoando pelo extravasor e água em déficit, respectivamente, indicando o excedente e a falta de água para abastecimento.

A tabela 2 representa o funcionamento do sistema de captação ao longo do ano, onde a coluna 2 representa a precipitação média mensal em milímetros dos últimos 9 anos do município de Santa Fé do Sul com total de 1.257,71 mm. O consumo do colégio, na coluna 3, refere-se ao valor de água necessária para suprir o abastecimento no colégio e, posteriormente, a coluna 4 representa a área de projeção do telhado no colégio, cuja medida é em metros quadrados dimensionando a área de captação de água da chuva. A coluna 5 descreve o volume de água captado e obtido através da precipitação de chuva multiplicado pela área de captação e pelo coeficiente de Runoff, sendo 10% de perda do volume captado por evaporação e absorção do telhado e dividindo-se por 1.000 para que o resultado do volume seja em metros cúbicos.

O volume captado referente ao mês de janeiro é obtido pela equação:

$$Vol. \text{ captado} = (273,72mm \times 1.343m^2 \times 0,90) / 1000 = 270 m^3$$

A coluna 6 representa o volume de água que passa pelo sistema, os valores negativos indicam que há excesso de água e os valores positivos indicam que o consumo do colégio supera o volume captado. A coluna 7 refere-se ao volume necessário para atender à demanda do colégio, no entanto, os meses de junho, julho e agosto não atenderão à demanda necessária, totalizando um déficit de 141m³, pela baixa precipitação no período.

Segundo Bertolini, Gris e Johann (2017), os resultados obtidos demonstraram que a implantação de cisterna nas áreas rurais no município de Palotina-PR não apresentou oportunidade de economia visto que seu retorno financeiro estimado foi de 13 anos e 5 meses, e, para a instalação desse sistema de captação de água pluvial com capacidade de armazenamento de 75 m³, teve um custo de R\$ 14.095,00. No entanto, o sistema é considerado favorável quando relacionado ao impacto ambiental, como uma fonte alternativa de água, colaborando com a preservação da água potável disponível.

Os autores apontaram algumas vantagens no uso dessa técnica como: o impacto na variável ambiental, visto que, para a realização de atividades agrícolas, na limpeza de áreas e estruturas, não há necessidade do uso de água potável com a relação do uso da água retirada de um corpo hídrico sujeito à cobrança pelo uso desse recurso, instituída pela Lei Federal 9.433

de 8 de janeiro de 1997, que a caracteriza como um recurso natural limitado, atribuído com valor econômico (BRASIL, 1997).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aproveitamento de água no colégio, utilizando o sistema de cisterna, é eficiente na redução do consumo final de água potável e no custo benefício, deixando de utilizar cerca de 720.000 litros ao ano de água de tratamento para abastecimento público, dessa maneira, evitando o desperdício de água potável para atividades que não demandam de água devidamente tratada e também diminui o lançamento de água pluvial.

O projeto é simples e economicamente viável e proporciona um retorno financeiro em um prazo de 7 anos, com a redução de 25 % do valor da tarifa paga à concessionária, além de ser um sistema de engenharia alternativo e sustentável, que respeita a natureza e contribui para preservação e manutenção da vida e do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12214**: Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público – Procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: Requisitos – Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

BRAGA, B. *et al.* **Introdução à engenharia ambiental**: o desafio do desenvolvimento sustentável. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. **Articulação semiárido brasileiro – ASA**. Brasil. 2015. Disponível em: <<http://www.asabrasil.org.br/acoes/p1mc>>. Acesso em: 11 de ago. 2018.

BRASIL. Fundação Nacional da Saúde (FUNASA). **Manual de saneamento**. Brasília, DF. Fundação Nacional da Saúde, 2006.

BRASIL, **Lei Federal 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm. Acesso em: 15ago. 2020.

BRASIL, **Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Disponível em:

http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html. Acesso em: 26 ago. 2020.

BERTOLINI, G. R. F.; GRIS, V. G. C.; JOHANN, J. A. **Cisternas rurais: viabilidade econômica e percepção de agricultores do município de Paloina - PR.** Presidente Prudente. 2017. Disponível em: <http://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/viewFile/4755/3876>. Acesso em: 10 maio 2020.

CANDIOTTO, L. Z. P.; GRISA, F. F.; SCHIMITZ, L. A. **Considerações sobre a experiência de construção de cisternas em Unidades de Produção e vida Familiares (UPVFs) do município de Francisco Beltrão – Paraná.** Presidente Prudente. 2015. Disponível em: <http://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/viewFile/3119/3134>. Acesso em: 19 set. 2018.

CARVALHO, A. R.; OLIVEIRA, M. V. C. **Princípios básicos do saneamento do meio.** 10 ed. São Paulo, SP: SENAC, 2010.

GIACCHINI, M. O método de Rippl para dimensionamento de reservatórios de sistemas de aproveitamento da água de chuva. *In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC.* P. 681-685, 2016. Disponível em: <http://confea.org.br/sites/default/files/uploads-imce/contecc2016/civil/o%20m%C3%A9todo%20de%20ripl%20para%20dimensionamento%20de%20reservat%C3%B3rios%20de%20sistemas%20de%20aproveitamento%20da%20C3%A1gua%20de%20chuva.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2018.

GUINDANI, A. M. **Estudo de viabilidade econômica da implantação do sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais em edificação residencial em Estrela-RS.** (Trabalho de Conclusão de Curso), Lageado-RS, 2016. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/1407/1/2016AdrianoMarcosGuindani.pdf>. Acesso em: 08 de set. 2018.

HELMREICH, B.; HORN, H. Opportunities in Rainwater Harvesting. **Desalination**, v. 248, n. 1/2, p. 118-124, 2009. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001191640900575X> *apud* BERTOLINI, G. R. Flor; GRIS, V. G. C.; JOHANN, J. A. **Cisternas rurais: viabilidade econômica e percepção de agricultores do município de Paloina - PR.** Presidente Prudente, v.20, n.37, maio/ago. 2017. Disponível em: <http://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/viewFile/4755/3876>. Acesso em: 10 mai. 2020.

KOBIYAMA, M.; CHECCHIA, T.; SILVA, R. V. da. **Tecnologias alternativas para aproveitamento de águas.** Florianópolis: UFSC/CTC/ENS, 2005. Disponível em: <http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/TAAA.pdf>. Acesso em: 01 de set. 2018.

MERCADO LIVRE. **Cisterna.** Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1379279322-cisterna-subternea-20000-litros-adequada-para-enterrar-_JM?quantity=1#position=5&type=item&tracking_id=00f4be36-0c56-45e3-af6f-07efd8744e09. Acesso em: 6 ago. 2020.

MERCADO LIVRE. **Filtro para coleta água da chuva laranja.** Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-716728168-filtro-para-coleta-agua-da-chuva->

laranja-cloradorincluso_JM?searchVariation=18030974952&quantity=1&variation=18030974952#searchVariation=18030974952&position=1&type=item&tracking_id=d5f558fd-845a-46f2-b99c-0d62e7b16bbd. Acesso em: 03 jan. 2021.

MERCADO LIVRE. **Filtro separador de folhas para água da chuva em cisternas.** Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1533524988-filtro-separador-de-folhas-para-agua-da-chuva-em-cisternas-_JM?quantity=1#position=4&type=item&tracking_id=ccfa8d44-3557-4706-8e9a-81e663b4762e. Acesso em: 03 jan. 2021.

MERCADO LIVRE. **M.BOMBA.** Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-930331752-mbomba-centrif-submersivel12cv-trif-recalq2pol-motomil-_JM?quantity=1#position=7&type=item&tracking_id=99f480b3-93a4-4545-bb99-c95629df68a0. Acesso em: 03 jan. 2021.

SAAE - **Serviço Autônomo de Água, Esgoto e Meio Ambiente.** Disponível em: <https://saaeambientalsantafe.sp.gov.br/>. Acesso em: 20 de jun. 2018.

SHAMMAS, N. K.; WANG, L. K. **Abastecimento de água e remoção de resíduos.** 3. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2013.

SILVA, J. **Dimensionamento de reservatório de água da chuva pelo método de Rippl.** 2018. Disponível em: <https://maisengenharia.altoqi.com.br/hidrossanitario/dimensionamento-de-reservatorio-de-agua-da-chuva-pelo-metodo-de-ripppl/>. Acesso em: 02 jul. 2018.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto.** São Paulo: Editora. 2014.