

# Estudo de viabilidades técnica e socioambiental de um sistema de aproveitamento de água de chuva no *campus* do IFMG em Ouro Preto

**Liliam Ferreira Cunha de Melo<sup>1</sup>, Paulo de Castro Vieira<sup>2,\*</sup>**

<sup>1</sup>Mestre em Sustentabilidade Sócioeconômica Ambiental. Arquiteta no Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), 35400-000, Ouro Preto/MG, Brasil

<sup>2</sup>Docente Departamento de Engenharia Urbana e do Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade Sócioeconômica Ambiental (PPGSSA). Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), 35400-000, Ouro Preto/MG, Brasil

E-mail: paulovieira@ufop.edu.br

Submetido em: 09 nov. 2024. Aceito em: 17 jan. 2025

## Resumo

Este trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade de um Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva em duas edificações do Instituto Federal de Minas Gerais, Ouro Preto, considerando aspectos técnicos e socioambientais. Baseado nos dados obtidos em campo, realizou-se o pré-dimensionamento de um sistema por meio do método de simulação de reservatórios, visando a avaliação técnica para fins não potáveis. A avaliação socioambiental se baseou no estudo de impactos em potenciais por meio do método de matrizes de interação. Os resultados indicaram que a implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva é tecnicamente viável ao adotar reservatórios de modelo apoiado, com capacidade de 100 m<sup>3</sup> e atendimento de até 67% das demandas de descargas sanitárias. Com relação aos aspectos socioambientais, agregou valores positivos significativos ao sistema de abastecimento, tais como o atendimento as diretrizes do plano diretor, a preservação do manancial utilizado e a manutenção de água em tempos de escassez. Concluiu-se que a metodologia utilizada foi eficaz na identificação dos impactos e análise da viabilidade socioambiental, e que a implantação deste sistema configura uma tecnologia passível de contribuir para a economia de água potável no *campus*, mediante a redução do seu uso para fins menos nobres.

**Palavras-chave:** Abastecimento de água, Alternativa, Viabilidade.

## Abstract

### ***Technical and socio-environment viability study of a rainwater harvesting system on the IFMG campus in Ouro Preto***

This study aimed to evaluate the viability of a Rainwater Harvesting System in two buildings of the Instituto Federal de Minas Gerais, Ouro Preto, considering technical and socio-environmental aspects. Based on data obtained in the field, a pre-dimensioning of a system was carried out using the reservoir simulation method, aiming at the technical evaluation for non-potable purposes. The socio-environmental evaluation was based on the study of potential impacts using the interaction matrix method. The results indicated that the implementation of the

rainwater harvesting system is technically feasible when adopting supported model reservoirs, with a capacity of 100 m<sup>3</sup> and meeting up to 67% of the sanitary flushing demands. Regarding socio-environmental aspects, it added significant positive values to the supply system, such as compliance with the guidelines of the master plan, preservation of the source used and maintenance of water in times of scarcity. It was concluded that the methodology used was effective in identifying impacts and analyzing socio-environmental viability, and that the implementation of this system represents a technology capable of contributing to saving drinking water on campus, by reducing its use for less noble purposes.

**Keywords:** Water supply, Alternative, Viability.

## Introdução

A disponibilidade de água tem sido uma das questões socioambientais mais discutidas em todo o mundo. O Brasil, mesmo sendo um país privilegiado quanto a este recurso, tem sofrido com o elevado consumo de água, a poluição ambiental, as alterações climáticas e o aumento populacional, dentre outros fatores, e vem revelando indícios de escassez ao longo dos anos (Manzi, 2018). Há alguns anos, eventos dessa natureza têm se acentuado em regiões metropolitanas do país, devido a fatores como o crescimento desordenado das cidades, o que intensifica a degradação dos corpos hídricos (Cruz; Mierzwa, 2020).

Em contribuição à busca pelo equilíbrio entre demanda e disponibilidade, o aproveitamento de água da chuva é uma opção viável dependendo do contexto em que se realiza. Para Manzi (2018), a utilização da água das chuvas previne o desperdício, contribui para preservar os recursos naturais, evita inundações em meios urbanos e reduz o risco de enchentes. No caso de Ouro Preto, município onde se localiza o *campus* do IFMG, objeto de estudo desta pesquisa, entre os riscos de maior ocorrência nos períodos chuvosos, se destacam os deslizamentos. Por estes e outros motivos, estudos de captação e aproveitamento de água de chuva têm sido realizados em instituições federais de ensino como na UFOP (Oliveira, 2008), UFAM (Morais, 2017), dentre outras, e tem-se constatado as viabilidades de implantação destes

sistemas em seus campi, assim como em outras tipologias de edificações.

O aspecto socioambiental é importante ao se considerar a implantação de um Sistema de Aproveitamento de Chuva - SAAC, em uma instituição de ensino. Este sistema pode configurar um elemento para ações educativas e socioambientais na comunidade acadêmica, através do estímulo ao uso de tecnologias e práticas sustentáveis. Segundo Lumikoski e Gurski (2010), a escola deve ser responsável pela transformação social que promoverá mudanças ambientais a partir da conscientização crítica da comunidade. As instituições de ensino são espaços propícios para a reflexão sobre os problemas ambientais e a escolha pelo aproveitamento da água da chuva nestes ambientes se transforma em uma ferramenta de conscientização dos alunos sobre a crise hídrica, de acordo com Tugoz (2017).

Ademais, o estudo de viabilidade ambiental é de total relevância em casos de tomada de decisão com vistas à implementação de projetos e empreendimentos. Ele deve fazer parte do planejamento das ações antrópicas que possam causar impactos ao meio ambiente e se encontra atrelado às viabilidades técnica e econômica do projeto (Montaño; Ranieri, 2012).

Diante do exposto, entende-se que a substituição de água potável pela água de chuva para fins menos nobres em uma instituição de ensino, como um campo

universitário, com o uso em descargas sanitárias, poderá favorecer o abastecimento da instituição e o meio ambiente. Logo, este trabalho teve como propósito avaliar a viabilidade de um Sistema Aproveitamento de Água de Chuva (SAAC) em duas edificações do Instituto Federal de Minas Gerais *campus* Ouro Preto (IFMG-OP), contemplando quesitos técnicos e socioambientais, para usos não potáveis, como às bacias sanitárias.

## Metodologia

### Área de estudo

Os objetos de estudo foram duas edificações de salas de aulas do IFMG-OP (prédios 01 e 02), Pavilhão de Edificações e Pavilhão de Segurança do Trabalho, com características similares, que terão as descargas sanitárias abastecidas pela água de chuva, e uma edificação (prédio 03), Pavilhão de Prática de Obras, cujos telhados constituirão áreas de captação, apenas para fornecer água de chuva para a edificação que se encontra em nível abaixo, conforme a Figura 1.



**Figura 1.** Vista aérea das edificações utilizadas neste estudo.

Ressalta-se que o IFMG-OP possui um sistema de abastecimento próprio, denominado Sistema de Abastecimento de Água do IFMG *campus* Ouro Preto, SAA-IFMG-OP, no qual a água é captada de um córrego situado no Parque Estadual do Itacolomi e segue por adutoras em conduto forçado por gravidade

até o *campus*, e cujo tratamento é a filtração e desinfecção (Rezende et al., 2013).

### Análise de viabilidade técnica

As áreas de captação de água de chuva consideradas foram os telhados do Pavilhão de

Edificações e Pavilhão de Segurança do Trabalho (Figura 1) os quais são de telhas metálicas tipo trapezoidal. Como são coberturas muito extensas, considerou-se apenas parte da cobertura no SAAC, denominada área útil, cujas calhas pendiam para a mesma direção.

Os índices pluviométricos, cuja precipitação média anual das médias dos últimos 30 anos é 1563 mm, foram obtidos no Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) em 2020.

Os dados de regime pluviométrico de Ouro Preto foram fornecidos pela Defesa Civil e coletados pelo CEMADEN, sendo selecionadas duas séries históricas: a primeira localizada na estação do Pilar, hoje desativada, referentes ao período de 1991 a 2013; já a segunda, localizada no interior do campus do IFMG (latitude -43,502; longitude -20,396), referente ao período de 2014 a 2020. As duas estações estão localizadas entre si aproximadamente 1,2 quilômetros em linha reta. Destaca-se que entre as duas estações não existem características espaciais (naturais ou antrópicas) diferenciadas.

A previsão de consumo de água não potável é um dos passos principais para elaboração de um SAAC e deve considerar o número de usuários, os usos e a frequência (Tomaz, 2010). Para esta pesquisa foi considerado o uso e quantidade de água de chuva para fins não potáveis, exclusivamente nas descargas das bacias sanitárias das duas edificações.

Mediante as possibilidades de linhas de escoamento, o SAAC adotado seguiu a linha hidráulica mista de recalque mais gravidade para os dois prédios, devido à implantação deles e às suas características estruturais similares.

Para o pré-dimensionamento dos reservatórios de acumulação foi aplicado o método de Análise de Simulação, utilizando planilha eletrônica, cujo volume disponível foi obtido por meio dos dados de

precipitação, área de captação e dos coeficientes  $C=0,9$  para telhas metálicas e  $\eta=0,85$ , conforme a Equação 1, recomendada pela NBR 15.527 (ABNT, 2019):

$$V_{disp} = P * A * C * \eta \quad (1)$$

$V_{disp}$ : volume disponível anual, mensal ou diário de água de chuva, em litros;

P: precipitação média anual, mensal ou diária, em mm;

A: área da superfície de coleta, em m<sup>2</sup>;

C: coeficiente de escoamento superficial da cobertura, *runoff*;

$\eta$ : eficiência do sistema de captação, considerando o dispositivo de descarte de sólidos e desvio de escoamento inicial. É recomendado o uso do valor 0,85 quando os dados não são fornecidos pelo fabricante ou estimado pelo projetista.

A multiplicação de  $C * \eta$  resultou em  $C=0,765$ , coeficiente adotado para os cálculos do volume disponível.

O método de Análise da Simulação permite determinar a eficiência do sistema relacionando os períodos em que o reservatório está cheio o suficiente com todo o período da simulação. É um método que traz resultados ponderados em função das condições locais, permitindo a escolha do volume desejado do reservatório e com confiança apropriada, conforme Tomaz (2003) *apud* Cunha (2019).

Para esta pesquisa foi considerado o uso da água para fins não potáveis, exclusivamente para descargas das bacias sanitárias das duas edificações receptoras. O SAAC foi projetado com dispositivo de descarte da primeira água, seguindo a recomendação da NBR 15.527 (ABNT, 2019), conforme indica Da Silva et al. (2019), Manzi (2018) e Moraes (2017), além de uma bomba de recalque do tipo submersa e desinfecção com cloro.

## Análise de viabilidade socioambiental

A análise de viabilidade socioambiental foi desenvolvida por meio do método de matrizes de interação, originárias da Matriz de Leopold, utilizadas, geralmente, em estudos de impactos ambientais (Sánchez, 2013). A construção das matrizes se baseou no levantamento de ações potencialmente impactantes e dos fatores dos meios (bióticos, abióticos, antrópicos e político-institucional), listados nas colunas e nas linhas, respectivamente. A partir de então, assinalou-se as possíveis interações para identificação dos impactos, como mencionado por Cremones et al. (2014). Ressalta-se que as matrizes elaboradas nesta pesquisa passaram por adaptação, visto que não foi observado na literatura pesquisada matrizes específicas para o caso em questão.

Para a simulação foram considerados dois cenários: (1) o cenário atual de abastecimento de água próprio, sem o SAAC; e (2) o cenário atual com à utilização do SAAC. A aplicação do método consistiu em construir matrizes de interação que relacionam os fatores ambientais e sociais com as atividades de manutenção e de projeto. Para construção das matrizes foram consideradas as ações relativas às etapas do projeto do SAAC, quais sejam, (1) planejamento, (2) implantação, além de (3) operação e manutenção que atendam os dois cenários, e lançadas nas colunas. Em seguida, foram levantados os fatores dos meios abiótico, biótico, antrópico e político-institucional relacionados ao abastecimento e ao SAAC e lançados nas linhas.

A partir da edição das matrizes, foi possível verificar as interações entre as ações e os fatores do meio e identificar os impactos em potencial que podem ser gerados ao meio ambiente, desde a área de captação de água do IFMG-OP à distribuição, na ocupação territorial do *campus*, na saúde e bem-estar da comunidade acadêmica, além das repercussões e desdobramentos sociais, tais como alterações na disponibilidade de água e educação ambiental. Os impactos observados foram caracterizados como

positivos, quando benéficos ao fator socioambiental correspondente, e negativos, quando adversos. De acordo com Sánchez (2013), o levantamento do maior número de impactos, mesmo aqueles de ocorrência indeterminada, é ação relevante para iniciar o estudo ambiental.

Em seguida, realizou-se uma avaliação sobre o grau de interferência destes impactos no fator ambiental correspondente por meio das classificações: pequena interferência (PI) ou alta interferência (AI). Utilizou-se um modelo cromático de matriz, em que as cores verde escuro e verde claro se referem aos impactos positivos e vermelho e laranja se referem aos impactos negativos. Este modelo permite maior clareza à visualização dos resultados, além de apresentar a dinâmica e a predominância dos impactos em cada etapa da matriz (colunas) e em cada meio (linhas).

Conforme Sánchez (2013), a avaliação é passível de contestação visto que se baseia numa interpretação subjetiva, mas eficiente para estudos preliminares de implantação de projetos. Ademais, o conhecimento do projeto, seus componentes e suas ações correspondentes são fatores importantes para a identificação assertiva dos possíveis impactos ambientais.

## **Resultados e Discussão**

Os resultados obtidos são apresentados em duas seções: a análise de viabilidade técnica e a análise de viabilidade socioambiental.

### **Análise de viabilidade técnica**

O balanço hídrico do abastecimento de água foi feito a partir da verificação da disponibilidade de água de chuva e da demanda mensal de água nas bacias sanitárias dos prédios estudados. Para tal, as áreas úteis de captação consideradas foram 668,65 m<sup>2</sup> para

o Pavilhão de Edificações e 510,38 m<sup>2</sup> para o Pavilhão de Segurança do Trabalho.

O consumo tratado neste estudo se resumiu ao uso específico nas bacias sanitárias dos banheiros das edificações selecionadas equivalente a 6,6 L/pessoa/dia. A frequência de descargas por pessoa por dia, estimada por Tomaz (2010), em escolas fundamentais ou superior é 2 vezes por dia. Porém, considerando que os alunos permanecem durante um turno apenas nos prédios em tela, será utilizada a frequência média de descarga de 1 vez ao dia por pessoa.

Considerando o período de 22 dias por mês, a demanda mensal do Pavilhão de Edificações resultou em 66 m<sup>3</sup> de água, para uma população intermitente de 456 usuários, e em 45 m<sup>3</sup> do Pavilhão de Segurança do Trabalho, para 308 usuários.

O potencial de disponibilidade de água de chuva foi obtido utilizando-se a Equação 1 e a unidade metro cúbico (m<sup>3</sup>). Os volumes disponíveis são apresentados na Figura 2.

A cobertura do Pavilhão de Prática de Obras (nível 0,00) fornece água de chuva para o Pavilhão de Edificações (nível -3,00), e esse, por sua vez, fornece para o Pavilhão de Segurança do Trabalho (nível -6,00), visto que um se localiza em platô inferior ao outro, aproximadamente três metros e meio, conforme apresentado na Figura 3.

Conforme os dados obtidos, o volume disponível de água de chuva do Pavilhão de Prática de Obras, que abastecerá o Pavilhão de Edificações, tem um potencial mensal médio calculado em 66,65 m<sup>3</sup> e poderá suprir o consumo mensal de água para fins não potáveis de até 459 pessoas. Já o Pavilhão de Edificações, que abastecerá o Pavilhão de Segurança do Trabalho, tem um potencial mensal médio de 50,87 m<sup>3</sup> e poderá suprir 350 pessoas (Tabelas 1 e 2). Constatou-se que a água pluvial estimada é suficiente para atender a população dos prédios para a finalidade a que se propõe.

O volume de reservatório obtido para regularizar a demanda do Pavilhão de Edificações equivale a 305 m<sup>3</sup> e o volume para o Pavilhão de Segurança do Trabalho equivale a 195 m<sup>3</sup>, o que indica um *overflow* (volume de água excedente) igual a zero. Visto resultar em grandes volumes, adotou-se a reservação de 100 m<sup>3</sup> que atende a 58% da demanda das descargas sanitárias do Pavilhão de Edificações, isto é, sete meses no ano. O volume de 100m<sup>3</sup> atende a 67% da demanda do Pavilhão de Segurança do Trabalho, que equivale a oito meses no ano.

Cunha e Couto (2020) simularam reservatórios com volumes inferiores aos consumos mensais de água nas descargas sanitárias, contudo obtiveram atendimentos superiores, proporcionalmente, aos resultados obtidos para os prédios do IFMG, que chegaram a 94%.

Com base nos resultados, conclui-se que o aproveitamento de água de chuva em bacias sanitárias nos dois prédios estudados é viável, tendo em vista o potencial de economia de água potável e o atendimento ao que foi proposto no estudo. A análise de simulação permitiu avaliar o comportamento dos reservatórios e os índices de desempenho do SAAC, conforme esclareceu Brandão e Marcon (2018).

O volume adotado dos reservatórios de acumulação para a primeira etapa de implantação do SAAC é de 100 m<sup>3</sup>. Ou seja, o atendimento será parcial, com necessidade de suprimento externo em alguns meses. A proposta é a implantação de 5 unidades de reservatórios em poliéster reforçado em fibra de vidro (PRFV) com volume de 20 m<sup>3</sup> cada.

Quanto ao descarte das primeiras águas da chuva ou desvio para outros usos, Andrade Neto (2013) aponta como importante barreira física sanitária que permitirá apenas a água mais pura seguir para a reservação. E ressalta a necessidade de aprimorar os dispositivos automáticos de descarte, assim como, viabilizá-los financeiramente.

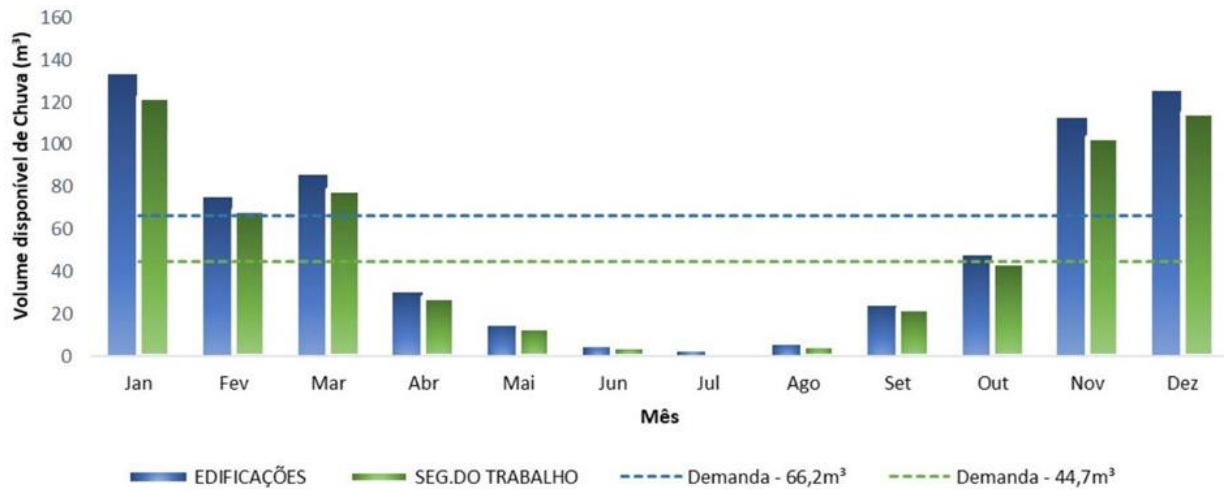


Figura 2. Volume médio mensal de água de chuva potencial para os Pavilhões.

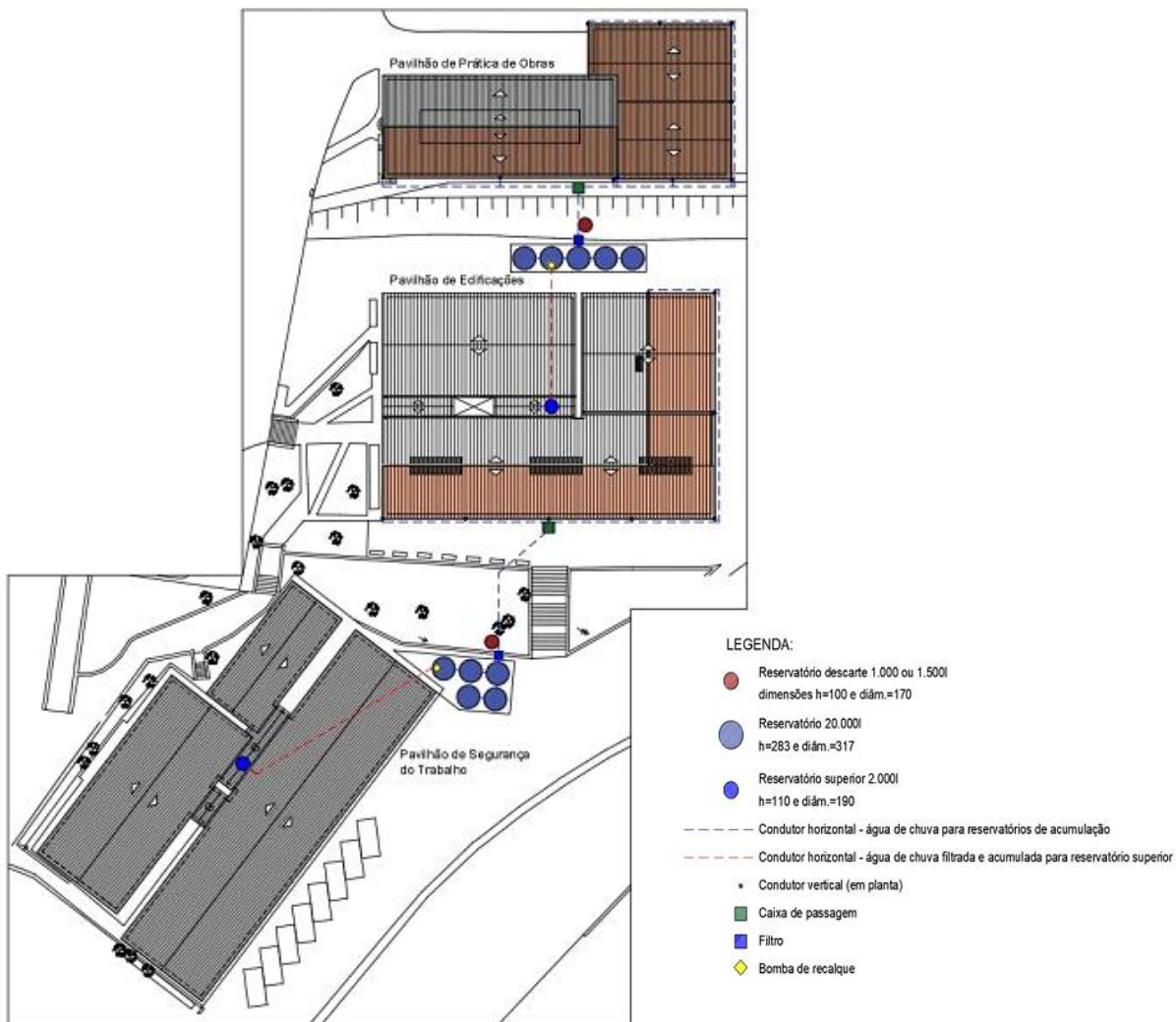


Figura 3. Implantação dos componentes dos SAAC nos pavilhões adotados neste estudo.

**Tabela 1.** Análise de Simulação aplicada ao Pavilhão de Edificações.

Mês	Chuva média (mm)	Demanda mensal Constante (m <sup>3</sup> )	Área de Captação (m <sup>2</sup> )	Volume disponível de Chuva (m <sup>3</sup> )	Volume Fixado do Reservatório (m <sup>3</sup> )	Volume do Reservatório em t-1 (m <sup>3</sup> )	Volume do Reservatório em t (m <sup>3</sup> )	Overflow (m <sup>3</sup> )	Suprimento externo de água (m <sup>3</sup> )
	<b>P (t)</b>	<b>D (t)</b>	<b>A</b>	<b>Qt</b>	<b>V</b>	<b>S(t-1)</b>	<b>St</b>	<b>Ov</b>	<b>S</b>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
Jan	313,34	66,2	668,65	160,28	305	0	305	0	0
Fev	177,45	66,2	668,65	90,77	305	305	305	24,57	0
Mar	201,74	66,2	668,65	103,19	305	305	305	36,99	0
Abr	72,07	66,2	668,65	36,87	305	305	275,67	0	0
Mai	35,29	66,2	668,65	18,05	305	275,67	227,52	0	0
Jun	11,53	66,2	668,65	5,9	305	227,52	167,22	0	0
Jul	7,26	66,2	668,65	3,71	305	167,22	104,73	0	0
Ago	13,84	66,2	668,65	7,08	305	104,73	45,61	0	0
Set	57,69	66,2	668,65	29,51	305	45,61	8,92	0	0
Out	113,29	66,2	668,65	57,95	305	8,92	0,67	0	0
Nov	265,14	66,2	668,65	135,62	305	0,67	70,09	0	0
Dez	295,05	66,2	668,65	150,92	305	70,09	154,81	0	0
<b>Total:</b>	<b>1563,69</b>	<b>794,4</b>		<b>799,85</b>				<b>61,56</b>	<b>0</b>

Fonte. Autora, 2021.

**Tabela 2.** Análise de Simulação aplicada ao Pavilhão de Segurança do Trabalho.

Mês	Chuva média (mm)	Demanda mensal Constante (m <sup>3</sup> )	Área de Captação (m <sup>2</sup> )	Volume disponível de Chuva (m <sup>3</sup> )	Volume Fixado do Reservatório (m <sup>3</sup> )	Volume do Reservatório em t-1 (m <sup>3</sup> )	Volume do Reservatório em t (m <sup>3</sup> )	Overflow (m <sup>3</sup> )	Suprimento externo de água (m <sup>3</sup> )
	<b>P (t)</b>	<b>D (t)</b>	<b>A</b>	<b>Qt</b>	<b>V</b>	<b>S(t-1)</b>	<b>St</b>	<b>Ov</b>	<b>S</b>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
Jan	313,34	44,7	510,38	122,34	195	0	195	0	0
Fev	177,45	44,7	510,38	69,28	195	195	195	24,58	0
Mar	201,74	44,7	510,38	78,77	195	195	195	34,07	0
Abr	72,07	44,7	510,38	28,14	195	195	178,44	0	0
Mai	35,29	44,7	510,38	13,78	195	178,44	147,52	0	0
Jun	11,53	44,7	510,38	4,5	195	147,52	107,32	0	0
Jul	7,26	44,7	510,38	2,83	195	107,32	65,45	0	0
Ago	13,84	44,7	510,38	5,4	195	65,45	26,15	0	0
Set	57,69	44,7	510,38	22,52	195	26,15	3,97	0	0
Out	113,29	44,7	510,38	44,23	195	3,97	3,5	0	0
Nov	265,14	44,7	510,38	103,52	195	3,5	62,32	0	0
Dez	295,05	44,7	510,38	115,2	195	62,32	132,82	0	0
<b>Total:</b>	<b>1563,69</b>	<b>536,4</b>		<b>610,51</b>				<b>58,65</b>	<b>0</b>

Fonte: Autora, 2021.



A linha adotada para o SAAC dos pavilhões será constituída da cobertura da edificação adjacente (área de captação fornecedora), filtro autolimpante para detritos maiores, condutores, caixa de passagem, reservatório de descarte, reservatório de acumulação de modelo apoiado, dispositivo de cloração, bomba de recalque e reservatório superior.

Em análise às características do entorno e em função da captação de água por edificação em nível acima, entre os três modelos de reservatório analisados (apoiado, enterrado e concreto *in loco*), o primeiro se mostrou mais adequado para o SAAC dos prédios. Os demais modelos poderiam onerar sua instalação visto que, o tipo enterrado demandaria um processo de escavação mecânica em terreno de canga, material de 3ª categoria,

Quanto ao dimensionamento dos reservatórios de acumulação, o método de Análise de Simulação se mostrou eficaz. Na análise de Nogueira, Marinho e Ferreira (2021) o método de simulação apresentou volumes de reservatórios iguais a 395 m<sup>3</sup> e 505 m<sup>3</sup> para demandas anuais de 956,62 m<sup>3</sup> e 1.224,51 m<sup>3</sup>, respectivamente, de uma instituição de ensino em Belo Horizonte, valores aproximados, proporcionalmente, aos resultados obtidos para os prédios estudados. Verificou-se que são grandes volumes de reservatórios que demandam áreas extensas para sua instalação, observadas nesta pesquisa com o intuito de verificar a viabilidade técnica de implantação do SAAC. Cunha e Couto (2020) destacam a importância de considerar a demanda de água para determinar o volume do reservatório a fim de evitar sua maximização.

Na análise comparativa de métodos de dimensionamento de reservatórios para um hospital do Rio de Janeiro, Souza (2015) concluiu que o método Azevedo Neto ou o método Simulação apresentaram valores mais próximos da demanda estimada de água para fins não potáveis,

considerando grandes reservatórios (aproximadamente 40 m<sup>3</sup>), que são os mais indicados para esta região que possui uma pluviosidade considerável.

## **Análise de viabilidade socioambiental**

A análise de viabilidade socioambiental teve como propósito levantar os potenciais impactos socioambientais gerados pela manutenção do sistema de abastecimento de água do *campus* atual por captação própria e a implantação do SAAC nas edificações selecionadas.

As matrizes de interação foram construídas a partir dos dados levantados e ambas se referem às duas edificações simultaneamente, visto a similaridade de suas características estruturais e da linha de SAAC adotada. Os resultados obtidos referentes ao cenário 1 de abastecimento atual estão apresentados no Quadro 1.

A segunda matriz de interação aborda o cenário 2, o qual se refere à manutenção do abastecimento de água próprio do *campus* associado à implantação e utilização dos SAACs nas edificações selecionadas. A matriz é apresentada no Quadro 2. Destaca-se que a matriz apresentou mais impactos positivos (16) do que negativos (10).

A matriz do cenário 1 apresentou mais impactos positivos (28), cuja maioria é de alta interferência, e menos negativos (24), cuja maioria é de baixa interferência. Entretanto, a classificação como positivo ou negativo não denota a significância dos impactos. Ressalta-se que a avaliação considerou a operação e a manutenção do sistema de IFMG-OP como realizadas de forma adequada pela instituição, a despeito da irregularidade quanto à outorga da água. Conforme apresentado por Sánchez (2013), o levantamento do maior número de impactos, mesmo aqueles de ocorrência indeterminada, é ação relevante para iniciar o estudo ambiental.

Na etapa de operação e manutenção, os impactos em potencial obtidos indicam que a manutenção e o monitoramento das instalações do SAA-IFMG-OP, inclusive da barragem e da área de captação, podem preservar o meio ambiente, evitar danos aos componentes do sistema, prezando pelo seu bom funcionamento, além de manter a qualidade e a quantidade da água disponibilizada à comunidade acadêmica. São as ações que mais geram impactos positivos.

Quanto aos impactos negativos, estes são provenientes, em parte, da utilização do manancial de maneira exclusiva pelo IFMG-OP e com destinação da água para fins potáveis e não potáveis, o que pode interferir na disponibilização de água do município, visto a escassez de mananciais na região. E ainda, há os impactos negativos oriundos do não atendimento às diretrizes ambientais, sanitárias e do Plano Diretor do *campus*. Estes se apresentam como impactos de grande significância, devido principalmente à sua abrangência social.

Ao considerar os eventos levantados como ações externas ao SAA, há também possíveis impactos negativos, tais como a contaminação da água do manancial, os prejuízos na área da captação, solo e habitats e, por consequência, as possíveis interferências na água que abastece o *campus* e atende toda a comunidade escolar. Vale destacar que todos os eventos podem ocorrer independente da captação da água. Entre eles, os incêndios florestais e as secas, geralmente, sucedem em período sazonal.

O estudo não indicou nenhuma interação entre as ações correspondentes ao SAA atual e aos eventos e os fatores territoriais do *campus*, ambiente sonoro, entorno e estrutura dos prédios.

Entende-se que o abastecimento de água do IFMG-OP por captação própria, ocorrência que data da década de 1920 pelo Exército Brasileiro e de 1960 por esta instituição de ensino, não causa impactos

significativos no meio biótico e abiótico da área da nascente, tais como supressão de vegetação, perda de ecossistemas, contaminação do solo e da água, risco ao patrimônio ambiental, entre outros, ao considerar que a operação e a manutenção do SAA são executadas com os devidos procedimentos. Sánchez (2013) afirma que significativo é um termo bastante subjetivo, mas deve ser entendido “com o sentido de considerável, suficientemente grande, ou ainda como importante” no caso de impactos ambientais.

Ressalta-se, que não há registros de conflitos de uso e ocupação do solo e de quaisquer tipos de danos em razão da captação de água pelo IFMG-OP. No entanto, a situação atual deste sistema de abastecimento de água apresenta uma estimativa de consumo alto de água potável para todos os usos da instituição, inclusive usos menos nobres. O atendimento à diretriz do Plano Diretor que trata do aproveitamento de água de chuva pode minimizar consideravelmente este impacto.

Não obstante, há grande probabilidade de a instituição ser submetida à regularização da outorga e elaboração de um Plano de Segurança da Água para maior garantia da qualidade da água disponibilizada. O que para o IFMG-OP pode se configurar como impacto negativo, devido aos custos e à empreitada, é, contudo, para o município, certamente um impacto positivo. Entre as possíveis ocorrências estão, ainda, a utilização do serviço público de abastecimento de água e/ou a cessão da nascente para o poder público como mais um manancial de abastecimento da população.

Neste cenário, considerou-se que não há utilização de fonte alternativa para fins não potáveis, recurso este que contribui com a efetiva redução de captação de água dos cursos d'água. Em face do alto consumo de água no *campus*, a captação para o abastecimento será significativa para o manancial próprio ou outro. Foi observado que algumas ações,

como a manutenção do sistema, podem gerar o mesmo impacto em fatores diferentes, tais como a água potável e a comunidade acadêmica. Ademais, o IFMG-OP mantém um manancial exclusivo e garante a isenção de elevadas tarifas da concessionária, no entanto o SAA se mantém irregular quanto à legislação ambiental e sanitária.

A matriz de interação simplificada foi eficaz na determinação dos impactos ambientais negativos potenciais sobre o manancial e a área da captação, conforme confirmado por Lopes et al. (2013) em seu estudo em área de floresta. Da mesma forma, Cavalcante e Leite (2016) obtiveram êxito utilizando a matriz modificada na pesquisa sobre a aplicação da Matriz de Leopold como ferramenta de avaliação dos aspectos e impactos ambientais em uma fábrica de botijões, no Estado do Ceará.

A segunda matriz de interação apresentou mais impactos positivos (16) que negativos (10). Este cenário indica uma esperada redução da captação de água no manancial, podendo contribuir com a conservação dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Gualaxo do Sul (afluente do ribeirão do Carmo) e, ainda, com o sistema de abastecimento de água do município de Ouro Preto. Este é o impacto positivo de maior relevância observado. Entretanto, a vulnerabilidade do manancial aos eventos listados anteriormente se mantém inalterada neste cenário.

Na fase de planejamento do SAAC, o levantamento de dados elucidou a possibilidade de atendimento da diretriz correspondente do Plano Diretor do *campus*, além da identificação da Lei no 113/2011 que preza pela sustentabilidade do município e concede benefício fiscal de 5% de isenção no IPTU aos cidadãos, mediante a utilização de água de chuva nas edificações. Já os custos de implantação do SAAC configuram um impacto negativo. No entanto, é um investimento a longo prazo em projeto de alta relevância ambiental e social.

Na fase de implantação do SAAC, identificou-se que as obras civis de base para os reservatórios de acumulação podem provocar ruídos e vibrações causando um desconforto sonoro no ambiente, no entanto, este é um impacto temporário. Como consequência das obras, há também a impermeabilização de um trecho reduzido do terreno, referente à 0,05% da área e que não impacta negativamente o território devido à porcentagem mínima para projeto tão relevante.

Em face de parte da área territorial do IFMG-OP ser bastante adensada e ter um fluxo grande de pessoas, a instalação dos reservatórios de acumulação e de descarte, além dos condutores, pode interferir na estética espacial do *campus* causando um impacto visual negativo no entorno dos prédios. Entende-se que estes impactos são passíveis de medidas mitigatórias, tal como a vedação por meio de gradis semiabertos. Ademais, o benefício ambiental referente à preservação dos recursos hídricos e social quanto à manutenção de água em tempos de escassez no IFMG-OP são fatores prioritários. Quanto aos reservatórios superiores, sua instalação vai gerar uma carga extra no trecho de laje existente nas edificações e pode ser necessário um reforço estrutural.

Na etapa de operação e manutenção, a utilização do SAAC representa aspectos positivos relevantes, tais como, a redução de captação de água no manancial, além de redução do consumo de água potável no *campus*. Para mais, o SAAC representa um elemento de educação ambiental e prática sustentável no IFMG-OP que poderá ter uma abrangência significativa entre os servidores e discentes da instituição, além da melhoria na qualidade do abastecimento de água. Segundo Lumikoski e Gurski (2010), as instituições de ensino, desempenhando seu papel sócio-educativo, precisam criar e aplicar estratégias que possibilitem uma transformação social significativa, promovendo o

desenvolvimento de uma consciência ecológica nos alunos.

**Quadro 1.** Matriz de interação do cenário 1: abastecimento atual de água do IFMG-OP.

FATORES, ASPECTOS E/OU ELEMENTOS DO MEIO		AÇÕES, ATIVIDADES E/OU COMPONENTES DO SAA EXISTENTE											IMPACTOS EM POTENCIAL		
		OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO								EVENTOS					
		Operação do SAA (todos os us	Captação de água	Manutenção da área da captaçã	Manutenção da adutora	Manutenções: filtro e reservató	Desinfecção da água	Análises da água	Manutenção da rede distribuição	Substituição e inclusão de componentes	Bebedouro para animais silves	Utilização como área de banho		Secas e queimadas	
Abióticos	Água do manancial	NAI													<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausência de fontes alternativas de água</li> <li>- Alterações regime hidrológico (demanda maior que a disponibilidade do manancial)</li> <li>- Manutenção do nível de água satisfatório</li> <li>- Manutenção do aspecto e qualidade da água</li> <li>- Contaminação da água por pisoteio, banho e fuligem</li> <li>- Conservação da estrutura física do barramento;</li> <li>- Evitar acúmulo de material carreado na área do barramento</li> <li>- Degradação por pessoas</li> <li>- Conservação da área de entorno</li> <li>- Compacidade por pisoteio</li> <li>- Empobrecimento do solo</li> <li>- Prejuízo de habitats terrestres e aquáticos;</li> <li>- Devastação de mata ciliar.</li> <li>- Evitar a obstrução, o rompimento e a danificação da tubulação</li> <li>- Promoção da vida útil do sistema</li> <li>- Evitar a obstrução, vazamentos e a danificação dos componentes</li> <li>- Promoção da vida útil do sistema</li> <li>- Evitar a obstrução, o rompimento e a danificação da tubulação</li> <li>- Promoção da vida útil do sistema (reforma em 2021)</li> <li>- Evitar a danificação dos reservatórios e seus componentes</li> <li>- Promoção do abastecimento do IFMG-OP</li> <li>- Usos menos nobres</li> <li>- Inexistência de PSA</li> <li>- Promoção da qualidade e quantidade da água potável</li> <li>- Promoção da qualidade da água potável</li> <li>- Contaminação da água por pisoteio, banho e fuligem</li> <li>- Nenhuma interferência nos espaços construídos e livres</li> <li>- Nenhuma interferência.</li> <li>- Nenhuma interferência.</li> <li>- Nenhuma interferência.</li> </ul>
			NBI												
				PAI											
Abióticos	Barragem de captação			PAI											
				PAI											
Abióticos	Característica do solo			PAI											
Bióticos	Fauna e flora da área de captação														
Antrópico	Adutora				PAI										
	ETA (reservatório e filtro)					PAI									
	Rede de distribuição							PAI							
	Reservatórios dos prédios														
	Água potável		PAI												
			NBI												
		NAI													
			PAI	PAI	PAI	PAI									
Território do campus															
Ambiente sonoro															
Entorno dos prédios															
Estrutura - prédios															

FATORES, ASPECTOS E/OU ELEMENTOS DO MEIO		AÇÕES, ATIVIDADES E/OU COMPONENTES DO SAA EXISTENTE											IMPACTOS EM POTENCIAL				
		OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO								EVENTOS							
		Operação do SAA (todos os us	Captação de água	Manutenção da área da captaç	Manutenção da adutora	Manutenções: filtro e reservató	Desinfecção da água	Análises da água	Manutenção da rede distribuição	Substituição e inclusão de componentes	Bebedouro para animais silves	Utilização como área de banho		Secas e queimadas			
Comunidade e acadêmica	PAI																- Oferta de água potável, saúde e bem-estar
		PAI	PAI	PBI	PAI				PBI	PBI							- Promoção da qualidade e quantidade de água ofertada
Comunidade e local	NAI																- Promoção de segurança da água
	NAI																- Interferência na qualidade da água consumida
Político- instituição	Administração do IFMG-OP	NBI															- Danos em potencial na oferta de água do município (equivalente populacional do IFMG-OP)
		NBI															- Danos em potencial na oferta de água por escassez (manancial exclusivo)
		NAI															- Não cumprimento do plano diretor do IFMG-PO sobre aproveitamento de água de chuva
		NAI															- Todos os serviços e custos que envolvem a água tratada pelo IFMG-OP
																	- Inconformidades legais e normativas do SAA atual;
																	- Probabilidade de ter a outorga onerosa ou utilizar o sistema público de abastecimento

Quadro 2. Matriz de interação: abastecimento atual de água do IFMG-OP associado ao SAAC.

FATORES, ASPECTOS E/OU ELEMENTOS DO MEIO		AÇÕES, ATIVIDADES E/OU COMPONENTES DO SAA COM O SAAC										IMPACTOS EM POTENCIAL					
		PLANEJ.		IMPLANTAÇÃO					OP. E MANUT.								
		Levantamento de dados e informações	Entrevistas e levantamento de campo	Remoção de cobertura vegetal e escavação	Obras base dos reservatórios externos	Instalação - reservatórios de acumulação	Instalação – reservat. superior e descarte	Instalação da tubulação e dos filt	Operação do SAAC	Limpeza periódica dos reservató	Inspeção dos componentes		Substituição de componentes				
Abiótico	Água do manancial											PAI					- Redução significativa da captação da água devido ao uso da água da chuva
	Barragem da captação																- Redução da demanda de água
	Características do solo						NBI										- Impermeabilização de um trecho do campus.
Biótico	Fauna e flora da área da captação																- Redução da pressão no ecossistema
Antrópico	SAA-IFMG-OP												PBI				- Redução da captação e da disponibilização de água potável pelo IFMG-OP.
	SAAC													PBI	PBI	PBI	- Promoção do bom funcionamento e vida útil do sistemas.
	Território do campus																- Interferência mínima no território (0,05%).
	Ambiente sonoro																- Ruídos e vibrações gerando desconforto

	Entorno dos prédios					NAI								<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impacto visual e interdição de espaços pelos reserv. acumulação apoiado;</li> <li>- Impacto visual reservatórios de descarte;</li> <li>- Impacto visual pela tubulação.</li> </ul>
							NBI							
								NBI						
	Estrutura - prédios						NBI							<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento de carga na laje reserv. superiores</li> <li>- Aumento do consumo de energia</li> </ul>
									NBI					
Comunidade acadêmica									PAI				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elemento de educação ambiental</li> <li>- Promoção da qualidade do abastecimento</li> </ul>	
									PBI	PBI	PBI			
Comunidade local									PAI				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redução da captação da água no manancial</li> </ul>	
Político-institucional	Administração do IFMG-OP	PBI												<ul style="list-style-type: none"> <li>- Benefício fiscal da PMOP pela Lei Nº113/2011</li> <li>- Atendimento ao PD sobre utilização das águas pluviais</li> <li>- Atendimento a diretriz do PD</li> <li>- Investimento na implantação do SAAC</li> <li>- Inconformidades legais e normativas do SAA atual</li> <li>- Redução dos custos com água tratada pelo IFMG-OP</li> </ul>
		PBI												
			PAI											
			NBI											
									NAI					
								PAI						

Um estudo em uma escola estadual do Paraná ressalta que a conscientização ambiental dos alunos sobre o uso racional da água pode ser potencializada com a utilização do SAAC em suas instalações e transformá-los em disseminadores de práticas sustentáveis (Tugoz et al., 2017).

Ainda, a inspeção, limpeza e substituição dos componentes do SAAC promovem vida útil ao sistema. E como impactos negativos, haverá os custos de energia consumida pela bomba de recalque, de pouca relevância em face dos seus baixos valores. Neste cenário, verificou-se que mediante a implantação do SAAC, como fonte alternativa ao abastecimento de água, há o favorecimento do fornecimento e da qualidade da água, da educação ambiental na instituição, a preservação dos recursos hídricos, além de outros benefícios ambientais e financeiros. Entende-se que este é o cenário mais propício. Os custos referentes ao investimento do SAAC são compensados pelos impactos positivos ora citados.

Ressalta-se que esta análise se baseou em estudos das possíveis interações e em observações locais, além da revisão da literatura. Quanto aos impactos positivos observados, entende-se que a implantação do SAAC enaltece a conservação da água, a divulgação da dimensão ambiental no âmbito

escolar e a redução de custos com água potável, conforme apontado por Tugoz et al. (2017).

## Considerações Finais

A avaliação da viabilidade técnica permitiu verificar que a implantação de um SAAC no *campus* do IFMG-OP é propícia e viável devido às características do local, das edificações estudadas e da precipitação regional. As áreas de captação consideradas e a água coletada se mostraram suficientes para atender as demandas mensais estimadas para os Pavilhões de Edificações e Segurança do Trabalho, 66 m<sup>3</sup> e 45 m<sup>3</sup> respectivamente. O SAAC adotado, configura-se como uma alternativa técnica eficaz para o contexto local.

Quanto ao dimensionamento dos reservatórios de acumulação, conclui-se que o método de análise de simulação se mostrou eficaz e os resultados apontaram que o SAAC com reservação de 100 m<sup>3</sup> atende a 58% e 67% da demanda mensal de água para fins não potáveis dos Pavilhões de Edificações e Segurança do Trabalho, respectivamente. O reservatório de modelo apoiado se mostrou o mais viável.

Os resultados da pesquisa confirmam que a implantação do SAAC nas edificações estudadas é

tecnicamente viável a partir das características levantadas e das considerações supracitadas, podendo ser replicado nas demais edificações do *campus*. Ademais, o SAAC reduz o consumo de água potável, o que configura uma decisão assertiva para a instituição é uma contribuição valiosa ao meio ambiente, às pessoas e ao planeta.

Na análise de viabilidade socioambiental, os impactos em potencial levantados foram avaliados quanto ao grau de interferência nos fatores ambientais. Foi possível verificar que o número de impactos positivos resultou maior que o de impactos negativos em ambos os cenários. Assim, conclui-se que, mediante a implantação do SAAC há o favorecimento do fornecimento e da qualidade da água no IFMG-OP, da educação ambiental da comunidade acadêmica e da preservação dos recursos hídricos, entre outros benefícios ambientais.

Os resultados confirmaram a eficácia e aplicabilidade da metodologia de matriz de interação para o estudo de viabilidade socioambiental em questão. A matriz aplicada, em sua versão simplificada e adaptada, permitiu a verificação das etapas mais impactantes da atividade e/ou do projeto do SAAC, além de suscitar os impactos ambientais mais relevantes e suas repercussões sociais.

## Referências Bibliográficas

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15527: **Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis**. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ANDRADE NETO, Cícero Onofre de. Aproveitamento imediato da água de chuva. **Revista eletrônica de gestão e tecnologias ambientais**, v. 1, n. 1, p. 73-86, 2013. Disponível em: < <https://portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/view/71106> > Acesso 20 set.2020.

BRANDÃO, João Luiz Boccia; MARCON, Priscila. Análise dos métodos de dimensionamento de reservatórios de águas pluviais sugeridos pela NBR 15527/07 com base na simulação diária. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. v.23, n.6, p. 1031-1041, 2018.

CAVALCANTE, Leonardo Gondim; LEITE, Adriana de Oliveira Sousa. Aplicação da Matriz de Leopold como ferramenta de avaliação dos aspectos e impactos ambientais em uma fábrica de botijões. **Revista Tecnologia**. v. 37, n.1-2, p. 111-124, 2016.

CREMONEZ, Filipe Eliazar; CREMONEZ, Paulo André; FEROLDI, Michael; CAMARGO, Mariele Pasuch de; KLAJN, Felipe Fernandes; FEIDEN, Armin. Avaliação de impacto ambiental: Metodologias aplicadas no Brasil. **Revista Monografias Ambientais – REMOA**. V. 13, n. 5, p.3821-3830, 2014.

CRUZ, Nathalie; MIERZWA, José Carlos. Saúde pública e inovações tecnológicas para abastecimento público. **Saúde e Sociedade**, v. 29, n. 1, p. 1-8, 2020.

CUNHA. Gabriella Thomaz. **Proposta de sistema de aproveitamento de água pluvial para uma creche localizada no município de Belo Horizonte – MG**. Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Santa Luzia, 2019.

CUNHA, Flávio Rezende; COUTO, Eduardo de Aguiar do. Avaliação de técnica e econômica de sistemas de aproveitamento de água de chuva em uma universidade pública. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**. v. 7, n. 16, p. 789-807. 2020.

LOPES, Sérgio de Faria; PRADO JÚNIOR, Jamir Afonso do; VALE, Vagner Santiago do; SCHIAVINI, Ivan. Impactos ambientais antrópicos como modificadores da estrutura e funcionalidade de florestas estacionais semidecíduais no Triângulo Mineiro, Brasil. **Caminhos de Geografia**, v. 14, n. 47, p. 233-242, 2013. Disponível em: < <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/> > Acesso em: 26 de ago. 2021.

LUMIKOSKI, Paulo; GURSKI, Clóvis Roberto. Possibilidades de aproveitamento de água de chuva, bem como levar os alunos da 5ª. Série do colégio estadual José de Anchieta da Cidade de União da Vitória – PR, reflexões sobre medidas afirmativas na área da educação ambiental. In: **O professor PDE e os desafios da escola pública Paranaense**. Paraná, v. 1, 2010.

MANZI, Thiago Felipe Demio. **Viabilidade de sistema de aproveitamento de água de chuva na sede do ministério público do estado do Paraná em Curitiba, 2018**. Monografia (Especialização). Curso de Especialização em Construções Sustentáveis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

MONTAÑO, M.; RANIERI, V.E.L. Análise de viabilidade ambiental. In: Calijuri, M. C.; Gasparini, D. (eds.). **Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologia e gestão**. Elsevier: Campus. p. 741-765. 2012.

MORAIS, Jeronimo Wallage Araujo de. **Viabilidade técnica/econômica no aproveitamento de água de**

**chuva para fins não potáveis em uma instituição de ensino do Amazonas.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

NOGUEIRA, Giovanna da Silva; MARINHO, Sunamita Fernandes; FERREIRA, Bruno Christiano Silva. A viabilidade econômica do Reuso de Água Cinzas e da Chuva em uma instituição de ensino de Belo Horizonte. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 4417-4438, 2021.

OLIVEIRA, Frederico Moyle Baeta de. **Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis no campus da Universidade Federal de Ouro Preto.** 2008. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

OURO PRETO. **Lei Complementar Nº 113 DE 27 de dezembro de 2011.** Cria o Programa "Quem preserva paga menos" e modifica o último quadro do Anexo I da Lei nº 535/2009, que institui o Imposto Sobre a Propriedade Territorial e Predial Urbana - IPTU. Prefeitura Municipal de Ouro Preto. Disponível em: <  
[https://sgm.ouropreto.mg.gov.br/arquivos/norma\\_juridica/NJ\\_txt\(12681\).html](https://sgm.ouropreto.mg.gov.br/arquivos/norma_juridica/NJ_txt(12681).html) > Acesso em 12 jan.2021.

REZENDE, R.A.; ARAÚJO, S.F.D.; MOURA, F.; REIS, L.M.; SILVA, F.S.; GOMES, F.G. Monitoramento da qualidade da água e sensibilização da comunidade de estudantes e funcionários do IFMG *Campus* Ouro Preto. **Anais Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas.** v. 5. 2013.

SÁNCHEZ, Luiz Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos.** 2ªed. Atualizada e ampliada. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SILVA, Antonio Lopes Nogueira da; SILVA, Sumara Rodrigues Ramos da; RIBEIRO, Gabriela da Costa; GOMES, Fabiana da Silva. Estudo de rentabilidade econômica da implantação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais: estudo de caso em uma IES. **Brazilian Journal of Business.** v.1. n.3. p.767-784, 2019.

SOUZA. Renata Leal. **Análise comparativa dos métodos de dimensionamento de reservatórios para aproveitamento de águas pluviais: estudo de caso Hospital Federal do Andaraí/RJ.** Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Urbana, Escola Politécnica. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de Água de Chuva – Para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis.** Navegar Editora. 2ª. ed. São Paulo. 2003.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis.** 486p. jan. 2010.

TUGOZ, Jamila El; BERTOLINI, Geysler Rogis Flor; BRANDALISE, Loreni Teresinha. Captação e aproveitamento da água das chuvas: o caminho para

uma escola sustentável. **GeAS-Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, n. 1, p. 26-39, 2017.