

POTENCIAL DE ECONOMIA DA CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS: ESTUDO DE CASO NA REGIÃO NORTE DO ESPÍRITO SANTO-BRASIL

ECONOMIC POTENTIAL OF RAINWATER HARVESTING FOR NON-POTABLE PURPOSES: CASE STUDY IN THE NORTHERN REGION OF ESPÍRITO SANTO STATE-BRAZIL

¹Ritielle Alves de Oliveira

²Gleiciane Souza dos Santos

³Maria Luiza Barbosa Ribeiro

⁴Felipe Andrade Simões

⁵Tamires Lima da Silva

^{1*}Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Montanha. E-mail: ritielleoliveira@hotmail.com

²Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Montanha. E-mail: gleiciannerosa@gmail.com

³Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Montanha. E-mail: marialuiza.ambiental@hotmail.com

⁴Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Montanha. E-mail: felipe.simoes@ifes.edu.br

⁵ Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu.
Email: tamireslsilva@gmail.com

Artigo submetido em 07/12/2021 aceito em 04/03/2023 e publicado em 10/03/2023.

Resumo: Instituições de ensino apresentam elevado consumo de água para fins não potáveis, ao mesmo tempo, apresentam edificações com grandes áreas de cobertura, o que propicia a captação de água pluviais para aproveitamento em usos não potáveis. O uso de água pluviais apresenta vantagens sociais, ambientais e econômicas. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo verificar o potencial de economia da captação de águas pluviais para uso em fins não potáveis no Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), campus Montanha, Montanha, ES, Brasil. O método Azevedo Neto foi utilizado no dimensionamento do volume anual do reservatório, considerando-se dados da série histórica de precipitação para o município de Montanha registrados entre 1970 e 2016 e a área de cobertura do bloco administrativo. Os potenciais de economia de água potável e economia financeira foram determinados considerando-se o consumo mensal de água potável e o valor pago por esse serviço pelo campus no ano de 2019. A precipitação anual média de 1.079,1 mm permite a obtenção do volume anual de 409,6 m³ por meio da captação pluvial no bloco administrativo do Campus. Caso o volume anual de 409,6 m³ de águas pluviais seja captado, 17,05% da demanda anual de água para fins não potáveis no Ifes – Campus Montanha seria atendida, permitindo uma redução de R\$ 3.383,70 no valor pago anualmente à concessionária de abastecimento local.

Palavras-chave: reúso de águas pluviais; água da chuva; método Azevedo Neto; instituição de ensino.

Abstract: Educational institutions have high water consumption for non-potable purposes, at the same time, they present buildings with large roof areas, which allows rainwater harvesting for non-potable uses. The use of rainwater has social, environmental, and economic advantages. In this context, this study aimed to verify the economic potential from rainwater harvesting for non-potable uses at the

Federal Institute of Espírito Santo (Ifes), campus of Montanha, Montanha, ES, Brazil. The Azevedo Neto method was used in the sizing of the annual volume of the reservoirs considering data from the historical precipitation time series for the municipality of Montanha recorded between 1970 and 2016 and the coverage areas of the buildings. The potentials for potable water savings and financial savings were determined by considering the monthly potable water consumption and the amount paid for this service by the campus in the year of 2019. The average annual rainfall of 1,079.1 mm allows the obtention of an annual volume of 409.6 m³ through rainwater harvesting in the catchment areas of the campus. If the annual volume of 409.6 m³ of rainwater is harvested, 17.05 % of the annual water demand for non-potable purposes at the Ifes - Campus of Montanha would be attended, allowing a reduction of R\$ 3,383.70 in the amount paid annually to the local drinking water supply company.

Keywords: rainfall reuse; rainwater; Azevedo Neto method; educational institution.

1 INTRODUÇÃO

O uso dos recursos hídricos proveniente de fontes de água doce de maneira desregada e a ausência de investimentos em obras hídricas têm acarretado grande preocupação em relação à possibilidade de escassez desse recurso insubstituível e essencial para a vida (COCCO, 2017).

O estado do Espírito Santo tem sofrido com crises hídricas nos últimos anos, com maior evidência à crise hídrica observada em 2016, na qual 32 municípios declararam situação de emergência, entre estes, o município de Montanha (RIBEIRO, 2016).

A captação e aproveitamento de águas pluviais caracteriza-se como uma das soluções viáveis frente a cenários de escassez hídrica. A água captada é comumente utilizada para fins não potáveis como irrigação paisagística, lavagem de pisos, veículos e fachadas, quedas e espelhos d'água, chafarizes e descarga dos vasos sanitários (RODRIGUES, 2019)

O uso das águas pluviais para fins não potáveis apresenta vários aspectos positivos. Além da economia de água potável para fins menos nobres, a água captada ajuda na prevenção de enchentes decorrentes de chuvas intensas nos centros urbanos, uma vez que com o volume captado, há a diminuição da vazão escoada para a rede de drenagem durante um evento

extremo de precipitação (HERNANDEZ; SZIGETHY, 2020).

A Lei Estadual nº 10.923 de 14 de novembro de 2018, incluiu no artigo 3º da Lei nº 10.179 de 17 de março de 2014, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo, o inciso V, que apresenta como objetivo da Política Estadual de Recursos Hídricos: “incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais” (ESPIRITO SANTO, 2014, 2018).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT NBR 15527 (2007), seis métodos podem ser utilizados no cálculo do dimensionamento do volume do reservatório de águas pluviais: Rippl, simulação, Azevedo Neto, prático alemão, prático inglês e prático australiano. Esta norma foi atualizada em 2019 e nela estão presentes informações sobre as condições para a implantação de um sistema de captação de águas pluviais, desde a concepção do sistema de aproveitamento, frequência de manutenção e nível de tratamento requerido, até os parâmetros mínimos de qualidade da água a ser destinada para usos não potáveis (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019).

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou verificar o potencial de economia de água e do valor pago anualmente à concessionária local de abastecimento em virtude da captação de

águas pluviais para fins não potáveis no Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), campus Montanha.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. IMPORTÂNCIA DA CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Para Ribas (2019), é de fundamental importância a implantação de sistemas de captação de águas pluviais para fins não potáveis em prédios públicos devido às grandes áreas de telhado das edificações, sendo que o conhecimento tecnológico necessário para a captação de águas pluviais é extremamente familiar à humanidade, de forma que a história dos dispositivos de captação e aproveitamento de águas pluviais caminha conjuntamente com a história da própria humanidade. Segundo Gould e Nissen-Petersen¹(1999 apud KRISHNA *et al.* 2005) evidências arqueológicas apontam que há aproximadamente 4.000 anos atrás a captação de águas pluviais já era realizada, ruínas de cisternas construídas para tal finalidade datam de aproximadamente 2.000 a.C., sendo que em Israel ainda é possível encontrar reservatórios construídos para o armazenamento da água da chuva para uso agrícola e doméstico.

Em virtude do aumento da crise hídrica mundial, medidas de conservação hídrica como a captação de águas pluviais ganham ainda mais valor no âmbito social (segurança hídrica), ambiental (conservação hídrica) e econômico (diminuição do valor pago pelo consumo hídrico). A captação de água da chuva promove benefícios sociais, posto que o uso de águas pluviais pode garantir segurança hídrica aos moradores e/ou ocupantes dessas edificações caso ocorra períodos de racionamento hídrico pela concessionária de água potável em épocas de estiagem

prolongada, nas quais há a diminuição do volume de água disponível nos corpos d'água. Além disso, ao reduzir o consumo de água potável, os usuários estarão contribuindo para o aumento da disponibilidade hídrica nas bacias hidrográficas, auxiliando na manutenção da vazão ecológica dos rios, garantindo assim condições para a subsistência de ecossistemas aquáticos. Também há o benefício financeiro, visto que a redução no consumo de água potável fornecida por companhias de abastecimento de água resultará em um menor valor pago por este serviço.

Bertolini *et al.* (2018) analisaram a viabilidade da implantação de um sistema de captação de água pluvial para uma residência unifamiliar com quatro moradores. Com a implantação do sistema de captação pluvial, a economia diária de água potável foi estimada em 60,30 litros por habitante. O consumo mensal de água potável para esta residência foi estipulado em 20,97 m³, com a simulação da implantação de um sistema de captação pluvial, observou-se uma redução de 34,59% deste consumo. Levando-se em consideração o valor do m³ de água potável como sendo igual a R\$4,40 e a redução do consumo mensal, obtêm-se uma economia mensal de R\$31,8 e anual de R\$351,7.

A água da chuva captada, após tratamento adequado, pode ser utilizada para usos não potáveis, como irrigação de plantas ornamentais e gramados, descargas sanitárias, limpeza de pátios, calçadas e ruas, lavagem de veículos, espelhos d'água e usos industriais, por exemplo, aplicação no resfriamento de caldeiras (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007).

Entre os benefícios gerados pela instalação de sistemas de captação de águas pluviais em áreas rurais está a incorporação

¹ GOULD, John; NISSEN-PETERSEN, Erik. **Rainwater Catchment Systems for Domestic**

Supply: design, construction and implementation. United Kingdom: Practical Action Publishing, 1999.

de conceitos de educação ambiental na comunidade no qual o sistema está inserido (FUENTES-GALVÁN *et al.*, 2018). Enquanto em áreas urbanas, outro benefício associado à coleta e aproveitamento de águas pluviais é a redução dos picos de vazão e volumes de água na rede de drenagem.

Com a divulgação de cenários apontando provável escassez de água no futuro, discussões sobre alternativas de conservação deste importante recurso natural vem ganhando cada vez mais foco em debates relacionados ao meio ambiente e sua sustentabilidade. A importância do uso racional dos recursos hídricos é destacada no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 12.2: “Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais” (NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL, 2021), que enfatiza a necessidade da conscientização coletiva quanto ao uso sustentável de recursos naturais valiosos como os recursos hídricos. Neste contexto, a adoção de sistemas de captação e aproveitamento de águas pluviais apresenta-se como uma alternativa de conservação hídrica viável e de fácil implementação.

2.2. APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO

Instituições de ensino têm grande potencial para a implantação de projetos de captação de águas pluviais, pois além de apresentar grandes áreas para captação, também apresentam elevado consumo de água para fins não potáveis. Destaca-se que instituições de ensino atendem um grande número de pessoas de forma direta ou indireta, logo, torna-se um excelente veículo de divulgação dos benefícios da adoção de técnicas sustentáveis, como a captação e uso de águas pluviais.

Ao realizarem a caracterização do consumo de água potável em uma

instituição de ensino, Campelo *et al.* (2017) verificaram uma grande demanda e indícios de desperdício. Esse comportamento pode ser decorrente do fato dos usuários não serem responsáveis pelo pagamento da conta de água. Assim, a adoção de fontes alternativas de água, como a captação de águas pluviais, deve ser estimulada a fim de promover a conservação desse valioso recurso natural.

O trabalho desenvolvido por Silva *et al.* (2019) em uma instituição de ensino com cerca de 1.870 alunos e área de captação de aproximadamente 12.262 m² na cidade de Maringá, Paraná, demonstrou que a instalação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais com reservatórios com capacidade para o armazenamento de 65 m³ no período de 15 dias, seria suficiente para suprir os 85 m³/mês de água requeridos para usos não potáveis. Pereira *et al.* (2018) dimensionaram a capacidade de coleta e armazenamento de águas pluviais no Ifescampus Alegre. Os resultados encontrados mostraram que há grande viabilidade para a instalação do projeto, visto que, considerando as áreas de captação estudadas e o valor de precipitação mínima, máxima e média de cada mês, o campus apresenta capacidade de armazenamento mensal mínima, máxima e média, respectivamente iguais a 720,3; 4.850,4; e 1.737,8 m³ de águas pluviais.

Nogueira *et al.* (2021) ao avaliarem a viabilidade da instalação de sistemas de captação e aproveitamento de águas pluviais em uma instituição de ensino de Minas Gerais, verificaram que o sistema seria viável, sendo capaz de atender 100% da demanda hídrica para a atividade de irrigação na instituição, além de atender também 50% da demanda de água potável para descargas sanitárias na instituição.

Observa-se, portanto, que são muitos os benefícios a serem gerados com a implantação de projetos de captação de águas pluviais em instituições de ensino, incluindo a oportunidade de que o projeto se transforme em uma ferramenta de educação

ambiental não apenas para os estudantes, professores e funcionários, como também para a comunidade no entorno da instituição de ensino.

2.3. MÉTODO AZEVEDO NETO

O método Azevedo Neto, também denominado método Prático Brasileiro, apresenta facilidade de aplicação no dimensionamento de reservatórios para captação de águas pluviais, uma vez que envolve apenas dados de precipitação e área de captação, não sendo necessário o levantamento da demanda de água para fins não potáveis. No cálculo do volume de chuva a ser captado pelo sistema, expresso em litros, são consideradas as seguintes variáveis: precipitação média anual, expressa em milímetros; valor numérico do número de meses com pouca chuva ou seca e valor numérico da área de captação em projeção, expresso em metros quadrados (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007).

Pereira e Mendes (2019) apontam o fato de que, no Método Azevedo Neto, presente na norma ABNT NBR 15.527/2007, não há especificação sobre a forma como o número de meses com pouca chuva ou seca deve ser determinado, o que dá espaço para diversas interpretações sobre como proceder. No trabalho desenvolvido pelos autores foi encontrado o mês de julho como o mês com maior média de dias sem chuva (28,9 dias) para o período de 10 anos de dados de precipitação analisados (2009-2018), considerando que o mês de julho possui 31 dias, o valor variável de número de dias sem chuva, no mês de julho, foi estipulado como sendo igual a 93,22%.

Já Silva *et al.* (2019) adotaram uma abordagem diferente para a determinação do número de meses com pouca chuva ou seca. Para o período analisado (2013-2018), foram identificados os números de meses que apresentavam precipitação média mensal abaixo de 100 mm.

Rezende e Tecedor (2017) ao compararem o método Azevedo Neto com outros métodos apresentados na norma ABNT NBR 15527: 2007, observaram que o método Azevedo Neto tende a superdimensionar o volume do reservatório.

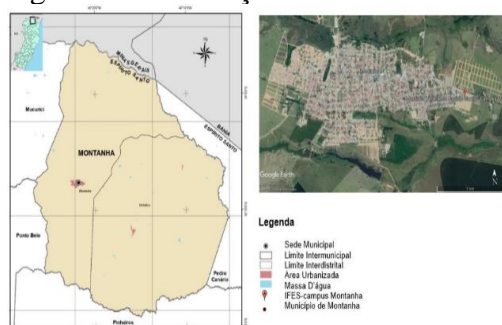
Todavia, Jovelino *et al.* (2015) destacam que para regiões que apresentam baixa precipitação pluviométrica ou onde a ausência de chuvas é recorrente em determinadas estações do ano, o mais conveniente seria a adoção de métodos que superdimensionem o volume do reservatório de captação de águas pluviais para que a água coletada no período chuvoso possa suprir a demanda hídrica nos períodos secos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido no Instituto Federal do Espírito Santo - Ifes campus Montanha, localizado na Rodovia ES 130, Km 01, Bairro Palhinha no município de Montanha - ES, nas coordenadas geográficas: latitude 18°7'41,80"S e longitude 40°21'3, 40"O (Figura 1). Montanha situa-se na região Norte do estado do Espírito Santo, estando aproximadamente 320 km de distância da capital Vitória. Está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Itaúnas e pela Classificação Climática de Köppen e Geiger apresenta clima do tipo "Am", ou seja, clima tropical chuvoso de monção, com temperatura média do mês mais frio superior a 18°C e precipitação média do mês mais seco inferior a 60 mm (INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, 2021).

Figura 1: Localização da área de estudo



Fonte: Mapa adaptado de Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo-Geobases (2017) e Imagem de satélite do software Google Earth Pro (2021).

3.2 DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Os dados pluviométricos foram obtidos do portal HidroWeb, que é uma ferramenta integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos - SNIRH, a qual permite o acesso ao banco de dados que contém as informações coletadas pela Rede Hidrometeorológica Nacional (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2021). Foi selecionada a estação pluviométrica “Fazenda Limoeiro”, código 1840012, localizada no município de Montanha - ES nas coordenadas geográficas $18^{\circ} 8'44,16''$ de latitude Sul, $40^{\circ} 8'38,04''$ de longitude Oeste e altitude de 96 m. Apesar de estarem disponíveis dados de precipitação diária de 1970 a 2021, em virtude do período 2017-2021 apresentar falhas, foram selecionados os valores registrados no período compreendido entre janeiro de 1970 e dezembro de 2016, totalizando uma série histórica de 47 anos.

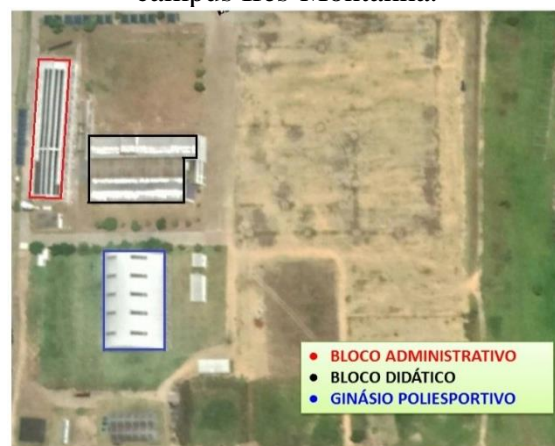
Os dados de precipitação anual da série histórica foram submetidos ao teste de Normalidade por meio do uso do programa Minitab® 18 com a aplicação do teste de aderência Kolmogorov-Smirnov ao nível de significância de 0,05.

3.3 ÁREA DE PROJEÇÃO

O campus Ifes - Montanha apresenta três edifícios: bloco didático, bloco administrativo e ginásio poliesportivo

(Figura 2). Por meio da análise das plantas de cobertura dos edifícios, foi possível obter as áreas de projeção de cada bloco. Sendo selecionado o bloco administrativo para o dimensionamento do volume do reservatório para captação de águas pluviais. A água captada será direcionada para fins não potáveis, sendo eles: irrigação dos gramados e áreas experimentais e limpeza de pátios.

Figura 2: Localização dos edifícios no campus Ifes-Montanha.



Fonte: Imagem de satélite do software Google Earth Pro (2021).

3.4 DIMENSIONAMENTO DO VOLUME DO RESERVATÓRIO

No que tange ao dimensionamento do volume do reservatório de captação de água pluvial, optou-se pela adoção do método Azevedo Neto, levando-se em conta que o mesmo tende a apresentar reservatórios com maiores volumes em relação aos demais métodos previstos na ABNT NBR 15527 (2007) e o fato de o município de Montanha apresentar períodos de deficiência hídrica ao longo do ano conforme a normal climatológica apresentada pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural- Incaper (2021).

De acordo com a ABNT-NBR 15527 (2007), o dimensionamento do volume do reservatório segundo o método Azevedo Neto deve ser realizado conforme a Equação 1.

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad \text{Equação (1)}$$

Em que: V é o valor numérico do volume de água aproveitável, ou seja, o volume de água do reservatório, expresso em litros (L); P é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros (mm); T é o valor numérico do número de meses com pouca chuva ou seca; e A é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m²).

Destaca-se que para a determinação do número de meses com pouca chuva ou seca, foram identificados na série histórica (1970-2016), o número de meses que apresentavam precipitação média mensal abaixo de 100 mm, consoante a metodologia adotada por Silva *et al.* (2019). Além disso, o volume de água do reservatório foi transformado de litros para metros cúbicos (1L= 0,001 m³)

3.5 POTENCIAL DE ECONOMIA

Para a determinação do potencial de economia, foram levantados os dados de consumo mensal de água potável no campus Ifes-Montanha no ano de 2019.

Em relação ao consumo de água para fins não potáveis, considerou-se que 63,5% do consumo mensal é destinado para fins não potáveis, conforme verificado por Marinoski e Ghisi (2008) ao realizarem o levantamento de dados de consumo para usos não potáveis em uma instituição de ensino de Florianópolis, SC.

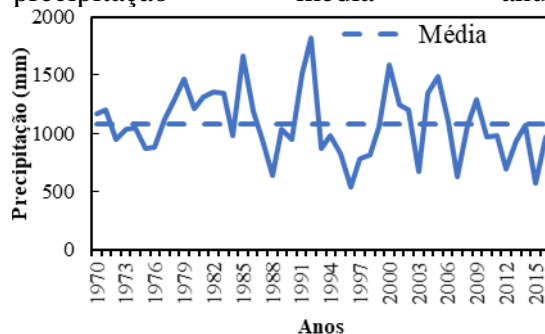
Após a obtenção do volume do reservatório, dimensionado pelo método Azevedo Neto, foi verificado o percentual de redução do consumo de água potável, obtendo-se, assim, o potencial de economia de água potável.

Observando o valor pago por m³ de água potável, também foi estipulado o potencial de economia financeira gerado pela simulação da captação das águas pluviais no bloco administrativo do campus.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

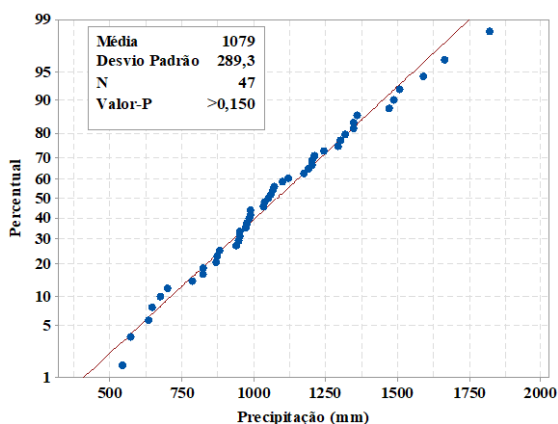
A Figura 3 apresenta os valores de precipitação anual para o município de Montanha, ES no período de 1970 a 2016 em comparação com a precipitação média anual. Considerando a série histórica (1970-2016) analisada, Montanha apresenta precipitação média de 1079,1 mm, observa-se grande variação ao longo dos anos em torno deste valor, com períodos de excedência (valores acima da média) e outros com deficiência (valores abaixo da média), sendo o maior e menor valor registrados iguais a 1820 mm e 538 mm para os anos de 1992 e 1996, respectivamente. Destaca-se que nos últimos sete anos da série histórica (2010-2016) foram registrados consecutivamente valores abaixo da precipitação média anual.

Figura 3: Precipitação anual registrada para o município de Montanha, ES no período de 1970 a 2016, em comparação com a precipitação média anual



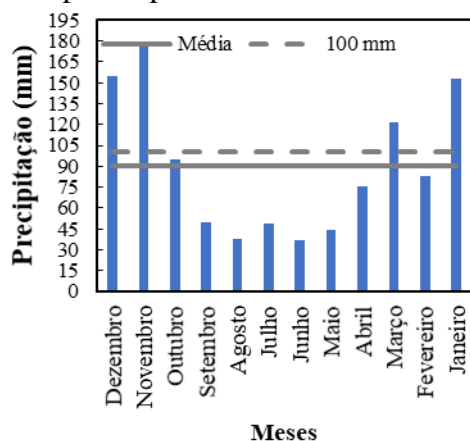
A Figura 4 apresenta o gráfico de ajuste da precipitação anual à distribuição de probabilidade normal segundo o teste de aderência Kolmogorov-Smirnov ao nível de significância de 0,05. Verifica-se que os dados seguem uma distribuição normal, pois o valor p = 0,15 é maior que o nível de significância.

Figura 4: Gráfico de ajuste da precipitação anual à distribuição de probabilidade Normal



Ao longo do ano, Montanha apresenta um curto período chuvoso e longos períodos contínuos secos ou parcialmente secos. A Figura 5 apresenta os dados de precipitação mensal média em comparação com o valor de 100 mm/mês e o valor médio mensal calculado para o período de 1970 a 2016 (89,9 mm).

Figura 5: Precipitação média mensal em Montanha, ES em comparação com o valor de 100 mm/mês e o valor médio mensal obtido para o período de 1970 a 2016.



Segundo o Incaper (2021), o município de Montanha-ES apresenta cinco meses classificados como parcialmente secos (fevereiro, março, abril, julho e outubro), quatro meses classificados como secos (maio, junho, agosto e setembro) e apenas três meses classificados como úmidos (janeiro, novembro e dezembro). Observando a Figura 5, verifica-se que oito meses (fevereiro, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro), classificados

pelo estudo do Incaper (2021) como secos ou parcialmente secos, apresentam precipitação média inferior a 100 mm, sendo esse o resultado adotado como o número de meses com pouca chuva ou seca para o município de Montanha.

O reservatório dimensionado apresenta volume igual a 409,6 m³ (Tabela 1), representando o volume que poderia ser captado ao longo do ano. A captação anual desse volume representa uma diminuição no consumo de água potável, a redução de custos relativos ao pagamento pelo fornecimento de água e, especialmente, a garantia de segurança hídrica.

Tabela 1: Volume do reservatório calculado conforme o método Azevedo Neto.

Precipitação anual (mm)	Área de captação (m ²)	T (mês)	V (m ³)
1.079,1	1.129,6	8	409,6

T= número de meses com pouca chuva ou seca e

V= volume de água do reservatório.

De acordo com os dados disponibilizados pelo setor administrativo da instituição, em 2019, o campus Ifes-Montanha consumiu 3.782 m³ de água potável, pagando um valor médio por m³ de aproximadamente R\$ 8,3. Baseado no consumo mensal de água potável e no valor pago por m³ e considerando que 63,5% desse consumo mensal seria para usos não potáveis, estimou-se o valor pago à concessionária de abastecimento conforme dados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Consumo mensal total de água potável, consumo estimado para usos não potáveis, custo por m³ de água potável e estimativa do valor pago à concessionária de abastecimento pelo Ifes-campus Montanha-ES no ano de 2019.

Mês	Consumo (m ³)	Consumo para usos não potáveis (m ³)	R\$/m ³	Valor Pago (R\$)
Jan.	150	95,3	7,9	755,0
Fev.	437	277,5	8,2	2.265,2
Mar.	350	222,3	8,1	1.806,3
Abr.	317	201,3	8,1	1.636,0
Mai	545	346,1	8,2	2.833,3
Jun.	399	253,4	8,1	2.062,6
Jul.	194	123,2	8,0	991,0
Ago.	207	131,4	8,4	1.109,9
Set.	386	245,1	8,5	2.094,4
Out.	161	102,2	8,4	857,4
Nov.	310	196,9	8,5	1.677,6
Dez.	326	207,0	8,5	1.763,7
Total/ *Média	3.782,0	2.401,6	*8,261	19.839,6

Ao avaliar a Tabela 2, observa-se que o consumo de água estimado para fins não potáveis no Ifes- campus Montanha para o ano de 2019 foi 2.401,6 m³, captando-se anualmente o volume de águas pluviais igual a 409,6 m³ (Tabela 1), 17,05% da demanda anual estimada para usos não potáveis seria atendida e o consumo hídrico para fins não potáveis passaria de 2.401,6 m³ para 1.992,0 m³, o que representa uma economia financeira de R\$ 3.383,70, visto que o valor pago à concessionária de abastecimento de água potável passaria de R\$ 19.839,60 para R\$16.455,90.

5 CONCLUSÕES

A captação de águas pluviais para fins não potáveis no Ifes – Campus Montanha apresenta o potencial de economia de 17,05% da água potável destinada anualmente para fins não potáveis e o potencial de economia de R\$ 3.383,7 no valor pago anualmente à concessionária de abastecimento de água potável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A captação de águas pluviais para aproveitamento em fins não potáveis apresenta inúmeros benefícios associados como a redução da demanda sobre os mananciais, a geração de segurança hídrica e a promoção da educação ambiental. Todavia, para estudos futuros no Ifes-Campus Montanha, recomenda-se a realização de uma análise de viabilidade econômica da implantação do sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Séries Históricas de Estações**. 2021. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: 09 jun. 2021.

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.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527: Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis-Requisitos**. Rio de Janeiro, 2019.

BERTOLINI, Taís; PANDOLFO, Adalberto; BERTICELLI, Ritielli; PASQUALI, Pâmela Bia. Viabilidade Econômica da Implantação de um Sistema de Equipamentos Economizadores de Água e de Captação de Água Pluvial para Residência Unifamiliar. **Exatas & Engenharia**, Campos dos Goytacazes, v. 8, n. 23, p. 1-17, 21 dez. 2018. Instituto Superiores de Ensino do Censa. <http://dx.doi.org/10.25242/885x82320181341>.

CAMPELO, João Paulo Martins; CAMPELO, Ramon Marques; NOBRE,

- Mayra Fernandes. Caracterização do Consumo de Água de uma Instituição de Ensino Superior no Estado do Piauí. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA CONTECC'2017, 0., 2017, Belém. **Anais Civil**. Belém: Contecc'2017, 2017. p. 1-5. Disponível em: https://www.confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2017/civil/51_cdc%3%A1duid.pdf. Acesso em: 16 out. 2021.
- COCCO, Giangiulio Pietro Reis; ALMEIDA, Guilherme Henrique Leite de; LUPP, Lucas Sampaio Luiz; JACOB, Raquel Sampaio; BODEVAN, Renan Igor; BARBOSA, Renata Karla Reis Campos; SALES, Valquiria da Silva Leão. Projeto de Aproveitamento da Água de Chuva para o Uso não Potável Domiciliar. **Percursos Acadêmicos**, Belo Horizonte, v. 7, n. 13, p. 42-73, 20 set. 2017. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. <http://dx.doi.org/10.5752/p.2236-0603.2017v7n13p42>.
- ESPÍRITO SANTO (Estado). Lei nº 10.179, de 17 de março de 2014. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo – SIGERH/ES e dá outras providências. **Lei Nº 10.179, de 17 de março de 2014**. Vitória, ES.
- ESPÍRITO SANTO (Estado). Lei nº 10.923, de 14 de novembro de 2018. Inclui o inciso V no art. 3º da Lei nº 10.179, de 17 de março de 2014, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo – SIGERH/ES. **Lei nº 10.923, de 14 de novembro de 2018**. Vitória, ES.
- FUENTES-GALVÁN, María L.; MEDEL, Josefina Ortiz; HERNÁNDEZ, Luz A. Arias. Roof Rainwater Harvesting in Central Mexico: uses, benefits, and factors of adoption. **Water**, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 116, 29 jan. 2018. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/w10020116>.
- GOOGLE EARTH PRO (Software). **Google Earth Pro v.7.3.3.7786 (64-bit)**. 2021. Google LLC e Maxar Technologies.
- HERNANDEZ, Luis Carlos; SZIGETHY, Leonardo. **Controle de Enchentes: exemplos do uso da tecnologia e inovação para o controle de enchentes**. Exemplos do uso da tecnologia e inovação para o controle de enchentes. 2020. Publicada na página do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/231-controle-de-enchentes>. Acesso em: 16 out. 2021.
- INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (org.). **Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural PROATER 2020-2023**: Montanha. Vitória: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 2021. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Montanha.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2021.
- JOVELINO, Josevania Rodrigues; GUIMARÃES, Bruna da Silveira; PORTO, Kamila Freitas; PESSOA, Julyanna Damasceno; FRANÇA, Kepler Borges. Estudo das Metodologias de Dimensionamento de Reservatórios de Água de Chuva. In: II Workshop Internacional Sobre Água no Semiárido Brasileiro (II WIASB), 2., 2015, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Eventos Científicos e Editora Ltda, 2015. p. 1-6. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/17300>. Acesso em: 09 jun. 2021.
- KRISHNA, Hari J.; BROWN, Chris; GERSTON, Jan; COLLEY, Stephen (org.). **The Texas Manual on Rainwater Harvesting**. 3. ed. Austin: Texas Water Development Board, 2005. Relatório

produzido por Texas Water Development Board. Disponível em: https://www.twdb.texas.gov/publications/brochures/conservation/doc/RainwaterHarvestingManual_3rdedition.pdf. Acesso em: 09 jun. 2021.

MARINOSKI, Ana Kelly; GHISI, Enedir. Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 67-84, jun. 2008. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/download/5355/3283>. Acesso em: 09 jun. 2021.

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL (Brasília). **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12: consumo e produção responsáveis**. Consumo e produção responsáveis. Casa ONU Brasil. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/12>. Acesso em: 09 jun. 2021.

NOGUEIRA, Giovanna da Silva; MARINHO, Sunamita Fernandes; FERREIRA, Bruno Christiano Silva. A Viabilidade Econômica do Reúso de Água Cinzas e da Chuva em uma Instituição de Ensino de Belo Horizonte / The Economic Feasibility of Reusing Gray Water and Rain in a Teaching Institution in Belo Horizonte. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 4417-4438, 2021. *Brazilian Journal of Development*. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n1-298>.

PEREIRA, Jessica Priscilla Silva; MENDES, Alesi Teixeira. Estudo de viabilidade para aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis no ITPAC, em Porto Nacional/TO. **Inventionis**, [S.L.], v. 1, n. 2, p. 1-8, 30 dez. 2019. Companhia Brasileira de Produção Científica. <http://dx.doi.org/10.6008/cbpc2674-6395.2019.002.0001>.

REZENDE, Jozrael Henriques; TECEDOR, Natália. Aproveitamento de água de chuva de cobertura em edificações: dimensionamento do reservatório pelos métodos descritos na nbr 15527. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 12, n. 6, p. 1040, 23 nov. 2017. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrograficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambiente.1940>.

RIBAS, Camila Alves. **Dimensionamento e Estudo de Viabilidade de um Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial para fins não potáveis em uma Escola Estadual**. 2019. 142 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/197583>. Acesso em: 09 jun. 2021.

RIBEIRO, Wesley. **Espírito Santo tem 32 cidades em situação de emergência**. 2016. De A Gazeta. Disponível em: <http://g1.globo.com/espírito-santo/noticia/2016/09/espírito-santo-tem-32-cidades-em-situacao-de-emergencia.html>. Acesso em: 09 jun. 2021.

RODRIGUES, Alex. **Distrito Federal regulamenta uso de água não potável em residências**. 2019. Repórter da Agência Brasil - Brasília. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-03/distrito-federal-regulamenta-uso-de-agua-nao-potavel-em-residencias>. Acesso em: 16 out. 2021.

SILVA, Thuany; SHOJI, Márcia; PACCOLA, Edneia; YAMAGUCHI, Natália. Proposição de Sistema de Captação, Armazenamento e Aproveitamento de Águas Pluviais para Fins não Potáveis em Instituição de Ensino. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 16, n. 29, p. 2435-2445, 30 jun. 2019.

Centro Científico Conhecer.
http://dx.doi.org/10.18677/encibio_2019a186.

SISTEMA INTEGRADO DE BASES
GEOESPACIAIS DO ESTADO DO
ESPÍRITO SANTO
(GEOBASES). **Divisões Político-
Administrativas do ES**. 2017. Disponível
em:
https://geobases.static.es.gov.br/public/DIVISAO_ADMINISTRATIVA_ES/Montanha.pdf. Acesso em: 09 jun. 2021.