

# MANUAL PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA EM ESCOLAS MUNICIPAIS DE PIÚMA-ES<sup>1</sup>

## MANUAL FOR THE IMPLEMENTATION OF RAINWATER HARVESTING SYSTEMS IN MUNICIPAL SCHOOLS OF PIÚMA-ES

Sofia Nogueira de Almeida<sup>2</sup>

Prof.<sup>a</sup> Mariângela Dutra de Oliveira<sup>3</sup>

**RESUMO:** Diante da escassez hídrica agravada por eventos climáticos extremos e aumento da demanda, a pesquisa enfatiza a necessidade de adotar práticas sustentáveis para captação de água de chuva. O trabalho descreve a elaboração de um manual prático para guiar a instalação de sistemas de captação e aproveitamento de água da chuva em instituições de ensino, visando à autossuficiência hídrica e à promoção da conscientização ambiental. A metodologia incluiu uma revisão bibliográfica identificando técnicas e parâmetros essenciais para a captação eficiente de água da chuva, determinação de dados pluviométricos do município de Piúma e levantamento de dados das instituições de ensino municipal, além de definir critérios para o dimensionamento do volume de água aproveitável na localidade. Os resultados indicam que a elaboração deste manual com práticas educativas tem potencial para ser utilizado como ferramenta de incentivo para alunos e comunidades na adoção de práticas sustentáveis levando a uma consequente redução da dependência de recursos hídricos convencionais.

Palavras-chave: captação; água de chuva; escolas;

**ABSTRACT:** Given the water scarcity exacerbated by extreme weather events and increasing demand, the research emphasizes the need to adopt sustainable practices for rainwater harvesting. The study describes the creation of a practical manual to guide the installation of rainwater harvesting and utilization systems in educational institutions, aiming for water self-sufficiency and the promotion of environmental awareness. The methodology included a literature review identifying essential techniques and parameters for efficient rainwater harvesting, determination of pluviometric data for the municipality of Piúma, and data collection from municipal educational institutions, as well as defining criteria for sizing the volume of usable water in the locality. The results indicate that the creation of this manual with educational practices has the potential to be used as a tool to encourage students and communities to adopt sustainable practices and consequently reduce dependence on conventional water resources.

Keywords: harvesting; rainwater; schools.

---

<sup>1</sup> Trabalho Final de Curso da Pós-Graduação *lato sensu* em Recursos Hídricos do Ifes Campus Vitória.

<sup>2</sup> Engenheira Ambiental e Sanitarista, Centro Universitário – FAESA, Vitória - ES, sofianogueira.eng@gmail.com.

<sup>3</sup> Professor/a orientador/a; Dra em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Instituto Federal de Educação (Ifes), Campus Vitória, mariangeladutra@ifes.edu.br.

## 1 INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água em escala global está enfrentando desafios pelo agravamento dos eventos extremos e pela crescente pressão sobre os recursos hídricos naturais em função do aumento da demanda. Conforme ressaltado pela Organização das Nações Unidas Brasil (2022), essas preocupações são de extrema importância para a sustentabilidade ambiental global.

O número de atividades humanas que requerem água está em constante crescimento, aumentando a dependência desse recurso vital. Entretanto, as campanhas e práticas que promovem a valorização e o uso consciente da água ainda não são amplamente disseminadas em todo o território brasileiro. Apesar da abundância hídrica, a distribuição desse recurso é desigual no país. Segundo dados da Agência Nacional de Águas (2017), dos 260.000 m<sup>3</sup>/s de água que fluem pelo Brasil, cerca de 205.000 m<sup>3</sup>/s estão concentrados na bacia amazônica.

De acordo com informações divulgadas no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo, Agerh (2017), o estado tem enfrentado períodos de crise hídrica, com destaque para a escassez severa observada em 2016, durante a qual 32 municípios declararam estado de emergência devido à falta de água.

A gestão dos recursos hídricos no Brasil é regida pela Lei 9.433/1997, conhecida como Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH. Em 2017, a Lei 13.501/2017 complementou essa abordagem ao introduzir o objetivo de "incentivar e promover a captação, preservação e aproveitamento de águas pluviais" (BRASIL, 2017).

A escassez global de recursos hídricos é agravada pelo desperdício, exigindo soluções inovadoras e sustentáveis. A captação e o aproveitamento da água de chuva emergem como estratégias promissoras para mitigar esse problema, com aplicações tanto domésticas quanto industriais. Em ambientes educacionais, como destacado por Cruz e Rios (2022), a implementação de sistemas de coleta de água da chuva em instituições de ensino não apenas reduz a dependência de recursos hídricos tradicionais, mas também fomenta a conscientização ambiental e práticas sustentáveis entre os estudantes.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA: UMA ABORDAGEM SUSTENTÁVEL PARA A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

A prática de captação e aproveitamento das águas de chuva remonta a civilizações antigas, como os Astecas, Maias e Incas (TOMAZ, 2010). No Brasil, a introdução e expansão dos sistemas de captação de água de chuva no Semiárido Brasileiro tiveram início no final dos anos 70, conforme relata a Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva - ABCMAC (2000).

No contexto brasileiro, o potencial de economia de água potável por meio da captação de águas pluviais varia de 48% na região Sudeste até 100% na região Norte (GHISI, 2006 *apud* MELO, 2022). A simplicidade na implementação dos sistemas de captação de água da chuva contribui diretamente para a redução dos custos de instalação e manutenção, tornando o uso de cisternas uma opção economicamente viável. Além disso, contribui para a redução de enchentes urbanas, ao direcionar o excesso de água para usos benéficos (PARANÁ, 2014).

A água da chuva que atinge os telhados é direcionada por condutores horizontais e verticais até cisternas, onde é armazenada para uso durante períodos de escassez (Fernandes, Medeiros Neto, & Mattos, 2007, citado por Faria et al, 2021). No entanto, essa água não deve ser considerada automaticamente pura e segura para consumo, pois pode conter contaminantes da atmosfera, do telhado e dos recipientes de armazenamento, exigindo métodos adequados de proteção sanitária e tratamento (Freitas, 2020). Portanto, a água pluvial captada é ideal para usos não potáveis, como sistemas de resfriamento, descarga de bacias sanitárias, lavagem de veículos e pisos, reserva técnica de incêndio, uso ornamental e irrigação paisagística (ABNT NBR 15527:2019)

### 2.2 IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA EM UNIDADES EDUCACIONAIS: VANTAGENS SOCIAIS, AMBIENTAIS E ECONÔMICAS

As instituições escolares proporcionam um ambiente ideal para a implementação de iniciativas voltadas à educação ambiental, capazes de instigar nos alunos a busca pelo equilíbrio entre o ser humano e a natureza, promovendo a conscientização centrada na sustentabilidade.

As instituições de ensino atingem um grande número de pessoas de forma direta e indireta, tornando-se excelentes canais de divulgação dos benefícios da adoção de práticas sustentáveis, como a captação e aproveitamento de águas de chuva (EL TUGO *et al.*, 2017). Com planejamento adequado, conscientização pública e educação, os sistemas de captação de água da chuva emergem como ferramentas indispensáveis nos chamados "edifícios verdes" e no desenvolvimento sustentável. Esses sistemas reduzem a demanda sobre o abastecimento de água municipal e minimizam os impactos negativos associados ao escoamento de águas pluviais urbanas (DA SILVA *et al.*, 2021).

Freitas (2020) em unidades educacionais de Porto Alegre, evidenciam que a água coletada poderia atender a uma porção significativa das demandas mensais estimadas para os pavilhões, suprimindo até 67% da necessidade mensal de água não potável e gerando economia financeira, além da conservação da água potável.

Outros estudos, como o de Pereira *et al.* (2018), mencionado por Oliveira *et al.* (2021), apontam para a viabilidade da captação e armazenamento de águas pluviais em instituições de ensino, como no Ifes campus Alegre. Os resultados indicam que o campus apresenta uma capacidade de armazenamento mensal mínima, máxima e média de 720,3 m<sup>3</sup>, 4.850,4 m<sup>3</sup> e 1.737,8 m<sup>3</sup> de águas pluviais, respectivamente.

Analisando especificamente o potencial de aproveitamento de água da chuva no Ifes campus Montanha, Oliveira *et al.* (2021) concluíram que a captação de águas de chuva para fins não potáveis demonstra um potencial significativo de economia, permitindo uma redução de 68,3% no consumo de água potável. Além disso, essa iniciativa pode resultar em uma economia anual de R\$ 13.554,00 no valor pago pela água potável.

A implantação desses sistemas em escolas no formato de projetos educacionais não apenas reduz a demanda por água potável, mas também promove a conscientização ambiental na comunidade escolar, incentivando práticas sustentáveis e formando cidadãos comprometidos com a preservação do meio ambiente desde os estágios iniciais de educação.

### 2.3 NORMAS BRASILEIRAS –RELACIONADAS AO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA”

A norma ABNT NBR 15527:2019 é essencial para a implementação de sistemas de aproveitamento de água da chuva em áreas urbanas para usos não potáveis. Esta norma estabelece critérios rigorosos de qualidade, além de procedimentos detalhados para a captação, dimensionamento, armazenamento e tratamento da água da chuva, visando assegurar a segurança e a eficiência do uso.

Segundo a NBR 15527:2019 (BRASIL,2019), a disponibilidade teórica de água de chuva para captação pode ser estimada através da equação 1:

$$V = P \times A \times C \times \eta \quad (1)$$

onde:

- *V<sub>disp</sub>* é o volume disponível anual, mensal ou diário de água de chuva, expresso em litros (L);
- *P* é a precipitação média anual, mensal ou diária, obtida através de dados de estações pluviométricas e expressa em milímetros (mm);
- *A* é a área de coleta, expressa em metros quadrados (m<sup>2</sup>);
- *C* é o coeficiente de escoamento superficial da cobertura (runoff), que varia em determinação do material dos telhados, como apresentado na tabela 1;
- *n* é a eficiência do sistema de captação, considerando dispositivos de descarte de sólidos e desvio de escoamento inicial. Na ausência de dados específicos, recomenda-se um fator de captação de 0,85.

Tabela 1 – Coeficiente de Runoff para diferentes materiais da cobertura (c)

MATERIAL	COEFICIENTE DE RUNOFF
Telhas cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas esmaltadas	0,9 a 0,95

**Continua.**

**Continuação.**

Telhas corrugadas	0,8 a 0,9
Cimento	0,8 a 0,9
Plástico	0,9 a 0,95

Fonte: Tomaz (2009) adaptado pela autora (2024).

Após determinar a disponibilidade de água de chuva, é crucial dimensionar e instalar corretamente os componentes do sistema de captação. As calhas e condutores verticais devem seguir a norma NBR 10.844:1989, utilizando materiais como chapas galvanizadas, ligas de alumínio ou plásticos. É fundamental fixar as calhas de platibanda e de beiral na extremidade da cobertura com uma declividade mínima de 0,5% para garantir o adequado escoamento da água.

Para dimensionar as calhas, a vazão de projeto pode ser calculada pela equação 2:

$$Q = \frac{I \times A}{60} \quad (2)$$

onde:

- $Q$  é a vazão de projeto em litros por minuto (L/min);
- $I$  é a intensidade pluviométrica em milímetros por hora (mm/h);
- $A$  é a área de contribuição em metros quadrados (m<sup>2</sup>).

Conforme documento elaborado pela Prefeitura Municipal de Piúma, a intensidade pluviométrica do município pode ser obtida através da equação 3:

$$I = \frac{1239 \times T^{0,15}}{(t + 20)^{0,74}} \quad (3)$$

onde:

- $I$  é a intensidade pluviométrica em milímetros por hora (mm/h);
- $T$  é o período de retorno em anos
- $t$  é a duração da chuva em minutos (min)

O dimensionamento das calhas deve seguir a fórmula de Manning-Strickler, equação 4, ou uma fórmula equivalente:

$$Q = K \times \frac{S}{n} \times R_H^{2/3} \times i^{1/2} \quad (4)$$

onde:

- $Q$  é a vazão de projeto em litros por minuto (L/min);

- $S$  é a área da seção molhada em metros quadrados ( $m^2$ );
- $n$  é o coeficiente de rugosidade, conforme tabela 2;
- $R$  é o raio hidráulico em metros (m);
- $i$  é a declividade da calha em m/m;
- $K$  é 60.000.

Tabela 2 – Coeficientes de rugosidade ( $n$ ) para calhas

MATERIAL	$n$
Plástico, fibrocimento, aço, metais não-ferrosos	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
Cerâmica, concreto não-alisado	0,013
Alvenaria de tijolos não-revestida	0,015

Fonte: ABNT (1989), adaptado pela autora (2024).

Os condutores verticais, tubos que conduzem a água da calha até o piso ou até o sistema de armazenamento, devem seguir as recomendações da NBR 10844:1889 para dimensionamento. Os condutores devem ser projetados preferencialmente em uma só prumada, com curvas de  $90^\circ$  de raio longo ou curvas de  $45^\circ$  e peças de inspeção quando necessário. O diâmetro interno mínimo dos condutores verticais circulares é de 70 mm. A declividade dos condutores horizontais deve ser uniforme, com um valor mínimo de 0,5%. O diâmetro do condutor vertical é obtido através de ábacos constantes na norma supracitada. Utilizam-se os seguintes parâmetros:

- $Q$ : vazão de projeto em litros por minuto (L/min);
- $H$ : altura da lâmina de água na calha em milímetros (mm);
- $L$ : comprimento do condutor vertical em metros (m).

O reservatório de armazenamento é um dos principais componentes do sistema de captação de água da chuva e deve ser dimensionado considerando a área de captação, o regime pluviométrico e a demanda não potável. O método de dimensionamento pode variar conforme a escolha do projetista, desde que atenda aos critérios técnicos, econômicos e ambientais. Neste trabalho será apresentado o método de Rippl por este considerar a demanda mensal de água, segundo equação 5 (TOMAZ, 2009).

$$V = \sum S(t) \quad (5)$$

logo

$$S(t) = S(t - 1) + Q(t) - D(t)$$

onde:

- $V$  é o volume útil estimado para o reservatório em metros cúbicos ( $m^3$ )
- $S(t)$  é o volume de água no reservatório no tempo  $t$ ;
- $S(t - 1)$  é o volume de água no reservatório no tempo  $t-1$ (período anterior);
- $Q(t)$  é o volume de chuva aproveitável no tempo  $t$ ;
- $D(t)$  é a demanda ou consumo no tempo  $t$ , que pode ser calculada conforme equação 6 (TOMAZ, 2009) ou métodos práticos

$$Demanda\ mensal\ (m^3/mês) = Vm \times F \times At \quad (6)$$

onde:

- $Vm$  é o volume médio gasto para a limpeza e jardinagem, em relação a área ( $m^3/m^2$ )
- $F$  é a frequência de limpeza, ou irrigação ao longo do mês, em dias, conforme tabela 3
- $At$  é a soma total da área de uso em metros quadrados ( $m^2$ )

Tabela 3 – Parâmetros de engenharia para o cálculo da demanda de água não potável em jardins, campo e limpeza de salas e áreas comuns.

USO EXTERNO	TAXA	FREQUÊNCIA
Gramado ou jardim	2 litros/ $m^2$ /dia	12 utilizações/mês
Limpeza de pátios comuns/salas	2 litros/ $m^2$ /dia	20 utilizações/mês
Campo	3 litros/ $m^2$ /dia	12 utilizações/mês

Fonte: Tomaz (2009) adaptado pela autora (2024).

## 2.4 MANUAIS DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUAS DE CHUVA EXISTENTES E SUAS ABORDAGENS

O IPT, instituto de pesquisas vinculado à Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado de São Paulo no “Manual para captação emergencial e uso doméstico de água da chuva” descreve as etapas



que devem ser adotadas para instalação de sistema de aproveitamento de água da chuva em residências, visando a utilização para fins não potáveis (IPT, 2015).

O Manual de Sistemas de Captação de Água de Chuva para fins não potáveis, publicado pelo Centro de Referência em Reuso de Água (CRRRA) em 2019, é um guia que aborda os aspectos necessários para a implementação e manutenção de sistemas de captação de água de chuva. Com o objetivo de promover práticas sustentáveis e eficientes no uso da água, o manual detalha desde a coleta inicial até os procedimentos de manutenção contínua dos sistemas.

O manual de “Orientações para captação de água da chuva”, da Secretaria de Estado de Educação do Paraná (2014), destaca que o bom funcionamento de um coletor de água de chuva está diretamente ligado a dois fatores: ao telhado que é a fonte de captação da água, e à pluviosidade da região estudada. (SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DO PARANÁ, 2014).

O Manual de Instruções de uso das melhorias sanitárias domiciliares, publicado pela FUNASA (2014) aborda de forma sucinta a temática de aproveitamento de águas pluviais, e reforça a importância de lavar regularmente as calhas e canos com água sanitária para desinfetar e propiciar o armazenamento de uma água de melhor qualidade.

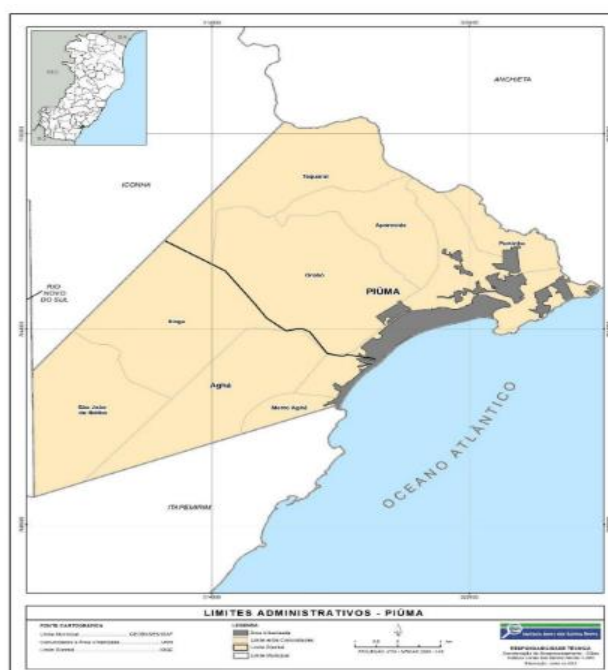
De maneira geral, a literatura disponível sobre captação e aproveitamento de água da chuva revela-se relativamente limitada quando se trata de guias práticos e detalhados para a implantação desses sistemas em ambientes escolares. Muitos dos materiais existentes focam em aplicações residenciais ou comerciais, deixando uma lacuna significativa de informações específicas para escolas e gestores educacionais interessados em adotar práticas sustentáveis. Esta carência de recursos claros e direcionados dificulta a adoção dessas tecnologias no contexto educacional.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 LÓCUS DA PESQUISA**

A pesquisa foi desenvolvida pensando no desenvolvimento de escolas sustentáveis no município de Piúma. O município está localizado na região sul Espírito-Santense do estado (Figura 1), dista 94,8km da capital Vitória, limitando-se a oeste com o município de Rio Novo do Sul, a sudeste com Itapemirim, a noroeste com Iconha, e a nordeste com Anchieta. Segundo censo demográfico do IBGE (2022), possuía 22.300 (vinte e dois mil e trezentos) habitantes.

Figura 1 – Mapa do município de Piúma

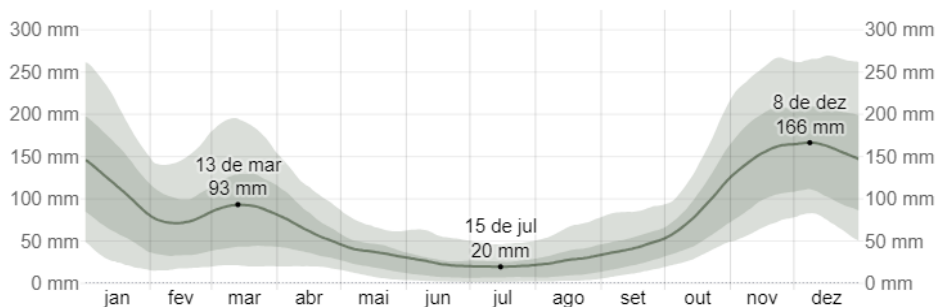


Fonte: Incaper (2024).

A região apresenta clima tropical de savana com temperatura máxima (média anual) em torno de 28°C a 30°C, pluviosidade na faixa de 1300 a 1400 mm/ano, e evapotranspiração potencial girando em torno de 1500 a 1600 mm/ano (INCAPER 2024).

Ao analisar dados pluviométricos obtidos a partir do Atlas Climatológico do Espírito Santo (INCAPER, 2024), correspondente a um período de 40 anos (1978 – 2019), conclui-se que na região o período mais chuvoso ocorre entre os meses de novembro a abril e o período mais seco compreende os meses de maio a outubro.

Figura 2 – Precipitação de chuva mensal média em Piúma



Fonte: Weather Spark (2024).

As escolas municipais existentes no município serão levantadas junto a Secretaria de Educação de Piúma com extração do número de alunos atendidos por instituição. Dada a ausência de plantas arquitetônicas das unidades escolares fornecidas pela secretaria, a área de cobertura será levantada utilizando a ferramenta de construção de poligonal do Google Earth.

### 3.2 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE ÁGUA APROVEITÁVEL E DO VOLUME DA DEMANDA

O volume de chuva aproveitável foi calculado com base na NBR 15527:2019, equação 1. Considerando os seguintes dados para o município de Piúma:  $P = 1500\text{mm}$ ,  $A =$  conforme tabela 4,  $C = 0,013$ ,  $n = 0,85$ .

A demanda pode ser estimada utilizando métodos bibliográficos e práticos. Pelo método bibliográfico a demanda pode ser calculada utilizando a equação 6 e a Tabela 3. Além disso, a demanda pode ser determinada por meio de pesquisas in loco, que envolvem a determinação da frequência de consumo de água não potável em instituições de ensino, bem como a identificação dos tipos de uso e quantificação das áreas por meio de medições ou plantas arquitetônicas. Após a obtenção desses dados aplica-se a equação 6.

No presente estudo a quantificação da demanda para limpeza de pátios comuns/salas e rega de jardins foi inviabilizada devido à ausência de plantas arquitetônicas das unidades escolares.

### 3.3 ESTRUTURA DO MANUAL

As etapas do manual foram elaboradas através de uma pesquisa bibliográfica, que incluiu a identificação e análise de artigos científicos, teses, dissertações, manuais técnicos e documentos de órgãos governamentais e não governamentais, produzidos nos últimos 10 anos, publicados no Portal CAPES e Google Acadêmico.

A busca foi realizada a partir dos Descritores em Ciência da Saúde, da Biblioteca Virtual em Saúde, dos descritores encontrados na Biblioteca Nacional e nos artigos e teses encontradas: *sustainability* (sustentabilidade); *water reuse* (reuso de água); *rainwater* (água de chuva); *manual* (manual); e *school* (escola). Foram identificadas produções dos últimos 10 anos (2014 a 2024), publicadas no Portal de periódicos CAPES, Google Acadêmico, além de livros e normas.

A avaliação de estudos de caso de escolas e outras instituições que implementaram sistemas de captação de água de chuva, permitiu a identificação de parâmetros de dimensionamento, componentes do sistema, práticas bem-sucedidas e desafios enfrentados. Também foram identificadas possíveis práticas educacionais a serem desenvolvidas relacionadas a temática.

### 3.4 PRÁTICAS EDUCACIONAIS

Foram levantadas na revisão bibliográfica as práticas educacionais que podem ser desenvolvidas sobre a temática. As práticas foram apresentadas com um breve descritivo sobre a sua importância, materiais necessários, passo a passo para o seu desenvolvimento e reflexão e discussão com os alunos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CARACTERÍSTICA DAS ESCOLAS DO MUNICÍPIO DE PIUMA

Para conduzir este estudo, foram utilizadas informações fornecidas pela Secretaria de Educação de Piúma, que administra 15 instituições de ensino municipais, das quais apenas uma está localizada na zona rural. Essas escolas atendem um total de 4209 alunos regularmente matriculados. As informações levantadas são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Informações referente a área coberta e quantidade de alunos das escolas municipais de Piúma.

ESCOLA	ÁREA TOTAL DE COBERTURA (m <sup>2</sup> )	QTD. DE ALUNOS
EMEFTI SAO JOAO DA BOA VISTA*	118	17
CRECHE CARMELITA	142	49
MIRANDA PEDROZA		
EMEIEF NOVA ESPERANÇA	195	.133
CRECHE CASULO MENINO JESUS	196	148
EMEI PROFESSORA VERA LUCIA	267	143
ALVARENGA		
EMEIEF PORTINHO	488	264
CRECHE VOVÓ GENOVEVA	528	139
EMEI JARDIM DE INFANCIA	635	182
NOSSA SENHORA DA CONCEIÇÃO		
EMEI PROFA CELIA MARIA HEHR	657	237
XAVIER NUNES		
MIRANDA PEDROZA		
EMEFTI ITAPUTANGA ARTHUR CARVALHO *	762	.569
EMEF MANOEL DOS SANTOS PEDROZA	813	581
EMEI ANGELA PAULA COELHO PEDROZA	882	164
EMEFTI CEU AZUL *	1513	278
EMEF LACERDA DE AGUIAR *	1731	781
EMEF JOSE DE VARGAS SCHERRER	2024	534

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

#### 4.2 – VOLUME DE ÁGUA APROVEITÁVEL

O volume de água aproveitável foi calculado conforme NBR 15527/19, equação 1 deste trabalho. Este valor é dado pela relação entre a área total de cobertura das escolas e o volume médio anual de precipitação de 1.500 mm/ano,  $C = 0,013$ ,  $n = 0,85$ . Esses dados estão consolidados na tabela 5.

Tabela 5 – Volume de água de chuva aproveitável por instituição de ensino.

ESCOLA	ÁREA TOTAL DE COBERTURA (m <sup>2</sup> )	VOLUME APROVEITÁVEL (L/ANO)
EMEFTI SAO JOAO DA BOA VISTA*	118	1.955,85
CRECHE CARMELITA	142	2.353,65
MIRANDA PEDROZA		
EMEIEF NOVA ESPERANÇA	195	3.232,12
CRECHE CASULO MENINO JESUS	196	3.248,70
EMEI PROFESSORA VERA LUCIA	267	4.425,52
ALVARENGA		
EMEIEF PORTINHO	488	8.088,60

CRECHE VOVÓ GENOVEVA	528	8.751,60
EMEI JARDIM DE INFANCIA NOSSA SENHORA DA CONCEIÇÃO	635	10.525,13
EMEI PROFA CELIA MARIA HEHR XAVIER NUNES MIRANDA PEDROZA	657	10.889,78
EMEFTI ITAPUTANGA ARTHUR CARVALHO *	762	12.630,15.
EMEF MANOEL DOS SANTOS PEDROZA	813	13.475,48
EMEI ANGELA PAULA COELHO PEDROZA	882	14.619,15
EMEFTI CEU AZUL *	1513	25.077,98
EMEF LACERDA DE AGUIAR *	1731	28.691,33
EMEF JOSE DE VARGAS SCHERRER	2024	33.547,80

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

### 4.3 MANUAL PRÁTICO DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA EM UNIDADES ESCOLARES DO MUNICÍPIO DE PIÚMA

O manual proposto destina-se a orientar a implantação e o uso de sistemas de captação e aproveitamento de água da chuva em unidades escolares, com foco específico na utilização da água coletada para fins não potáveis, como a rega de jardins e a limpeza de pátios. É importante ressaltar que a água da chuva captada, conforme orientações deste manual, não deve ser consumida ou utilizada para fins potáveis, devido ao risco de contaminação e à ausência de tratamento adequado para torná-la segura para consumo humano. Portanto, o uso deve ser restrito às atividades mencionadas, garantindo a sustentabilidade e a economia de recursos hídricos nas escolas, sem comprometer a saúde dos usuários.

#### 4.3.1 Critérios para a escolha do local de implantação do sistema de aproveitamento de água da chuva

A escolha do local para a implantação de um sistema de aproveitamento de água da chuva em unidades escolares deve considerar diversos critérios técnicos, ambientais e operacionais para garantir a eficiência e a segurança do sistema. Alguns dos principais critérios a serem observados incluem:

**4.3.1.1 Área de Captação:** A superfície de captação irá influenciar diretamente na quantidade de água captada, quanto maior a superfície disponível maior a quantidade

de água de chuva que poderá ser armazenada. Para telhados de duas águas, pode-se escolher captar de apenas um dos lados, a depender da demanda de água necessária. Telhados inclinados de escolas são geralmente ideais, desde que sejam regularmente limpos e livres de contaminantes (IPT,2015). Deve-se evitar superfícies feitas de materiais que liberem contaminantes na água, como as telhas de amianto.

*4.3.1.2 Armazenamento de água de chuva:* O local de armazenamento e tratamento próximo aos pontos de uso da água diminui a quantidade de tubulações e encaixões que deverão ser utilizadas. Este manual prioriza os usos não potáveis tais como áreas de jardinagem e limpeza, para reduzir perdas e custos com obras estruturais dos edifícios já existentes. Deve haver espaço suficiente para instalar os reservatórios de armazenamento da água coletada. Esse espaço deve ser de fácil acesso para manutenção e monitoramento (PARANÁ, 2014).

*4.3.1.3 Topografia do Terreno:* A topografia deve permitir um fluxo da água da chuva do ponto de armazenamento até os pontos de uso preferencialmente utilizando a gravidade para minimizar a necessidade de bombeamento. Uma dica eficiente é disponibilizar os reservatórios em cima de plataformas de alvenaria, pallets ou outras estruturas que possibilitem um aumento da distância entre as saídas de água e o ponto de uso (PARANÁ, 2014).

#### **4.3.2 Sistema de calhas e condutores**

Uma forma eficiente e econômica de implementar um sistema de captação de água da chuva é utilizar as calhas já instaladas nas unidades escolares. Caso o sistema de calhas seja inexistente ou ineficiente, deve-se instalar um novo, priorizando a redução de custos e eficiência do projeto.

*4.3.2.1 Inspeção Física:* Realize uma inspeção detalhada das calhas para identificar desgastes, danos, corrosão ou obstruções. Calhas em bom estado são fundamentais para evitar vazamentos e garantir a eficiência do sistema. (ABNT NBR 10844:1989).

*4.3.2.2 Material das Calhas:* Verifique o material das calhas. Materiais como PVC, alumínio e aço galvanizado são geralmente adequados para a captação de água da

chuva. Calhas de materiais corroídos ou de amianto devem ser substituídas (ABNT NBR 10844:1989).

*4.3.2.3 Instalação Adequada:* Verifique ou instale as calhas ao longo de todo o telhado selecionado para captação, assegurando a coleta completa da água da chuva. Garanta uma inclinação suave (geralmente entre 0,5% e 1%) em direção aos condutores para otimizar o fluxo da água (ABNT NBR 10844:1989), posicionando os condutores nos pontos mais baixos do telhado para facilitar o escoamento eficiente.

*4.3.2.4 Direcionamento da Água:* Direcione a água dos condutores para os reservatórios de armazenamento utilizando tubos de ligação. Certifique-se de que os tubos são suficientemente largos para evitar transbordamentos. Por exemplo, condutores de 75 mm a 100 mm são comuns para áreas de telhado menores, enquanto áreas maiores podem necessitar de condutores de 100 mm a 150 mm (ABNT NBR 10844:1989).

*4.3.2.5 Dimensionamento do Sistema:* Para adequar o sistema à realidade de cada instituição de ensino, utilize tabelas específicas ou consulte as normas técnicas ABNT NBR 15527:2019 e 10844:1989, conforme equação 4 deste trabalho para determinar o dimensionamento adequado dos componentes.

### **4.3.3 Sistema de filtros e first flush**

Filtrar a água antes do armazenamento é crucial para garantir sua qualidade, removendo sujeiras grosseiras como galhos, folhas e insetos trazidos do telhado. Diversos modelos de filtros, desde caseiros até comerciais, podem ser instalados na tubulação vertical que conecta a calha ao reservatório, conforme recomendações do IPT (2015). Além disso, os próprios alunos podem fabricar filtros, conforme descrito na prática do item 4.4.2, permitindo que participem ativamente na implementação do sistema e promovam a educação ambiental.

Apesar da eficácia na retenção de partículas maiores, os filtros não impedem a passagem de sujeiras finas, afetando a qualidade da água armazenada após períodos prolongados de estiagem. É essencial descartar a água das primeiras chuvas para evitar problemas de qualidade, recomendando-se eliminar os primeiros



2 mm de precipitação, equivalente aos primeiros 5 a 10 minutos de chuva, baseado na área do telhado coletor conforme equação 7, conforme indicado pelo IPT (2015).

$$2mm \times m^2 = \text{volume de água que deve ser descartada em litros (L)} \quad (7)$$

O sistema “first flush” pode ser implementado através de tubo de desvio com bola flutuante, tubo de desvio com válvula de lavagem, filtro de primeira lavagem modular pré-fabricado, dentre outros.

#### **4.3.4 Armazenamento**

Os reservatórios para armazenar água de chuva são similares aos utilizados para água da rede de abastecimento, sendo adequadas as caixas d'água fabricadas conforme as normas técnicas brasileiras. Eles devem ser estanques, resistentes e possuir uma saída de fundo para facilitar o esvaziamento e a limpeza. O material, como o plástico polietileno, é recomendado por sua durabilidade e compatibilidade com a qualidade da água. A água não aproveitável pode ser destinada à rede de águas pluviais, vias públicas ou infiltrada, seguindo os critérios para evitar contaminação do lençol freático (ABNT NBR 15527:20119).

Ao implementar sistemas de aproveitamento de água de chuva em escolas, é essencial dimensionar os reservatórios conforme o espaço disponível e os recursos financeiros. O método de dimensionamento deve satisfazer critérios técnicos, econômicos e ambientais, conforme estabelecido pelas diretrizes do projeto (equação 5).

A higienização da água de chuva no reservatório é crucial para reduzir bactérias e degradação. O clorador simplificado da Funasa é ideal para pequenas comunidades, com reservatório de solução de cloro, válvula dosadora e ponto de mistura que permitem controle preciso da desinfecção. Seu design simples facilita instalação e manutenção sem exigir equipamentos sofisticados ou mão de obra especializada (Funasa, 2014). É fundamental também manter os ladrões tampados e o reservatório bem fechado para prevenir a proliferação do mosquito da dengue.

#### **4.3.5 Frequência de manutenção dos componentes do sistema**

A manutenção dos componentes de um sistema de captação de água da chuva é essencial para garantir sua eficiência e longevidade (Tabela 6). A manutenção adequada preserva a qualidade da água coletada, reduzindo o risco de contaminação por resíduos orgânicos ou químicos. Dessa forma, a manutenção contínua contribui para a sustentabilidade e a eficácia do sistema, promovendo uma gestão eficiente dos recursos hídricos (ABNT NBR 15527:2019).

Tabela 6 – Frequência de manutenção

COMPONENTE	FREQUÊNCIA DE MANUTENÇÃO
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal Limpeza Trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial, se existir	Inspeção mensal Limpeza Trimestral
Calhas*	Inspeção semestral, limpeza quando necessário
Área de captação, condutores verticais e horizontais	Inspeção semestral, limpeza quando necessário
Dispositivos de desinfecção	Inspeção mensal
Bombas	Inspeção mensal
Reservatório	Inspeção anual, limpeza quando necessário

\*Além da limpeza deve ser realizada verificação da existência de formação de áreas de acúmulo de água e eliminação quando necessário, para evitar a proliferação de vetores, em especial de mosquitos.

Fonte: NBR 15527:2019, adaptado pela autora (2024).

#### 4.3.6 Monitoramento da qualidade da água captada

O monitoramento dos parâmetros de qualidade da água em sistemas de captação de água da chuva para usos não potáveis é essencial para garantir sua adequação e segurança, mesmo sem destinação para consumo humano. A água deve ser analisada periodicamente em laboratório, preferencialmente amostrada na saída do reservatório de distribuição ou após a cloração, conforme estabelecido na Tabela 7 da ABNT NBR 15527:2019, para assegurar sua qualidade.

Tabela 7 - Parâmetros mínimos de qualidade para usos não potáveis

PARÂMETRO	VALOR
<i>Escherichia coli</i>	< 200 / 100ml
Turbidez	< 5,0 uT
pH	6,0 a 9,0

Fonte: NBR 15527:2019, adaptado pela autora (2024).

#### 4.4 PRÁTICAS DIDÁTICAS COM O SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA

Ao envolver os estudantes em atividades práticas e interdisciplinares, eles aprendem sobre a conservação dos recursos hídricos, desenvolvendo habilidades como observação, medição, cálculo e criatividade. As práticas didáticas do projeto reforçam conceitos curriculares de forma tangível, aplicando o conhecimento para resolver problemas reais e promovendo colaboração e responsabilidade ambiental entre os alunos.

##### 4.4.1 Construindo um PLUVIÔMETRO

Construa um pluviômetro simples com garrafas plásticas recicladas para medir a quantidade de chuva coletada. Os alunos podem observar e registrar a quantidade de água em diferentes dias. Cada mm do pluviômetro corresponde a 1 litro de água que caiu em uma área de 1 metro quadrado (GUIMARÃES, SILVA E PEREIRA 2014).

*4.4.1.1. Materiais necessários:* Garrafa PET de 2L; régua, tesoura, fita adesiva, marcador permanente; funil (opcional); suporte para fixar o pluviômetro.

##### *4.4.1.2 Passo a passo*

- a) Preparação da garrafa: Remova o rótulo da garrafa e lave-a bem. Deixe secar completamente. Corte a parte superior da garrafa, deixando a parte inferior (onde a água será coletada) e a parte do meio (onde a escala será marcada). Adicione pequenas pedras dentro da garrafa até preencher o seu fundo irregular, isso irá facilitar a marcação da escala, que deve iniciar na parte cilíndrica.
- b) Marcação da escala: Use a régua e o marcador permanente para marcar linhas de medida na garrafa, representando a quantidade de chuva em milímetros. Fixe a parte superior da garrafa cortada invertida na parte de baixo da garrafa, formando um funil para direcionar a água para o compartimento de medição.
- c) Registro das medições: Fixe o pluviômetro em um local adequado, como uma área aberta e plana, usando um suporte resistente. Após cada chuva, verifique a quantidade de água coletada no pluviômetro e registre os resultados.

#### *4.4.1.3 Reflexão e Discussão*

Ensine os alunos a registrar e analisar medições ao longo do tempo, usando gráficos simples ou dados meteorológicos. Explore o impacto da chuva no ambiente local, incluindo plantas, animais e abastecimento de água comunitário. Estimule a curiosidade científica sobre variações de chuva em diferentes épocas e regiões. Promova discussões sobre conservação de água e ideias para economizar água em casa e na escola.

#### **4.4.2 Confeção de Filtros para Separar Sólidos Grosseiros da Água de Chuva**

Ensine aos alunos a importância da filtragem inicial da água de chuva e como confeccionar um filtro simples para separar sólidos grosseiros, promovendo a participação ativa e a educação ambiental. Divida a turma em pequenos grupos, cada um responsável por uma parte do processo de confecção e instalação do filtro.

*4.4.2.1. Materiais Necessários:* condutor vertical (cano que desce da calha); tela de arame fino ou tecido filtrante (mosquiteiro); serra ou estilete; fita adesiva resistente ou abraçadeiras plásticas; luvas e óculos de proteção.

#### *4.4.2.2 Passo a Passo*

- a) Identificação do Local: Identifique o ponto no tubo de queda onde o filtro será instalado. Este ponto deve ser acessível para facilitar a manutenção e a limpeza.
- b) Corte no Tubo: Usando a serra ou estilete, faça uma pequena abertura retangular no tubo de queda, grande o suficiente para inserir a tela filtrante.
- c) Corte da Tela: Corte a tela de arame fino ou o tecido filtrante em um tamanho adequado para cobrir a abertura no tubo de queda, com uma margem extra para fixação. Dobre a tela de modo a formar um ângulo de 45°. Esta inclinação ajudará a sujeira a ficar retida ou ser jogada para fora pela força da água.
- d) Fixação da Tela: Insira a tela na abertura do tubo e fixe-a com fita adesiva resistente ou abraçadeiras plásticas. Certifique-se de que a tela esteja bem segura e inclinada corretamente.
- e) Posicionamento do Filtro: Posicione o tubo de queda com o filtro instalado em um local onde a água perdida durante a filtragem não cause problemas, como sobre um jardim ou uma área que pode ser molhada.

f) Monitoramento da Eficiência: Periodicamente, verifique a eficiência do filtro observando a quantidade de detritos acumulados e a clareza da água que passa pelo filtro.

#### *4.4.2.3 Reflexão e Discussão*

Ao confeccionar e instalar seus próprios filtros para separar sólidos grosseiros da água de chuva, os alunos aprendem sobre a importância da filtragem inicial para a preservação da qualidade da água e o funcionamento eficiente do sistema de captação. Essa atividade prática também desenvolve habilidades manuais, incentiva o trabalho em equipe e promove a conscientização ambiental entre os estudantes.

#### **4.4.3 Calculando a Redução no Consumo de Água Potável e o Ganho Econômico com um Sistema de Captação de Água da Chuva**

Ensine aos alunos como calcular e entender os benefícios econômicos e ambientais de um sistema de captação de água da chuva em uma escola (SILVA, MOURA E OLIVEIRA 2017).

4.4.3.1. Materiais Necessários: Dados de consumo de água potável da escola (mensal ou anual) dados históricos de pluviosidade da região (pode ser obtido de estações meteorológicas locais); calculadora, papel e lápis.

#### *4.4.3.2 Passo a Passo*

a) Consumo de Água Potável: Utilize os registros de consumo de água potável da escola (por exemplo, os últimos 12 meses) para determinar a média mensal ou anual de consumo.

b) Volume de Água Captada: Utilize dados históricos de pluviosidade da região para calcular o volume de água que seria captado em um ano com base na área de captação do telhado da escola e na pluviosidade média da região. Conforme equação 1.

c) Redução no Consumo de Água Potável: Compare o volume de água potável economizado através dos dados de consumo com o volume de água da chuva captada.

d) Ganho Econômico: Estime o custo da água potável economizada multiplicando o volume pelo custo por unidade de água potável na região.

#### *4.4.3.3 Reflexão e Discussão*

Ajude os alunos a interpretar os resultados dos cálculos, discutindo como a captação de água da chuva pode reduzir custos e o impacto ambiental da escola. Promova a importância da conservação de água e das práticas sustentáveis na comunidade escolar e no meio ambiente. Essa prática ensina aos alunos os benefícios práticos da captação de água da chuva, desenvolvendo suas habilidades de cálculo, análise de dados e consciência ambiental, incentivando-os a se tornarem cidadãos mais conscientes e responsáveis.

## **5 CONCLUSÃO**

A elaboração do manual para a implantação de sistemas de aproveitamento de água da chuva em escolas municipais de Piúma-ES demonstra um avanço significativo no desenvolvimento de práticas sustentáveis e na promoção da conscientização ambiental. Este estudo não apenas fornece um guia prático para a instalação desses sistemas, como também enfatiza a importância de integrá-los ao ambiente educacional, com a implementação de práticas educacionais, contribuindo para a formação de uma geração mais consciente e responsável quanto ao uso dos recursos hídricos.

Uma perspectiva promissora para este trabalho é a sua transformação em material lúdico, o que pode ampliar seu alcance e impacto. Ao converter o manual em um formato acessível e interativo, ele poderá ser distribuído não apenas nas escolas municipais de Piúma, mas também em outras localidades. Essa abordagem lúdica tem o potencial de engajar ainda mais os alunos, facilitando o aprendizado e incentivando a adoção de práticas sustentáveis de maneira divertida e educativa.

Diante dos dados levantados e em atenção ao cenário escolar com fito em promover a educação ambiental, vislumbra-se ser possível a aplicabilidade deste projeto concomitante a todas as séries da escola, isto porque nas diversas práticas aplicáveis existem etapas de trabalho manual, cálculos, análise de local, observação do clima/tempo, e portanto, cada série pode ficar responsável por uma

etapa, e ao concretiza-lo, todos alunos terão participação, cada qual em sua particularidade sendo o benefício comum a todos.

Assim, conclui-se que este projeto não só representa um passo importante para a autossuficiência hídrica e a sustentabilidade ambiental em Piúma, mas também abre caminho para a disseminação de conhecimentos e práticas sustentáveis em outros municípios, fortalecendo a educação ambiental e a gestão responsável dos recursos hídricos em um contexto mais amplo.

## 6 REFERÊNCIAS

ABCMAC. **Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva.** Histórico. 2000. Disponível em: <http://www.abcmac.org.br/historico>. Acesso em: 21 maio 2024.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10844:1989 - Instalações prediais de águas pluviais.** Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

\_\_\_\_\_. **NBR 15527:2019 - Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.** Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

AGERH. Agência Estadual de Recursos Hídricos. **Manual operativo dos planos de recursos hídricos capixabas** - MOP, Bacia Hidrográfica do Rio Novo. Espírito Santo, 2020.

\_\_\_\_\_. **Manual operativo dos planos de recursos hídricos capixabas** - MOP, Bacia Hidrográfica do Rio Benevente. Espírito Santo, 2021.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. RELATÓRIO DE GESTÃO EXERCÍCIO 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-aud/relatorio-de-gestao/relatorio-de-gestao-ana-2017/@@download/file/Relat%C3%B3rio%20de%20Gest%C3%A3o%20ANA%20-%202017.pdf>. Acesso em: 20 maio 2024.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.** Brasília, 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm). Acesso em: 10 jun. 2024.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 13.501, de 30 de outubro de 2017. Altera as Leis nos 8.745, de 9 de dezembro de 1993, e 13.344, de 10 de outubro de 2016.** Brasília, 2017. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/lei/L13501.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13501.htm). Acesso em: 10 jun. 2024.

CCRA. CENTRO DE REFERÊNCIA EM REUSO DE ÁGUA. **Manual de Sistemas de Captação de Água de Chuva para fins não potáveis.** Manaus, 2019.

DA CRUZ, C. G.; RIOS, M. L. Potencial de captação da água pluvial em uma escola na comunidade de Lage dos Negros/Campo Formoso-BA: Potencial de captação de água pluvial em uma escola da comunidade de Lage dos Negros/Campo Formoso-BA. **Revista Macambira**, v. 1, pág. e061004-e061004, 2022.

DA SILVA, M. B. M.; LIMA, D. F.; RIBEIRO, M. M. R. Governança de água e planejamento urbano: aproveitamento de água de chuva para construção de cidades mais resilientes. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 18, n. 2021, 2021. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/OJS/index.php/REGA/article/view/581>. Acesso em: 20 maio 2024.

EL TUGOZ, J.; BERTOLINI, G. R. F.; BRANDALISE, L. T. Captação e aproveitamento da água das chuvas: o caminho para uma escola sustentável. **Revista de gestão ambiental e sustentabilidade**, v. 6, n. 1, p. 26-39, 2017.

ESPÍRITO SANTO. **Plano Estadual de Recursos Hídricos**. Disponível em: <https://perh.es.gov.br/#:~:text=O%20Plano%20Estadual%20de%20Recursos,e%20econ%C3%B4mico%20em%20bases%20sustent%C3%A1veis>. Acesso em: 20 jun. 2024.

FARIA, R. S.; THEBALDI, M. S.; MERLO, M. N. Análise técnica e econômica do dimensionamento de reservatórios de águas pluviais para fins não potáveis em condomínio vertical e horizontal. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 119-142, 2021. Disponível em: [https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/8580](https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/8580). Acesso em: 20 maio 2024.

FERNANDES, D. R. M.; MEDEIROS NETO, V. B. de; MATTOS, K. M. da C. **Viabilidade econômica do uso da água da chuva**: um estudo de caso da implantação de cisterna na UFRN. RN, 2007.

FREITAS, M. A. de H. **Aproveitamento de águas pluviais em unidades educacionais do município de Portalegre/RN**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado, a Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Campus Pau dos Ferros, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/7632>. Acesso em: 20 maio 2024.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Saneamento domiciliar, manual de instruções de uso das melhorias sanitárias domiciliares**. Brasília, 2014.

GHISI, E. **Influência da precipitação pluviométrica, área de captação, número de moradores e demandas de água potável e pluvial no dimensionamento de reservatórios para fins de aproveitamento de água pluvial em residências unifamiliares**. Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Civil como requisito parcial para participação em concurso público – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 63p. 2006.



GUIMARÃES, L. A., SILVA, R. M. & PEREIRA, V. C. **Construindo um pluviômetro: uma proposta para o ensino de ciências nos anos iniciais.** Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática, vol. 2, no. 3, 2014, pp. 45-54.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html>. Acesso em: 20 jun. 2024.

INCAPER. **Atlas climatológico do Espírito Santo.** Organizado por Pedro Henrique Bonfim Pantoja, Geórgia Goulart Casotto Ziviani, Thábata Teixeira Brito de Medeiros. Vitória, ES: Incaper, 2024.

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva. Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação.** São Paulo, 2015.

MELO, L. F. C. de. **Estudo de viabilidade de um sistema de aproveitamento de água de chuva no Campus do Instituto Federal de Minas Gerais em Ouro Preto.** 2022. 182 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Sustentabilidade Socioeconômica Ambiental) – Núcleo de Pesquisas e Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2022. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/15036>. Acesso em: 22 maio 2024.

MOURA, C. A., SOUZA, M. S. & OLIVEIRA, F. J. **Confecção de filtros caseiros para tratamento de água: uma abordagem prática para o ensino de ciências.** Revista Brasileira de Ensino de Ciências, vol. 3, no. 2, 2016, pp. 125-134.

OLIVEIRA, R. A. DE; SANTOS, G. S. DOS; RIBEIRO, M. L. B. Captação e aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis no IFES – Campus Montanha: potencial de economia. **Revista Ifes Ciência**, v. 9, n. 1, p. 01-11, 2023. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/ric/article/view/1525>. Acesso em: 22 maio 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Relatório Anual 2022.** Brasília: ONU Brasil, 2022.

PARANÁ. Secretaria de Estado de Educação do Paraná. **Orientações para coleta de água da chuva.** Paraná, 2014.

SILVA, R. T., MOURA, M. S. & OLIVEIRA, A. G. **Análise Econômica do Uso de Sistemas de Captação de Água da Chuva em Residências Urbanas.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol. 22, no. 4, 2017, pp. 32-42.

TOMAZ, P. Coeficiente de runoff. In\_\_\_\_\_: **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis.** 2009. cap 5. P. 5.1-5.5.

**SOFIA NOGUEIRA DE ALMEIDA**

**MANUAL PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE APROVEITAMENTO  
DE ÁGUA DA CHUVA EM ESCOLAS MUNICIPAIS DE PIÚMA-ES**

Trabalho Final de Curso apresentado ao Curso de Pós-Graduação Especialização em Recursos Hídricos, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Recursos Hídricos.

Aprovado em 09 de julho de 2024

**COMISSÃO EXAMINADORA**

Doutora Mariângela Dutra de Oliveira  
Instituto Federal do Espírito Santo - Ifes  
Orientadora

Doutor Lucien Akabassi  
Instituto Federal do Espírito Santo - Ifes  
Membro Interno

Doutor Jonio Ferreira de Souza  
Instituto Federal do Espírito Santo - Ifes  
Membro Externo