

Captação de água de chuva para fins não potáveis conforme diretrizes da NBR Brasileira 15527

Andressa Gonçalves Fernandes¹, Arielle de Paula Lima¹, Denise Cristina Pereira Machado ¹, Izadora Letícia Rocha Martins¹

(andressaharlot@gmail.com, ariellelima00@gmail.com, denisecristina09@hotmail.com, izadoraleticiarm@hotmail.com)

Professora orientadora: M.a Sheila Leal Oliveira Loureiro

Coordenação de curso de Engenharia Civil

Resumo

Cada vez mais assuntos relacionados à escassez de água tornaram-se pautas quando se trata do desenvolvimento sustentável, uma vez que a quantidade de água potável é finita. Diante desse cenário, busca-se cada vez mais a preservação do meio ambiente e a redução de custos com água, optando por instalar sistemas de reuso de água pluvial, com o intuito de minimizar os gastos e gerar ações sustentáveis. No Brasil, o reuso de água de chuva é regido pela NBR 15527:2019. Diante desse cenário esse trabalho teve como objetivo avaliar através de fundamentação teórica, pesquisa qualitativa e estudo de caso os pontos positivos e negativos do reuso de água de chuva em uma empresa agrícola da cidade de Sete Lagoas conforme normatização. O trabalho é de grande relevância, pois identificou a viabilidade ambiental e socioeconômica na empresa em estudo, sustentabilidade e normatizações da água para fins não potáveis.

Palavras-chave: Água. Chuva. NBR 15527:2019. Captação. Reuso.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a captação de águas pluviais para aproveitamento não potável é regida pela norma brasileira NBR 15527:2019 na qual as águas pluviais podem ser aproveitadas após tratamento adequado como, por exemplo, descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água e usos industriais.

Dentro de uma residência a água potável é utilizada para diversos fins e uma parcela significativa é destinada para uso menos nobre. O consumo de água potável, para fins não potáveis pode chegar a 84% em uma residência. (PNCDA, 2002)

Assim, vê-se grande viabilidade de aproveitar água da chuva para uso não potável, e com todos os problemas relacionados à limitação do uso da água doce, concomitante ao crescimento populacional, aliados à má utilização da água potável utilizada para as necessidades humanas, vem à importância da captação da água da chuva para fins potáveis e não potáveis. Há milhares de anos atrás já se usavam dessa técnica para armazenar água e usá-las nos períodos de estiagem. (TIBAYUKA, 2008)

Segundo previsões da Organização das Nações Unidas, $\frac{2}{3}$ da população mundial estará vivendo sob escassez de água em 2025 e no caso do Brasil, o problema não é a falta de água, mas o excesso de contingência populacional na mesma localidade. Apesar de o país ser dono de 13% das reservas de água doce do mundo, onde tem água não tem gente, e onde tem gente não tem água, ou seja, a população brasileira se concentra onde a disponibilidade hídrica é

¹ Graduação em Engenharia Civil – Centro Universitário UNA.

menor, como no Nordeste, de clima semiárido, ou no Sudeste, onde a concentração populacional é enorme, e no Sul, região com excesso de irrigação. (PAGANINI,2018)

O crescimento populacional acelerado põe-se em alerta a escassez de água potável e do sistema hídrico natural. Com isso, a elaboração de um sistema de reutilização de água pluvial para fins não potáveis, é de grande importância para novas construções e reformas. Os estudos de viabilidade de instalação do sistema não podem ser deixados de lado, já que a NBR15527:2019 traz algumas exigências de tratamento, armazenamento e utilização.

Sendo assim, são necessárias ações para a eficiente gestão da demanda do uso da água, reduzindo os índices de perdas e desperdícios, muitas vezes inconscientes e para que a água continue sendo uma fonte acessível, faz-se necessário adotar medidas sobre a renovação deste recurso, bem como, uma mudança de hábitos da sociedade, de modo a orientar as ações públicas e privadas no intuito de otimizar a utilização dos recursos hídricos.

Diante das problemáticas citadas acima, este trabalho tem como objetivo identificar a importância do reuso de água pluvial em uma indústria do segmento agrícola, cumprindo os pré-requisitos descritos na NBR 15527:2019.

A proposta é de fazer um estudo bibliográfico de captação de água pluvial já implementado em uma indústria, trazendo as principais vantagens e desvantagens de se ter um sistema de captação de água da chuva, conforme as normatizações brasileiras.

Para tal, fizemos visita técnica a um grupo empresarial do Estado de Minas Gerais que atua no mercado de agronegócio oferecendo produtos direcionados ao mercado de nutrição animal, vegetal e industrial, que realiza a captação de água da chuva.

Diante desta fonte alternativa, a água da chuva contribui tanto na diminuição do volume de água tratada consumida, como na economia da conta de abastecimento público dos usuários e também auxilia no amortecimento do escoamento superficial atenuando enchentes devido ao volume da água lançada nas vias públicas. São diversas condições relevantes quando apresentam características favoráveis a implantação, especialmente em processos que exigem elevada demanda de água e grandes áreas de cobertura para a captação (MIERZWA et al. 2007), o que valida o desenvolvimento do trabalho de aproveitamento da água da chuva aplicado ao ramo industrial.

2. DESENVOLVIMENTO

Convivendo com notícias alarmantes sobre a iminente situação do meio ambiente, homens e mulheres do século XXI lidam diariamente com a questão da escassez da água.

A água exerce notável influência sobre todas as formas de vida existentes no planeta. Sem ela, seria impossível estabelecer as condições necessárias para a existência das espécies, bem como garantir as condições essenciais à manutenção da vida humana. É inquestionável a utilidade da água para o homem. Sua presença é fator determinante para a melhoria de seu bem-estar e o desenvolvimento de suas atividades.

No entanto, embora dois terços da superfície do planeta sejam formados por esse composto químico, a água potável é, na realidade, um recurso escasso. A quantidade de água doce na natureza é limitada a um percentual muito baixo em relação ao total existente no globo.

A problemática da água se agrava à medida que se constata demandas cada vez maiores, com limitado suprimento. O crescimento econômico desordenado, a ocupação não apropriada do solo, a expansão industrial e as atividades agrícolas têm contribuído para tornar a disponibilidade hídrica em certas bacias hidrográficas incompatível com as demandas nas suas múltiplas modalidades de uso. Ademais, o descarte de esgotamentos sanitários e efluentes industriais sem nenhum tratamento, aliados à disposição inapropriados dos resíduos sólidos urbanos e industriais, têm contribuído para degradar a qualidade das águas. Não raro são os casos de racionamento de água devido, principalmente, ao crescimento indisciplinado de certas

regiões e à essencialidade da água em termos de serviços e necessidades sociais. Nesse sentido, começa a haver uma preocupação crescente com o futuro dos recursos hídricos, uma vez que a água vem se tornando um bem cada vez mais escasso. (FERNANDEZ e GARRIDO, 2002)

A expansão desordenada dos processos de urbanização e industrialização tem gerado problemas no abastecimento público de água no Brasil, decorrentes fundamentalmente da combinação do crescimento exagerado da demanda e da degradação da qualidade, aliados a falta de conhecimento técnico e de planejamento. Ao identificar os principais problemas sobre a gestão da água no Brasil, destaca-se o baixo nível tecnológico e organizacional dos sistemas, a forma desordenada de uso da água, a expansão urbana sobre áreas de mananciais, a falta de tratamento ou o lançamento direto de esgotos não tratados, o desperdício da água disponível, dentre outros. (REBOUÇAS, 2002)

As águas de qualidade inferior, tais como esgotos, particularmente os de origem doméstica, águas de chuva, águas de drenagem agrícola e águas salobras, devem, sempre que possível, ser consideradas como fontes alternativas para usos menos restritivos. O uso de tecnologias apropriadas para o desenvolvimento dessas fontes constitui, hoje, em conjunção com a melhoria da eficiência do uso e controle da demanda, a estratégia básica para a solução do problema da falta universal de água. (MANCUSO & SANTOS, 2003)

Com o conhecimento adequado destas técnicas, as mesmas podem ser aplicadas no reuso das águas da chuva.

2.1 Reuso da Água da Chuva

Uma nova conceituação vem se afirmando pela importância da reutilização na atual gestão da água: a de que a água de reuso é um novo tipo de recurso hídrico. Dentre os objetivos do aproveitamento para fins benéficos, encontra-se o uso racional e eficiente da água. Assim, não é mais admissível nos meios técnicos, científicos e políticos dissociar a gestão sustentável dos recursos hídricos do reuso de água. (SILVA *et al*, 2003)

Dentre as possíveis finalidades para se utilizar a técnica do reuso da água estão:

- descargas em bacias sanitárias;
- irrigação de gramados e plantas ornamentais;
- lavagem de veículos;
- limpeza de calçadas e ruas;
- limpeza de pátios;
- espelhos d'água;
- usos industriais.

Porém, a maior dificuldade para definir reuso de água é saber o momento a partir do qual se admite que ele está sendo feito.

De acordo com a definição apresentada por SILVA *et al* (2004), o reuso de água é o aproveitamento de águas previamente utilizadas uma ou mais vezes em alguma atividade humana, para suprir necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original. Pode ser direto ou indireto, bem como decorrer de ações planejadas ou não.

Sendo assim, percebe-se que o termo “reuso” é mais adequado ao aproveitamento de águas residuárias, como esgotos domésticos ou provenientes de atividades em que a água é utilizada para um fim específico, como, por exemplo, fins industriais. Além disso, está vinculada a esse conceito a ideia de que esta água residuária precise passar por algum tipo de tratamento para poder ser reutilizada.

Visando uma melhor utilização do reuso da água de chuva foram criados programas para incentivar essa prática.

2.2 Programas de Uso Racional de Água

O uso eficiente da água em todos os tipos de edificações está relacionado diretamente com o comportamento dos usuários quanto à utilização deste recurso finito. Diante disso, muitos programas relacionados ao uso racional da água estão sendo desenvolvidos no mundo todo, inclusive no Brasil. Em âmbito nacional, atualmente vem sendo aplicado o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA, coordenado pelo Governo Federal, que tem por finalidade promover o uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência dos serviços dos sistemas. (PNCDA, 2006)

Já o PURA - Programa de Uso Racional da Água, desenvolvido apenas no estado de São Paulo, foi criado em 1995 através de uma parceria entre a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), Laboratório de Sistemas Prediais do Departamento de Construção Civil (LSP/PCC), Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), tendo como objetivos combater o desperdício de água, garantir o fornecimento de água e a qualidade de vida da população. (PURA, 2006)

O PURA encontra-se estruturado em seis macro programas unificados, abrangendo documentação técnica, laboratórios, novas tecnologias, estudos em edifícios residenciais, programas da qualidade e estudos de caso em diferentes tipos de edifícios, como escritórios, escolas, hospitais, cozinhas, entre outros.

Com o avanço da utilização da água pluvial, surgiu a necessidade de regulamentar e estabelecer normas para o reuso da água da chuva.

2.2.1 Normatização Brasileira

No cenário de reuso, a normatização brasileira é regida por algumas normas técnicas da ABNT e leis estaduais que trazem diretrizes de orientação quanto aos parâmetros adequados em cada tipo de uso para fins não potáveis, sejam eles industriais ou urbanos. (OPERSAN, 2021). Dentre elas:

ABNT NBR 13.696: 1997. Foi a primeira regulamentação a tratar de reuso da água no país. Nela, a reutilização é abordada como uma opção à destinação de esgotos de origem doméstica ou com características similares. Além disso, a norma estabelece quatro classes de água de reuso:

- Classe 1: lavagem de carros e outros usos com contato direto com o usuário;
- Classe 2: lavagem de pisos, calçadas, irrigação de jardins, manutenção de lagos e canais paisagísticos, exceto chafarizes;
- Classe 3: descarga em vasos sanitários;
- Classe 4: irrigação de pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos por meio do escoamento ou sistema de irrigação pontual. (OPERSAN, 2021)

ABNT NBR 16.782:2019 – Conservação de água em edificações – Diretrizes e procedimentos.

ABNT NBR 16.783:2019 – Uso de fontes alternativas não potáveis em edificações.

ABNT NBR 15527:2019 – Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis. (CBIC, 2019)

Lei 9.433 que instituiu Política Nacional de Recursos Hídricos. Outra diretriz relacionada à utilização de água que envolve as indústrias é a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), definindo o recurso como um bem de domínio público e dotado de valor econômico. Além de estabelecer as indicações para o melhor aproveitamento, essa lei também instituiu o

Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), um conjunto de órgãos e colegiados que concebe e implementa a Política Nacional das Águas. (OPERSAN, 2021)

Os estados também podem contar com leis específicas para sua atuação que é organizar, disciplinar e controlar o reuso direto não potável de água para fins urbanos, como é o caso de São Paulo (Resolução Conjunta SES/SIMA Nº 01), de Minas Gerais (Deliberação Normativa CERH-MG Nº 065) e do Ceará (Lei Nº 16033). (CBIC, 2019)

As normas e leis voltadas para utilização da água da chuva vem sendo atualizadas constantemente, devido sua importância para a sociedade e refletindo nos setores como na economia, meio ambiente e sustentabilidade. Dessa forma é necessário analisar as vantagens e desvantagens da utilização da água da chuva.

2.3 Vantagens e Desvantagens da Utilização da Água da Chuva

Existem vários aspectos positivos no uso de sistemas de aproveitamento de água pluvial, pois estes possibilitam reduzir o consumo de fluído potável diminuindo assim os custos com as companhias de abastecimento; minimizando os riscos de enchentes e preservando o meio ambiente reduzindo a escassez de recursos hídricos (MAY, 2004). Além disso, podemos citar outras vantagens do aproveitamento de água de chuva:

- Utiliza estruturas existentes na edificação (telhados, lajes e rampas);
- Baixo impacto ambiental;
- Água com qualidade aceitável para vários fins com pouco ou nenhum tratamento;
- Complementa o sistema convencional;
- Reserva de água para situações de emergência ou interrupção do abastecimento público. (SIMIONI *et al.*, 2004)

Ainda segundo OPERSAN, 2021:

- O reuso de água traz uma série de benefícios para o setor industrial;
- Garantia de estabilidade operacional;
- Redução no consumo de água nobre, contribuindo para a preservação do recurso;
- Redução de descartes de efluentes, preservando o corpo hídrico;
- Flexibilidade de aplicações nobres e menos nobres, o que inclui processos industriais, lavagens de pisos, irrigação, entre outros;
- Melhoria na imagem institucional em função da sustentabilidade.

De acordo com a EMBRAPA (2015), as principais desvantagens do uso de água da chuva são: seu suprimento é limitado, ou seja, depende de quanto chove, assim como das condições da área de sua captação (dos telhados) e armazenagem (capacidade da cisterna, por exemplo).

Já para Simioni *et al.*, (2004), as principais desvantagens são:

- Custo mais alto quando comparada com outras fontes;
- Custo inicial médio;
- Qualidade da água vulnerável;
- Possível rejeição cultural.

A viabilidade da implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial depende essencialmente dos seguintes fatores: precipitação, área de captação e demanda de água. Além disso, para projetar tal sistema devem-se levar em conta as condições ambientais locais, clima, fatores econômicos, finalidade e usos da água, buscando não uniformizar as soluções técnicas. A água de chuva pode ser utilizada em várias atividades com fins não potáveis no setor residencial, industrial e agrícola.

No setor residencial, pode-se utilizar água de chuva em descargas de vasos sanitários, lavação de roupas, sistemas de controle de incêndio, lavagem de automóveis, lavagem de pisos e irrigação de jardins. Já no setor industrial, pode ser utilizada para resfriamento evaporativo, climatização interna, lavanderia industrial, lavagem de maquinários, abastecimento de caldeiras, lava jatos de veículos e limpeza industrial, entre outros. Na agricultura, vem sendo empregada principalmente na irrigação de plantações. (MAY & PRADO, 2004)

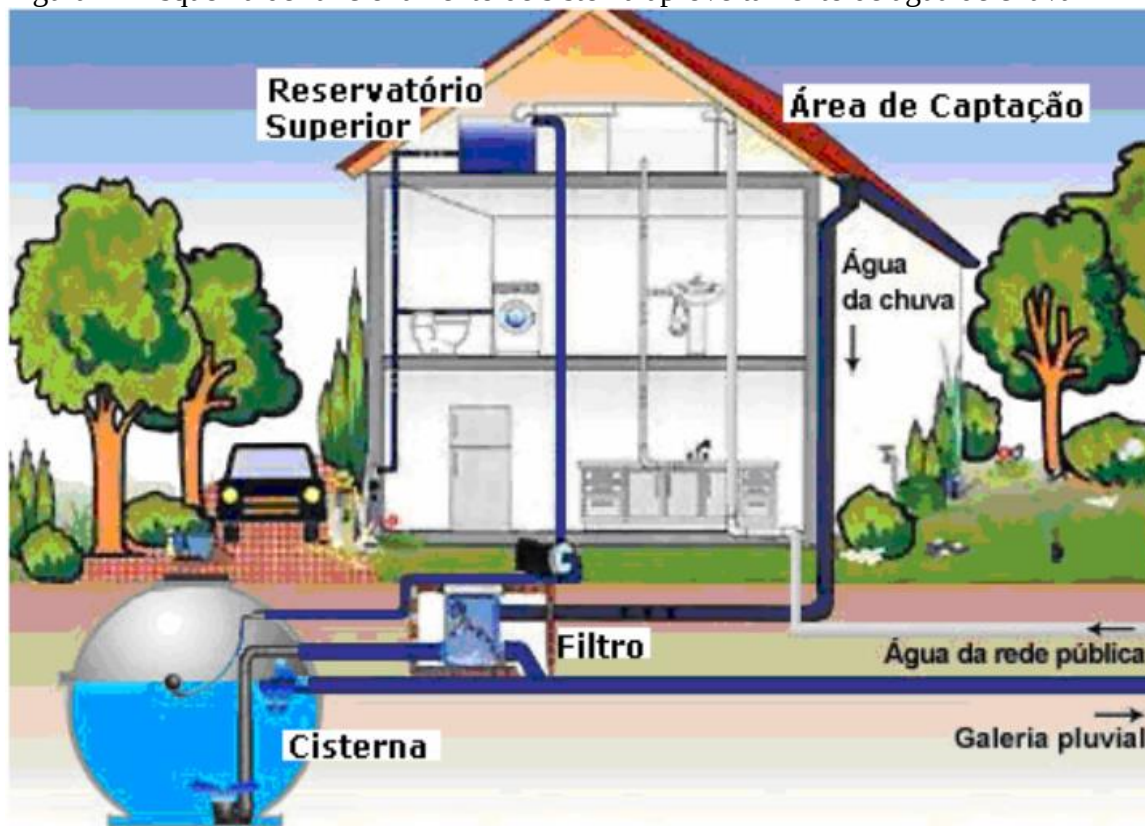
Após verificação das principais vantagens e desvantagens da utilização da água da chuva é necessário identificar o sistema de coleta de água utilizado em casas, edifícios e indústrias.

2.4 Sistema de Coleta de Água em Edificações e Indústria

Segundo May (2004), os sistemas de coleta e aproveitamento de água de chuva em edificações são formados por quatro componentes básicos: áreas de coleta; condutores; armazenamento e tratamento. O funcionamento de um sistema de coleta e aproveitamento de água pluvial consiste de maneira geral, na captação da água da chuva que cai sobre os telhados ou lajes da edificação de residências ou indústrias. (CRUZ, 2014)

A água é conduzida até o local de armazenamento através de calhas, condutores horizontais e verticais, passando por equipamentos de filtragem e descarte de impurezas. Em alguns sistemas é utilizado dispositivo desviador das primeiras águas de chuva. Após passar pelo filtro, a água é armazenada geralmente em reservatório enterrado (cisterna), e bombeada a um segundo reservatório (elevado), do qual as tubulações específicas de água pluvial irão distribuí-la para o consumo não potável, conforme figura 1 que apresenta esquema típico de funcionamento do sistema de aproveitamento de água de chuva em residências.

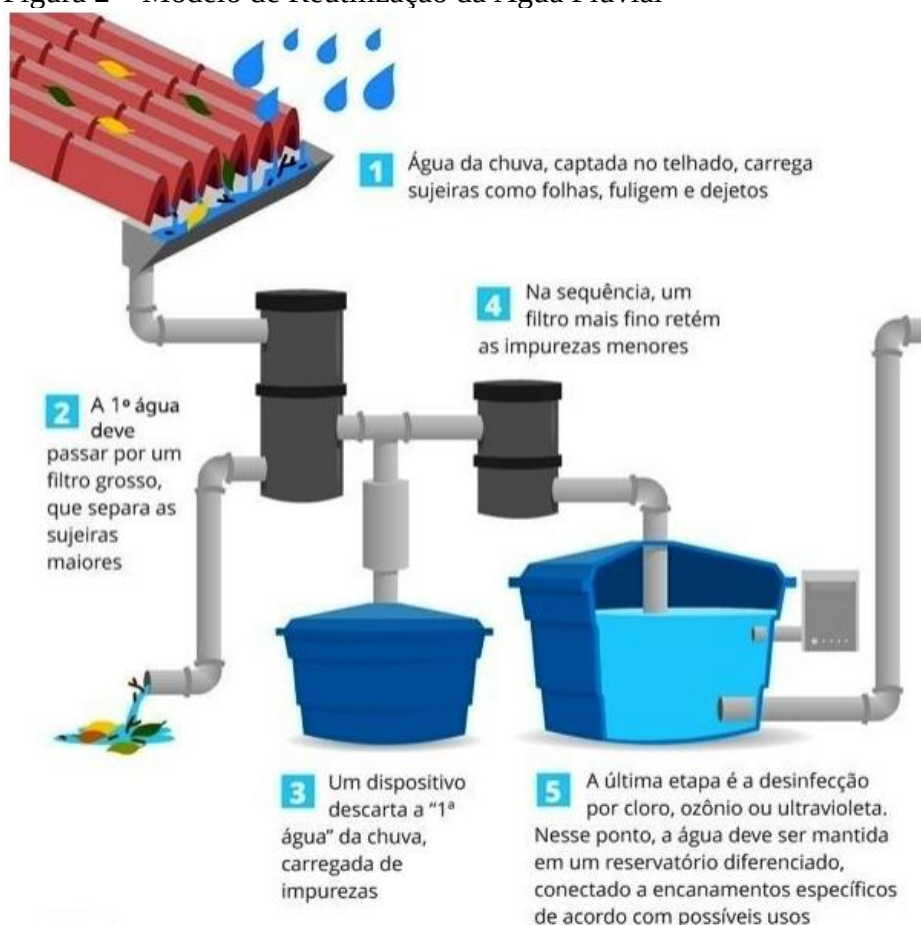
Figura 1 - Esquema de funcionamento de sistema aproveitamento de água de chuva



Fonte: (BELLA CALHA, 2007)

Abaixo segue figura 2 com detalhamento do esquema apresentado na figura 1.

Figura 2 – Modelo de Reutilização da Água Pluvial



Fonte: (IPT, 2015)

Em áreas para captação de água de chuva, comumente utiliza-se materiais como: telhas galvanizadas pintadas ou esmaltadas com tintas não tóxicas, superfícies de concreto, cerâmicas, policarbonato e fibra de vidro. As calhas também devem ser fabricadas com materiais inertes, como PVC ou outros tipos de plásticos, evitando assim, que partículas tóxicas provenientes destes dispositivos venham a ser levadas para os tanques de armazenagem. (MACOMBER, 2001)

Uma vez identificado o sistema de captação da água da chuva, alguns componentes requerem a atenção para uma melhor compreensão dos componentes utilizados durante a captação da água pluvial, como o sistema de filtragem.

2.4.2 Filtragem

Existem diversos tipos de filtro no mercado, mas em resumo eles costumam utilizar o mesmo mecanismo de separação. Eles são os filtros grosso e filtro mais fino.

A água pluvial é coletada através dos telhados. A água da chuva é então canalizada para as calhas, que por sua vez levam para os tubos de queda, a água passa pelos primeiros filtros estilo peneira, esse filtro tende a separar as sujeiras mais grossas como folhas, galhos e etc. Após atravessar pelo filtro grosso, os primeiros minutos de água da chuva será descartada por possuir muitas impurezas, o que vem a seguir, move-se por um filtro mais fino, onde essa água passará por uma desinfecção através de cloro, ozônio ou ultravioleta. (MARTINS E MARQUES, 2017)

A NBR 16783:2019 define que para eficiência e segurança dos sistemas de tratamento são necessárias manutenções periódicas. Abaixo tabela 1 com periodicidade da manutenção do sistema de tratamento de água em edifícios:

Tabela 1 – Periodicidade de ações de manutenção do sistema de tratamento

AÇÃO	PERIODICIDADE
Limpeza dos reservatórios de água bruta;	Semestral
Verificação dos dispositivos e tubulações de by-pass	Semestral
Verificação da deterioração e oxidação dos componentes	Semestral

Fonte: NBR 16783:2019

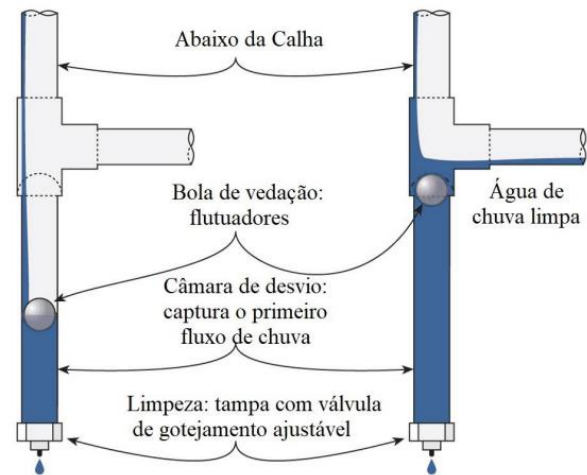
Além do processo de filtragem, faz parte dessa etapa o sistema de descarte do primeiro fluxo de água, cujo objeto é aumentar a qualidade da água pluvial.

2.4.2.1 Sistema para descartar o primeiro fluxo de água

O sistema de descarte do primeiro fluxo de água tem a função de desprezar o primeiro volume de água que cai sobre o telhado, que carrega as menores impurezas para fora do sistema de armazenamento, ou seja, a sujeira acumulada em calhas por exemplo. (TOMAZ, 2010)

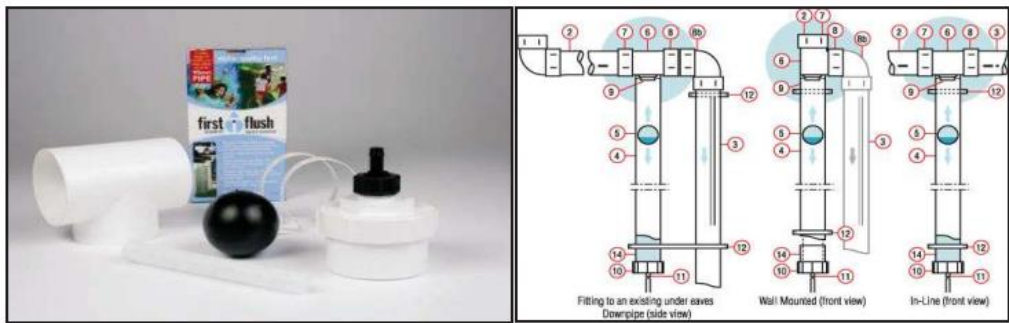
Existem diversos sistemas para o descarte do primeiro fluxo de água entre eles o first-flush e o separador de fluxo automático, conforme figura 3 e figura 4:

Figura 3 - Sistema First-Flush



Fonte: (MARTINS E MARQUES, 2017)

Figura 4 – Separador de Fluxo Automático



Fonte: (HAVERSTING, 2016)

Uma vez a água sendo filtrada e passando pelo sistema de descarte do primeiro fluxo, a água pluvial é finalmente armazenada, no dispositivo conhecido como cisterna.

Existem diversos modelos de cisternas, expandir e detalhar tais dispositivos é de suma importância para a compreensão do trabalho.

2.4.3 Armazenagem

Um dos componentes de suma importância dentro de um mecanismo de aproveitamento de água é sem dúvida a cisterna, a qual deve ser projetada e dimensionada, analisando a demanda, os custos de implantação, dados pluviométricos e áreas de contribuição. (ELETROSUL, 2016)

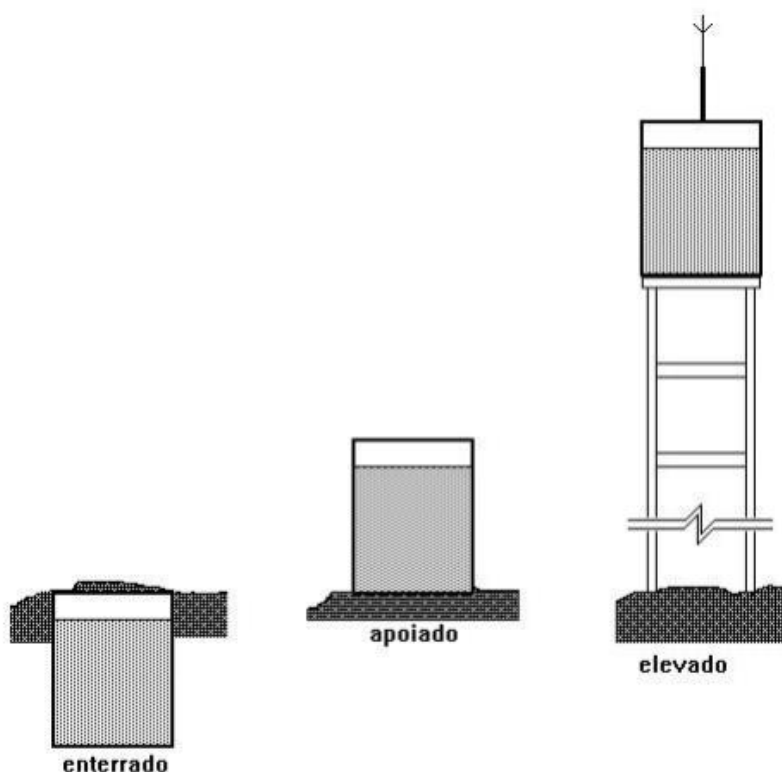
A NBR 12217:1994 regulamenta sobre os projetos de reservatórios de distribuição de água para abastecimento público, segundo a NBR, o material de estrutura do reservatório deve ser escolhido após estudo econômico técnico, levando em consideração as condições de fundação, a disponibilidade do material na região e a agressividade da água a armazenar e a do ar atmosférico.

De maneira habitual, os reservatórios se encontram localizados em três formas sendo: elevado, sobre o solo ou ainda enterrado no solo, dependendo principalmente das características do local de implantação e do projeto. O reservatório elevado descarta o uso de bombas para o abastecimento do sistema, porém requer uma estrutura para sustentá-lo. Nos outros dois modos não são necessários uma estrutura para sustentação, mas é preciso bombeamento ou acesso simplificado. (CARLON, 2005)

Para Carlon, (2005) a melhor maneira de armazenamento é o reservatório subterrâneo, longe do calor e luz evitando a proliferação de bactérias. Além de atender a norma NBR 12217:1994 deve-se preocupar com a situação socioeconômica, estrutural estética e meio ambiente.

Abaixo a figura 5 com os diversos tipos de reservatório:

Figura 5 – Tipos de Reservatório



Fonte: (MARTINS E MARQUES, 2017)

Um ponto chave é a qualidade da água armazenada, a água pluvial pode ser utilizada para o consumo humano ou não, isso vai depender do seu padrão de atributos e pureza conforme o ministério da saúde.

2.5 Qualidade da Água Pluvial

A água de chuva pode ser utilizada para uso total ou parcial. O uso total de água pluvial inclui a utilização para consumo humano de água para beber, cozinhar e higiene pessoal, enquanto que o uso parcial abrange aplicações específicas em pontos hidráulicos, como por exemplo, somente nos pontos de abastecimento de vasos sanitários. (MANO & SCHMITT, 2004)

O tratamento da água pluvial depende da qualidade da água coletada e de seu uso final. A coleta de água para fins não potáveis não requer grandes cuidados de purificação, embora certo grau de filtragem, muitas vezes, seja necessário. Para um tratamento simples, podem-se usar processos de sedimentação natural, filtração simples e cloração. Em caso de uso da água de chuva para consumo humano, é recomendado utilizar tratamentos mais complexos, como desinfecção por ultravioleta ou osmose reversa. (MAY & PRADO, 2004)

A qualidade da água de chuva depende muito do local onde é coletada conforme tabela 2.

Tabela 2 – Utilização da Água Pluvial de Acordo com Local de Coleta

Grau de Purificação	Área de coleta de chuva	Observações
A	Telhados (lugares não frequentados por pessoas ou animais)	Se a água for purificada, é potável
B	Telhados (lugares frequentados por pessoas ou animais)	Apenas usos não potáveis
C	Pisos e estacionamentos	Necessita de tratamento mesmo para usos não potáveis
D	Estradas	Necessita de tratamento mesmo para usos não potáveis

Fonte: (GROUP RAINDROPS, 2002)

A tabela 2 identifica a importância do local de coleta da água, assim como sua devida aplicação e necessidade de tratamento ou não.

De acordo com a Portaria 2.914 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011), a água destinada ao consumo humano segue alguns padrões de potabilidade, sendo necessário que a mesma seja analisada pela vigilância da qualidade da água. Conforme tabela 3, os principais indicadores de potabilidade da água para consumo humano:

Tabela 3 - Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano

Parâmetro	VMP - Valor Máximo Permitido
Água para consumo humano em toda e qualquer situação, fontes, poços, minas, nascentes, etc.	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100ml
Água na saída do tratamento	
Coliformes totais	Ausência em 100ml
Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100ml

Coliformes totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100ml em 95% das amostras examinadas no mês. Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100ml.
-------------------	--

Fonte: Portaria 2.914 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011)

Em termos de aceitação da água para consumo humano, segundo Portaria 2.914 MS, são estabelecidos os parâmetros conforme tabela 4.

Tabela 4 - Padrão de aceitação para consumo humano

PARÂMETRO	UNIDADE	VMP - Valor Máximo Permitido
Alumínio	mg/L	0,2
Amônia (como NH ₃)	mg/L	1,5
Cloreto	mg/L	250
Cor Aparente	uH(2)	15
Dureza	mg/L	500
Etilbenzeno	mg/L	0,2
Ferro	mg/L	0,3
Manganês	mg/L	0,1
Monoclorobenzeno	mg/L	0,12
Odor	-	Não objetável(3)
Gosto	-	Não objetável(3)
Sódio	mg/L	200
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	1.000
Sulfato	mg/L	250
Sulfeto de Hidrogênio	mg/L	0,05
Surfactantes	mg/L	0,5
Tolueno	mg/L	0,17
Turbidez	UT(4)	5
Zinco	mg/L	5
Xileno	mg/L	0,3

Fonte: Portaria 2.914 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011)

Segundo o MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011 ainda é recomendado que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5.

A NBR 15527:2019 define o padrão de qualidade da água para fins não potáveis conforme tabela 5.

Tabela 5 – Parâmetros mínimos de qualidade para fins não potáveis

Parâmetro	Valor
Escherichia coli	< 200 / 100 mL
Turbidez	< 5,0 uT
pH	6,0 a 9,04

Fonte: NBR 15527:2019

Já a NBR 16783:2019 define parâmetros quanto ao monitoramento da qualidade da água não potável em edificações a mesma deve ser feita de maneira contínua e sistêmica, assegurando a segurança dos usuários. Abaixo segue tabela 6 com frequência de amostragem: Tabela 6- Frequência de amostragem de acordo com a ABNT NBR 16.783:2019

PARÂMETRO	FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM Edificação unifamiliar/individual	FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM Edificação multifamiliar/coletiva
pH	Semanal	Diária
CRL cloro residual livre)	Semanal	Diária
Turbidez	Semanal	Semanal
Condutividade (1)	Mensal	Semanal
E. coli	Mensal	Mensal
DBO 5,20	Mensal	Mensal
Carbono Orgânico Total (2)	Semestral	Semestral
(1) Os valores de condutividade apresentam correlação com os Sólidos Dissolvidos Totais. Uma outra opção é realizar a análise dos Sólidos Dissolvidos Totais.		
(2) Somente para água de rebaixamento de lençol.		

Fonte: NBR 16.783:2019

O tratamento da água pluvial após a armazenagem e antes do uso é de suma importância para a saúde de quem irá utilizá-la, bem como para a manutenção do sistema. O nível do tratamento da água de chuva após a armazenagem dependerá exclusivamente da forma como a mesma será utilizada. Por exemplo, a água usada para irrigação não precisará das mesmas etapas de tratamento da água para beber. Em ambos os casos, recomenda-se um sistema com diversos obstáculos para garantir um tratamento adequado à água. (LITER, 2022)

Os principais tipos de tratamento de água da chuva após armazenagem são:

- Filtração;
- Absorção;
- Desinfecção, podendo ser através de cloração, ultravioleta ou ozonização;
- Mineralização. (LITER, 2022)

Um método de separação das misturas é a decantação que consiste na divisão sólido-líquido que tem como força propulsora a ação da gravidade. Ela se embasa na diferença de densidade entre seus componentes e no fato de serem insolúveis um no outro. (ROSCHILD, 2018)

O sistema de armazenamento e coleta precisa de manutenções constantes dessa forma, a NBR 15527:2019 estabelece padrões para a manutenção dos componentes de captação de água pluvial.

2.6 Manutenção do Sistema de Coleta de Água Pluvial

Segundo a NBR 15527:2019 os componentes do sistema de coleta de água da chuva devem ter manutenções frequentes, abaixo tabela 7 com parâmetros de manutenção:

Tabela 7 – Frequência de manutenção

Componente	Frequência de manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal, limpeza trimestral
Dispostivo de descarte do escoamento inicial, se existir	Inspeção mensal, limpeza trimestral

Calhas ^a	Inspeção semestral, limpeza quando necessário
Áreas 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
^a Além da limpeza, deve ser realizada verificação de existência de formação de áreas de acúmulo de água e eliminação quando necessário, para evitar a proliferação de vetores, em especial mosquitos.	

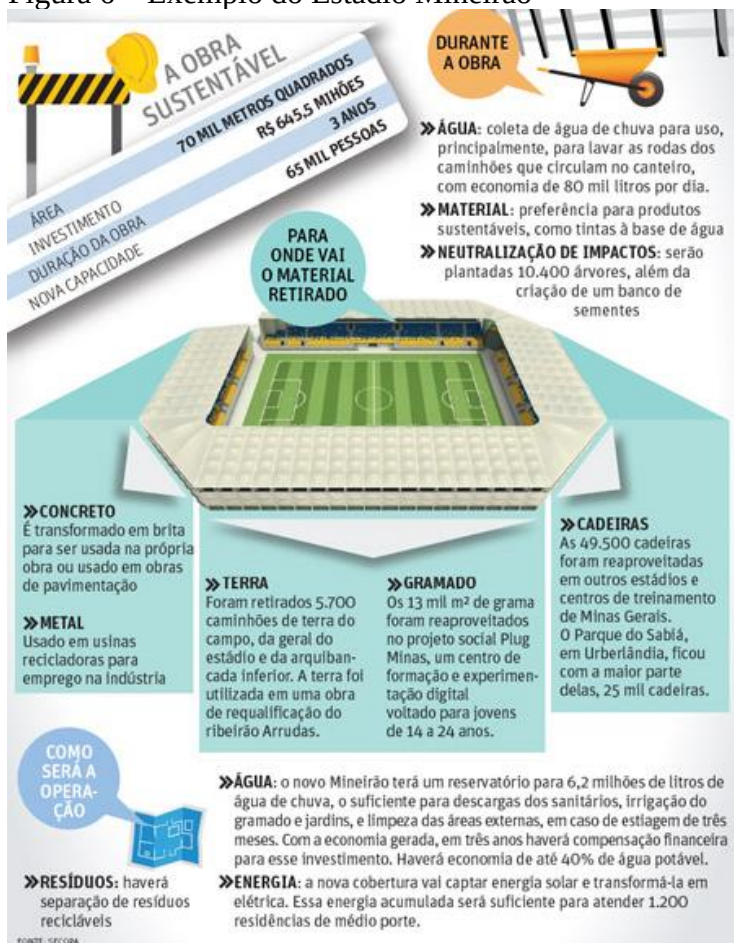
Fonte: NBR 15527:2019

Uma vez descrito o sistema de captação e aproveitamento de água pluvial é importante demonstrar modelos sustentáveis e de sucesso no estado de Minas Gerais.

2.7 Modelos de Captação de Água de Chuva

Existem diversos modelos implantados atualmente que fazem a coleta e reuso da água pluvial entre eles na região mineira um dos maiores destaques é o caso do Estádio Mineirão. Abaixo seguem figuras 6 e figura 7 que demonstram o funcionamento de captação e utilização da água de chuva:

Figura 6 – Exemplo do Estádio Mineirão



Fonte: SustentArqui (2014).

Figura 7 – Modelo de captação e reuso de água de chuva Mineirão



Fonte: SustentArqui (2014).

Como demonstrado nas figuras 6 e 7 o Estádio Mineirão foi projetado para ser sustentável, captando água da chuva, passando por um processo de tratamento, sendo armazenada e reaproveitada posteriormente.

Outro modelo que temos de reuso de água de chuva é do Colégio Loyola, localizado na cidade de Belo Horizonte, a instituição de ensino tinha uma vasta área para captação da água de chuva através de calhas. Inicialmente a água coletada seria utilizada para limpeza do pátio irrigação e posteriormente em vasos sanitários. Foi realizado um piloto na quadra da escola que em 5 dias de chuva conseguiu coletar o montante de 25 m³ de água. (RW, 2016)

Segue figura 8 com o sistema implementado pelo colégio:

Figura 8 – Modelo Captação Colégio Loyola



Fonte: RW (2016).

3 METODOLOGIA

Para Gil (2008), o método científico é considerado como um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos utilizados para atingir o conhecimento. Para que seja considerado conhecimento científico, é necessária a identificação dos passos para a sua verificação, ou seja, determinar o método que possibilitou chegar ao conhecimento.

Pode-se definir pesquisa científica como o processo formal e sistemático, cuja finalidade é descobrir respostas para problemas mediante a utilização de procedimentos científicos. (GIL, 2008)

Para elaboração desse trabalho, a metodologia foi dividida em diversas etapas e classificadas quanto ao tipo de pesquisa, sua natureza, aos meios, aos fins, sua coleta e análise de dados e classificada quanto ao universo e sua amostra.

Quanto ao tipo de pesquisa, a pesquisa foi determinada do tipo aplicada, uma vez que se pretende analisar os pontos positivos e negativos do reuso da água pluvial. Quanto aos fins, é classificada como descritiva, favorecendo a observação, análise e interpretação dos dados encontrados na pesquisa.

Para Martins e Pinto (2001), a pesquisa bibliográfica busca explicar e discutir sobre um tema com a base em referências teóricas publicadas em revistas, livros, artigos, periódicos e outros. Busca ainda analisar e conhecer conteúdos científicos sobre determinado tema ou assunto.

O estudo de caso é limitado a uma ou poucas unidades, podendo ser uma pessoa, produto, uma família, uma instituição, uma comunidade ou mesmo um país, sendo uma pesquisa profunda e detalhista. (COSTA; COSTA, 2001)

Quanto aos meios a pesquisa foi classificado como bibliográfica e estudo de caso, pois no primeiro momento foram realizadas pesquisas em diversos artigos, livros e publicações relacionados ao tema, como o contexto da utilização da água pluvial, sistema de captação e reuso de água pluvial, as normas que regulamentam, padronizam e dão diretrizes sobre a utilização da água de chuva. Pontos positivos e negativos, a qualidade da água para fins potáveis e não potáveis para subsidiar o trabalho realizado no estudo de caso.

Em relação natureza do problema, foi utilizada a pesquisa qualitativa, uma vez que foi realizado um estudo de caso em uma empresa do segmento do agronegócio. A organização utiliza um sistema de coleta de água pluvial industrial e faz o reuso da água coletada no processo de produção e na limpeza das vias.

O universo, ou população, é o conjunto de elementos que possuem as características que serão objeto do estudo, e a amostra, ou população amostral, é a parte do universo escolhido selecionada a partir de um critério de representatividade. (VERGARA, 1997)

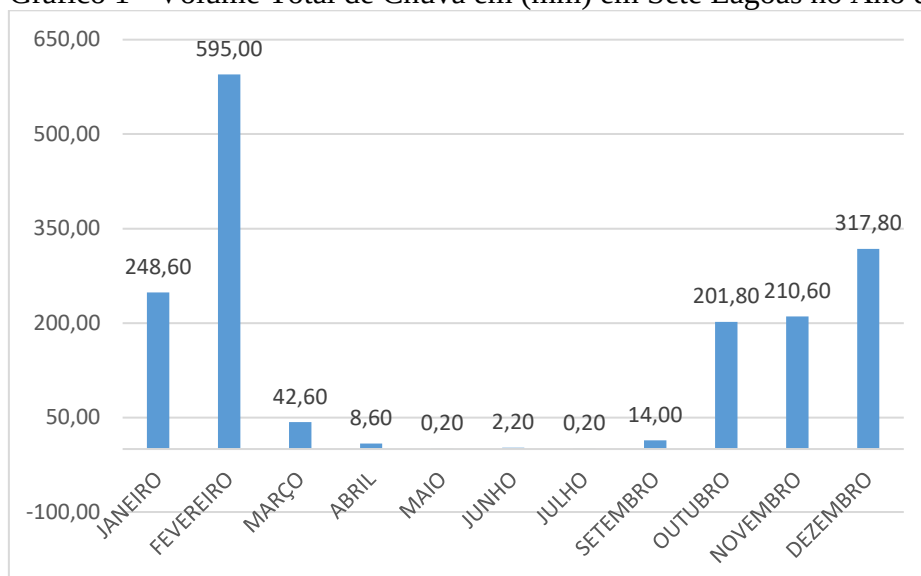
O universo da pesquisa é composto por empresas do segmento agrícola que fazem reuso de água pluvial para fins não potáveis nas suas instalações. Como amostra foi selecionada uma empresa que utiliza água de chuva em atividades que não exigem potabilidade.

A forma inicial de acesso aos elementos da amostra para realização do estudo de caso, partiu do relacionamento entre os pesquisadores e o analista ambiental da empresa, cuja função é o monitoramento do sistema de utilização de água pluvial do grupo.

A coleta de dados foi realizada no complexo industrial pertencente a um grupo empresarial do Estado de Minas Gerais, com 28 anos de mercado, fundado no ano de 1993, que atua no mercado de agronegócio, produzindo produtos voltados para nutrição vegetal, animal e industrial. O grupo ainda conta com um compromisso com o meio ambiente, onde em 2019 se comprometeu de que todos os seus processos de produção serem conduzidos de forma a reprocessar os efluentes líquidos e sólidos, eliminando o descarte no meio ambiente. A organização está localizada na zona rural da cidade de Sete Lagoas e possui uma sede comercial na capital mineira Belo Horizonte.

Através do Gráfico 1 é mostrado o volume de chuva mensal no ano de 2021 na cidade de Sete Lagoas.

Gráfico 1 - Volume Total de Chuva em (mm) em Sete Lagoas no Ano de 2021



Fonte: Adaptado (INMET, 2022)

Através do volume de chuva mensal na Cidade de Sete Lagoas foi realizada, a análise do sistema de captação de água pluvial, junto ao responsável pelo monitoramento do sistema de coleta e reuso de água pluvial, visto que em alguns meses o volume de chuva é baixo.

Foram coletados dados referentes a captação da água da chuva, sua utilização, benefícios e desvantagens, percepção antes e depois da implantação do sistema de coleta de água pluvial, área demandada para alocação da cisterna, custo estimados da implantação do sistema de coleta e custos com manutenção. Para uma melhor organização dos dados, foram utilizados, figuras, tabelas e gráficos, que auxiliaram no estudo pormenorizado de cada parte de um todo do projeto.

Para avaliação de redução dos custos foi analisado o valor que seria pago a concessionária de água em virtude do valor médio economizado pelo reuso da água. Abaixo segue tabela 8 com os custos por m³ de água por faixa de consumo.

Tabela 8- Valor de água e por metro cúbico por faixa de consumo

VALOR DE ÁGUA E POR METRO CÚBICO (FAIXA DE CONSUMO)				
DOMICILIAR (A)	COMERCIAL (B)	INDUSTRIAL (C)	PÚBLICA (D)	OUTROS (O)
000006 - 4,2691	000010 - 5,9757	000010 - 5,9757	000010 - 5,9757	000010 - 0,7414
000007 - 0,7281	000020 - 7,9890	000020 - 7,9890	000020 - 7,9890	099999 - 0,0000
000011 - 4,5734	000030 - 8,7205	000030 - 8,7205	000030 - 8,7205	
000015 - 5,5490	000040 - 10,4884	000040 - 10,4884	000040 - 10,4884	
000020 - 7,3177	000050 - 11,7694	000050 - 11,7694	000050 - 11,7694	
000030 - 8,5372	000060 - 13,4166	000060 - 13,4166	000060 - 13,4166	
000040 - 10,4884	999999 - 15,1229	999999 - 15,1229	999999 - 15,1229	
000050 - 11,7694				
000060 - 13,4166				
999999 - 15,1229				
ESGOTO				
ESGOTO é: 75,00 % Sobre o consumo de água para todas as categorias de serviços (Domiciliar, Comercial, Industrial, Pública e Outros).				

Fonte: Adaptado (SAE 2022)

O sistema de coleta de água foi registrado por completo, desde a área de captação, transporte, decantação, armazenagem e reuso.

Durante a coleta dos dados foi observado as normas ABNT NBR 13.696: 1997, ABNT NBR 15527 e ABNT NBR 16.783:2019. Essas normas tratam das diretrizes de armazenamento e correta utilização da água pluvial para fins potáveis e não potáveis.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise de dados foi realizada visando a comprovação da viabilidade de implantação de um sistema de reuso da água da chuva em uma empresa do segmento agrícola que por motivos de ética e a pedido da administração não será revelado o nome. Através da avaliação dos dados, entrevista e vistoria visual verificando as instalações conforme o preconizado nas normativas brasileiras, pode-se observar os pontos fortes e fracos do projeto.

Para a coleta de dados foi utilizado um questionário respondido pelo analista ambiental da empresa. Foram realizados os registros fotográficos que representam a realidade encontrada no momento da realização da vistoria visual.

Abaixo segue tabela 9 com questionário realizado com o analista ambiental, responsável pelo monitoramento do sistema de captação da água da chuva.

Tabela 9 – Questionário 1

Questionário 1	
Pergunta	Resposta
Data da Implantação do sistema de coleta de água pluvial?	
Quantidade média mensal de coleta de água?	
Modelo do sistema de armazenagem?	
Qualidade da água coletada?	
Aplacação e uso da água coletada?	
Período de estiagem quantidade de coleta de água?	
Consumo antes da implantação do sistema?	
Economia estimada com sistema de coleta?	
Custo estimado com manutenção do sistema?	
Custo estimado com implantação do sistema?	
Área gasta para implementar o sistema?	
Pontos Positivos?	
Pontos Negativos?	

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Através do questionário foi constatado que o sistema de coleta de água foi implementado juntamente com o início do funcionamento da empresa há cerca de 26 anos e não possui projetos de construção devido ao tempo em que foi projetado. A área de captação da água de chuva é de 25x22m² e a mesma refere-se ao reservatório de armazenagem e o ao sistema de decantação (processo de separação de misturas heterogêneas). O reservatório é do tipo enterrado conforme o autor. Ao todo o reservatório tem capacidade de 680 (seiscentos e oitenta) m³ ou 680.000 (seiscentos e oitenta mil) litros. O custo para implantação do projeto não foi informado pelo entrevistado, pois trata-se de dados sigilosos, devido ao sistema ter sido implementado a mais de 26 anos a empresa não mantém documentos comprobatórios com os

gastos dos componentes utilizados na época. Seguem figuras 9 e figura 10 com o tipo de cisterna e o sistema de decantação:

Figura 9 – Tipo de Cisterna e sistema de decantação



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 10 – Tipo de Cisterna e sistema de decantação



Fonte: Elaborado pelos autores.

O reservatório não possui um sistema de limpeza automático, dessa forma o mesmo é limpo periodicamente de 8 em 8 meses ou de acordo com a necessidade da empresa, e todo o resíduo acumulado é encaminhado para o aterro sanitário. Segundo a NBR 15527:2019 a inspeção do reservatório deve ser efetuada anualmente e a limpeza quando necessário, dessa forma a empresa está seguindo os padrões da norma quanto a manutenção do reservatório. A organização não forneceu o laudo técnico contendo o histórico de manutenções por questões de sigilo, mas o analista ambiental afirmou que devido ao acúmulo recorrente de resíduos, as vistorias são constantes.

Quanto a finalidade da água armazenada a mesma não é utilizada para fins potáveis, apenas para as atividades industriais que não requerem água limpa conforme NBR 15527:2019. A água é coletada a partir de um sistema de drenagem de água pluviais conhecido como macrodrenagem, por meio das que conduzem para as canaletas que eliminam a água na manilha para direcionamento da caixa de passagem, que por sua vez automaticamente encaminha para os reservatórios, onde ocorre a decantação de materiais sólidos. Essa água é bombeada e direcionada para o setor de produção. Abaixo figuras 11, 12 e 13 com o sistema de coleta de água pluvial.

Figura 11 – Área de captação e vista do sistema de coleta de água pluvial.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 12 – Manilha para direcionamento a caixa de passagem



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 12- Caixa de passagem



Fonte: Elaborado pelos autores.

Uma das formas de utilização da água é para a lavagem de vias que dão acesso a fábrica, estas são limpas todos os dias através de um caminhão pipa com capacidade de 5.000 (cinco mil) litros, este é abastecido 4 (quatro) vezes ao dia. É necessária a limpeza diariamente para auxiliar no abatimento de particulado nas vias e minimização de dispersões de poeira. O atual modelo de caminhão que a empresa utiliza é um Mercedes Benz L 2217, ano 1988, a carroceria

do veículo foi customizada para acoplar o tanque pipa de 5.000 (cinco mil) litros. Abaixo segue figura 13 contendo o modelo do veículo sem o tanque pipa.

Figura 13 – Caminhão Mercedes Benz L 2217



Fonte: Mercado Máquinas (2022).

Toda a água reutilizada volta para o sistema de captação. Abaixo figura 14 com caminhão pipa realizando a limpeza das vias.

Figura 14 – Caminhão Pipa



Fonte: Elaborado pelos autores.

Após limpeza das ruas a água é novamente coletada através de bueiros instalados nas vias, dessa forma ela volta ao reservatório para ser reutilizada. Abaixo figura 15 com o sistema de coleta da água utilizada nas vias.

Figura 15 – Tampa ou grade protetora de bueiros



Fonte: Elaborado pelos autores.

Segundo o analista ambiental, ao todo o grupo possui três plantas com quatro turnos de trabalho, cada um desses com a produção de aproximadamente 95 (noventa e cinco) toneladas de produto acabado, logo 1140 (mil cento e quarenta) toneladas de produto por dia, dentro desse processo é necessário o consumo de 300 (trezentos) m³ de água por dia. Por motivos de sigilo e resguardo da empresa, o analista não pode fornecer relatórios comprovando a quantidade de água utilizada na produção. Abaixo tabela 10 com demonstrativo da utilização da água pluvial durante os processos de produção:

Tabela 10 – Quantidade de água pluvial por produção diária

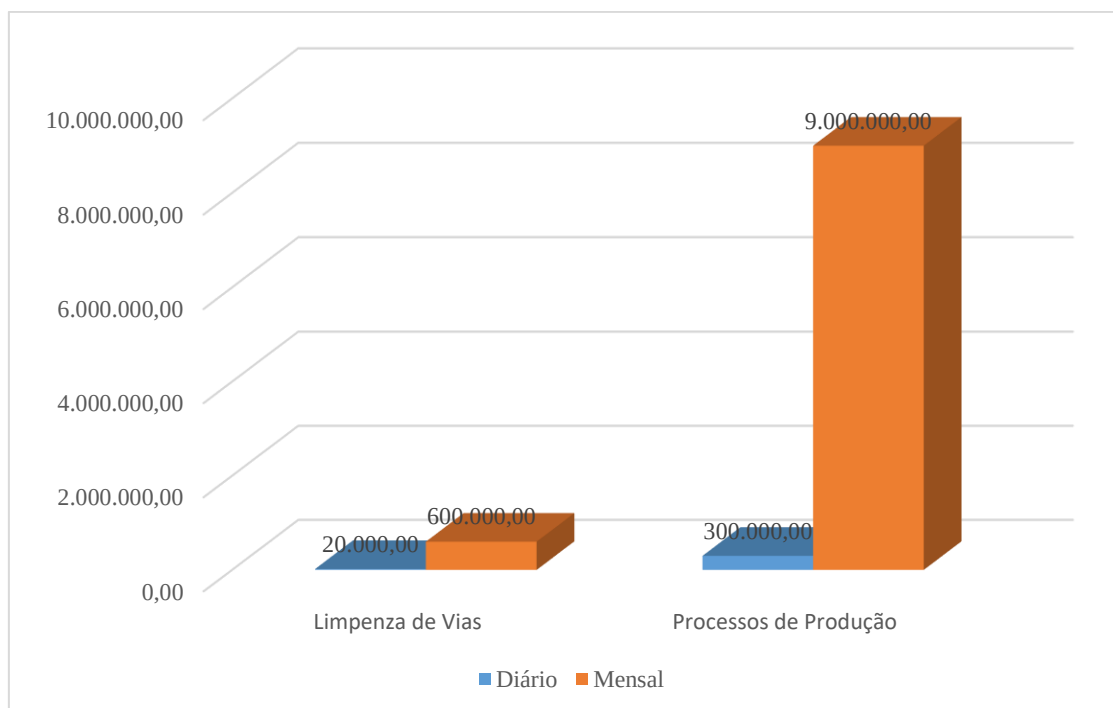
Planta	Turnos por Planta	Produção Por Turno Toneladas	Produção Total Diária	Quantidade de Água Diária
1	4	95	380	100 m ³
2	4	95	380	100 m ³
3	4	95	380	100 m ³
Total	12	285	1140	300 m ³

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao todo diariamente a empresa consome em média o montante de 320 (trezentos e vinte) m³ de água da bacia pluvial, o que corresponde a 47,06% da capacidade do reservatório de 680 (seiscentos e oitenta) m³.

Para demonstrar o volume de água de reuso, utilizada periodicamente segue gráfico 2 com a quantidade em litros gastos por dia e mês nas demandas de limpeza de vias e processos de produção da empresa.

Gráfico 2 – Quantidade de água de reuso



Fonte: Elaborado pelos autores.

Através do gráfico 2 é constatado que em um mês de 30 dias são necessários 600.000,00 (seiscentos mil) litros de água para a limpeza de vias, já as demanda de produção consomem em média 9.000.000,00 (nove milhões) litros por mês, essas dependem dos processos internos da empresa como demanda e logística da produção.

Segue tabela 11 com os gastos em m³ e em reais conforme estimativa de consumo:

Tabela 11 - Gastos e consumo estimados mensalmente

Atividade	Consumo Mensal m ³	Valor m ³	Valor Total Consumo	Tx de Esgoto	Valor Total
Limpeza das Vias	600	R\$13,42	R\$8.049,96	R\$6.037,47	R\$14.087,43
Processos de Produção	9.000	R\$13,42	R\$120.749,40	R\$90.562,05	R\$211.311,45
Total Consumido m³	9.600	Total	R\$128.799,36	R\$96.599,52	R\$225.398,88

Fonte: Elaborado pelos autores.

O total estimado de consumo de água em um mês é de 9.600.000 (nove milhões e seiscentos mil) litros, isso dependendo da demanda do setor de produção, em m³ o gasto corresponde a 9.600 (nove mil e seiscentos) m³, o valor por metro cúbico de água da categoria industrial na cidade de Sete Lagoas custa R\$ 13,4166 (treze reais e quarenta e um centavos) dessa forma, em média a empresa reduz mensalmente o valor de R\$ 128.799,36 (cento e vinte e oito mil, setecentos e noventa e nove reais e trinta e seis centavos) referente ao consumo de água mais a quantia de R\$ 96.599,52 (noventa e seis mil e quinhentos e noventa e nove reais e cinquenta e dois centavos) correspondente a 75,00% (setenta e cinco por cento) da taxa de esgoto totalizando o montante de R\$ 225.398,88 (duzentos e vinte e cinco mil, trezentos e noventa e oito e oitenta e oito centavos).

Segue figura 16 com bombas que levam a água de reuso para o setor de produção:

Figura 16 – Bombas utilizadas para envio de água de reuso para o setor produtivo



Fonte: Elaborado pelos autores.

A água levada para o setor produtivo sofre uma mistura no tanque de reação com matéria prima e ácidos para gerar o produto final que é armazenado em um tanque. O analista ambiental não especificou qual seria a matéria prima e o ácido utilizado no processo por motivos de sigilo empresarial. Abaixo figuras 17 e figura 18 com o tanque de reação e armazenagem do produto finalizado:

Figura 17 – Tanque de reação



Fonte: Elaborado pelos autores.

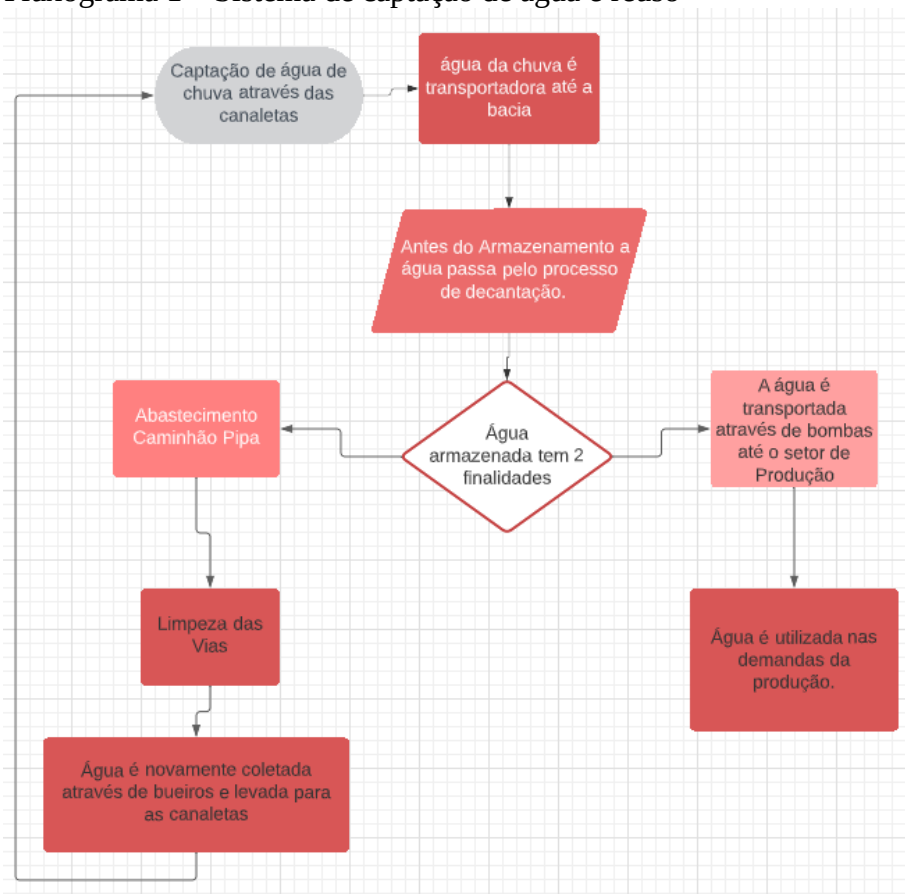
Figura 18 – Tanque de armazenagem produto final



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para melhor exemplificar o processo de captação e reuso de água de chuva na empresa segue fluxograma 1 com resumo do sistema:

Fluxograma 1 – Sistema de captação de água e reuso



Fonte: Elaborado pelos autores.

Segundo o analista ambiental, através do questionário o período chuvoso ocorre entre os meses de setembro até março, o que é confirmado pelo gráfico 1 exposto na metodologia.

O abastecimento de água não potável do grupo, também é realizado através de poços artesianos. Devido a difícil outorga para criação de novas cisternas a utilização da água pluvial se torna uma grande aliada para a empresa.

Ao todo o grupo pode extrair 600 (seiscentos) m³ de água por dia dos poços conforme outorga da Prefeitura de Sete Lagoas, a mesma não foi disponibilizada para o trabalho por se tratar de um documento interno da empresa. Abaixo figura 19 com imagem de um dos poços utilizados pela empresa:

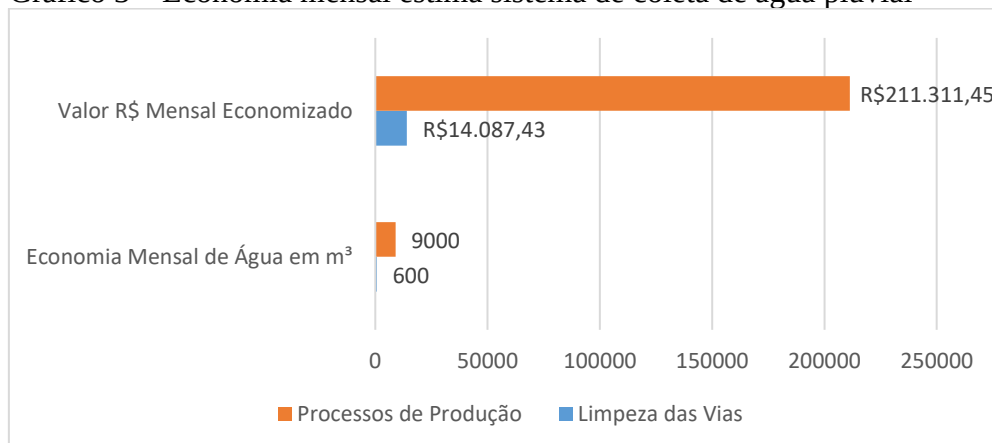
Figura 19: Poço artesiano



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os pontos positivos na utilização de água coletada para uso não potável são a redução de custos conforme tabela 11, mensalmente é economizado uma estimativa de R\$ 225.398,88 (duzentos e vinte e cinco mil, trezentos e noventa e oito reais e oitenta e oito centavos). Preservação do meio ambiente através da diminuição mensal de 9.600 (nove mil e seiscentos) m³ de água não potável reutilizada. Sustentabilidade, uma vez que o sistema capta novamente a água utilizada para limpeza das vias, aproveitamento da água nas atividades da produção, complemento da rede de poços artesianos utilizada para abastecimento não potável do grupo. Segue gráfico 3 demonstrando a economia de água e custos.

Gráfico 3 – Economia mensal estima sistema de coleta de água pluvial



Fonte: Elaborado pelos autores.

Pontos negativos acúmulo de sólidos devido ao carregamento de impurezas, manutenções constantes do reservatório, ausência de sistemas de filtragem da água, e monitoramento da qualidade da água captada. Outro ponto negativo relatado pelo analista ambiental é o tamanho da cisterna, segundo o mesmo a empresa expandiu muito nos últimos anos, aumentando assim a sua produção, dessa forma, o atual modelo de armazenagem não comporta o porte das atividades industriais.

Dentro das propostas para o grupo conforme normatização é a utilização de sistemas de filtragem e descarte da primeira água, que ajudarão na eliminação de resíduos sólidos, assim como monitoramento da qualidade da água armazenada o que não é realizado hoje.

CONCLUSÕES

A água é um recurso natural de suma importância às atividades humanas, sem ela não existiria vida no planeta. Apesar da grande quantidade existente no globo apenas uma pequena parte é potável. Através do reuso de água de chuva é possível a utilização desse recurso finito em diversas atividades não potáveis.

O reuso da água pluvial, além de contribuir com o meio ambiente por ser sustentável, representa também economia financeira por não utilizar o recurso potável fornecido pela concessionária.

A empresa do estudo de caso utiliza um sistema de aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis, gerando assim uma ação sustentável, contribuindo para o ASG - ambiental, social e governança, da organização e colaborando ainda com o auxílio de outras outorgas existentes no grupo.

Por utilizar a água pluvial para limpeza das vias, a mesma durante todo o processo é coletada novamente pelo sistema de captação e reutilizada posteriormente para fins não potáveis, dessa forma o modelo se torna ainda mais sustentável, pois além da captação através da chuva as próprias atividades que a empresa utiliza no seu dia a dia permitem um novo reuso da água.

Devido a data de implantação ter ocorrido a mais de 26 (vinte e seis) anos, ele não possuiu projeto ou sistema de filtragem.

Para o futuro, serão necessários acompanhamentos e investimentos no reservatório visto que a empresa pretende dobrar a sua capacidade de armazenamento devido ao aumento na precipitação de chuvas na cidade. Outro ponto que a empresa pretende investir é em um sistema de filtragem e ou descarte da primeira água, contribuindo assim para a eliminação de acúmulos de resíduos sólidos transportados juntamente com a limpeza das vias que acontecem diariamente, uma das queixas do atual modelo.

Um ponto de atenção é o monitoramento da qualidade da água, hoje a empresa não realiza nenhum tipo de controle da água coletada e conforme NBR 15527:2019, mesmo para fins não potáveis existem padrões a serem seguidos.

Por causa da complexidade, cultura, administração e tamanho da empresa, diversos relatórios e dados não foram fornecidos pela organização por motivo de sigilo, dessa forma, dados como os custos de implantações e manutenções do sistema de captação de água pluvial não puderam ser apurados.

Por fim, o trabalho se mostrou de extrema relevância, pois identificou as normas que regulamentam o reuso de água pluvial não potável, a importância socioeconômica e sustentável da utilização de um sistema de reaproveitamento para uma empresa do segmento agrícola e gerou conhecimento sobre o tema.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Deus, pelo dom da vida, e por ajudar a superar todas as adversidades encontradas ao longo do curso.

Aos familiares que apoiaram e incentivaram nos momentos de incerteza e dificuldades.

Aos professores, pelas correções ensinamentos e paciência em especial a orientadora M.a Sheila Leal Oliveira Loureiro, que contribuiu de forma drástica para uma melhor compreensão e desenvolvimento do tema estudado.

Agradecemos também a empresa onde realizamos o estudo de caso que nos acolheu e contribuiu com a coleta de dados necessários para a realização do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12297: 1994 – Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público. Disponível em: https://kupdf.net/download/nbr-12217-projetos-de-reservat-oacute-rio-de-distribui-ccedil-atilde-o-de-aacute-gua-para-abastecimento-p-uacute-blico_59007849dc0d60d968959e9a_pdf. Acesso em 10 de novembro de 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969:1997** - Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Disponível em: https://www.acquasana.com.br/legislacao/nbr_13969.pdf. Acesso em: 06 de novembro de 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527:2019** – Aproveitamento de Água de Chuva de Coberturas para Fins Não Potáveis. Disponível em: <<http://asisengenharia.com.br/index.php/2019/10/18/nbr-155272019-aproveitamento-de-agua-de-chuva-de-coberturas-para-fins-nao-potaveis>>. Acesso em: 05 de outubro de 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16782:2019** - Conservação de água em edificações - Requisitos, procedimentos e diretrizes. Disponível em: <https://normas.com.br/autorizar/visualizacao-nbr/11513/identificar/visitante>. Acesso em 06 de novembro de 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16783:2019** - Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações. Disponível em: <https://www.normas.com.br/autorizar/visualizacao-nbr/11516/identificar/visitante>. Acesso em 06 de novembro de 2022.

BELLA CALHA. Disponível em: <http://www.bellacalha.com.br>. Acesso em: 05 out. 2022.

BOTELHO, L. A. L. A. **Gestão dos Recursos Hídricos em Sete Lagoas/MG: uma abordagem a partir da evolução espaço temporal da demanda e da captação de água**”. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/MPBB-7QGN97/1/dissertacao_luciobotelho.pdf Acesso em: 17 de outubro de 2022.

CARLON; Márcia Regina. **Percepção dos atores sociais quanto as alternativas de implantação de sistemas de captação e aproveitamento de água de chuva em Joinville – SC**. 2005. 203 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental – área de

Concentração em Tecnologia e Gestão Ambiental,) - Curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental. Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí.

CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Guia Orientativo das Normas de Conservação de Água, Fontes Alternativas não Potáveis e Aproveitamento de Água de Chuva em Edificações**. Brasília – DF, 2019. 156 p.

COSTA, M. A. F.; COSTA, M. F. B. **Metodologia da pesquisa: conceitos e técnicas**. Rio de Janeiro: Interciência Ltda., 2001. 135 p.

CRUZ, Wilians Montefusco. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em edificações residenciais: caso de estudo em Rio Branco/AC**. 2014. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil –área de Processos Construtivos e Saneamento Urbano) – Curso de Mestrado em Engenharia Civil. UFPA, Universidade Federal do Pará, Belém.

FERNANDES. C. J.; GARRIDO, R. J. **Economia dos recursos hídricos**. Salvador: 2002, 455p.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GROUP RAINDROPS. **Aproveitamento da Água de Chuva**. Editora Organic Trading, 1ª Edição, Curitiba, 2002.

ELETROSUL. **Casa Eficiente**. Disponível em: < <http://www2.eletrosul.gov.br/casaeficiente/br/home/index.php>>. Acesso em: 06 de novembro de 2022.

EMBRAPA. **Água**. Disponível em: https://www.embrapa.br/contando-ciencia/agua/-/asset_publisher/EljjNRSeHvoC/content/vamos-reaproveitar-a-agua-da-chuva-/1355746?inheritRedirect=false. Acesso em 01 de novembro de 2022.

HARVESTING. **Separador de Fluxo**. Disponível em: [31 – Separador de Fluxo 100 mm – Harvesting do Brasil](#). Acesso em: 24 de outubro de 2022.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados históricos anuais**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: 06 de novembro de 2022.

IPT - Instituto de Pesquisa e Tecnologia - **Uso da água da chuva**, fev. 2015. Disponível em: < http://www.ipt.br/noticia/892-uso_de_agua_de_chuva.htm >. Acesso em: 24 de outubro de 2022.

LITER. **Tratamento da Água de Chuva após a Armazenagem**. Disponível em: <https://liter.com.br/tratamento-da-agua-de-chuva-apos-a-armazenagem/>. Acesso em: 06 de novembro de 2022.

MACOMBER, P.S.H. **Guidelines on Rainwater Catchment Systems for Hawaii**. Department of Natural Resources and Environmental Management. College of Tropical Agriculture and Human Resource. University of Hawaii at Manoa, 2001.

MANCUSO, P. C. S., SANTOS, H. F. Coord.: Philippi, A. Jr. **Reúso de água**. São Paulo: Editora Manole, 2003.

MANO, R. S.; SCHMITT, C. M. **Captação Residencial de Água Pluvial, para Fins Não Potáveis, em Porto Alegre**: Aspectos Básicos da Viabilidade Técnica e dos Benefícios do Sistema. CLACS' 04 – I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo - SP, Anais....CD Rom, 2004.

MARTINS, F. M; MARQUES. R. S. **Estudo de Captação e Aproveitamento de Água da Chuva na Escola de Ensino Básico General Osvaldo Pinto da Veiga de Capivari de Baixo** – SC. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/4285/1/TCC%20Engenharia%20Civil%20Fernando%20Mendes%20e%20Ramiro%20Souza.pdf>. Acesso em: 24 de outubro de 2022.

MARTINS, G.A; PINTO, R. L. **Manual para elaboração de trabalhos acadêmicos**. São Paulo: Atlas, 2001. 90 p.

MAY, Simone. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004.

MAY S.; PRADO R. T. A. **Estudo da Qualidade da Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações**. CLACS' 04 – I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo - SP, Anais....CD Rom, 2004.

MERCADO MÁQUINAS. **Caminhão Mercedes-benz I-2217 3-eixos 2p (diesel)**. Disponível em: <https://www.mercadomaquinas.com.br/anuncio/207622-caminhao-mercedes-benz-i-2217-3-eixos-2p-diesel-1988-itapira-sp>. Acesso em 25 de novembro de 2022.

MIERZWA, J. C. et al. **Águas pluviais: método de cálculo do reservatório e conceitos para um aproveitamento adequado**. REGA – Vol. 4, nº 1, p. 29-37, jan./ jun. 2007.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria 518** de 25 de março de 2004. Disponível em: <http://www.aeap.org.br/doc/portaria_518_de_25_de_marco_2004.pdf>. Acesso em: 24 de outubro de 2022.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria 2.914** de 12 de dezembro de 2011. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em: 10 de novembro de 2022.

OLIVEIRA, F. M. B. **Aproveitamento de Água de Chuva para Fins Não Potáveis no Campus da Universidade Federal de Ouro Preto Ouro Preto, Minas Gerais**. Disponível em: <https://www.livrosgratis.com.br/ler-livro-online-86094/aproveitamento-de-agua-de-chuva-para-fins-nao-potaveis-no-campus-da-universidade-federal-de-ouro-preto--minas-gerais>. Acesso em: 17 de outubro de 2022.

OPERSAN. **Diretrizes e benefícios do Reuso de Água para o Setor Industrial**. Disponível em: <https://info.opersan.com.br/diretrizes-e-beneficios-do-reuso-de-agua-para-o-setor-industrial>. Acesso em 24 de outubro de 2022.

PAGANINI, Wanderley da Silva. **Concentração populacional é a principal causa de escassez de água**. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/atualidades/concentracao-populacional-e-a-principal-cao-de-escassez-de-agua/>>. Acesso em 14 de outubro 2022.

PNCDA, Programa Nacional de Combate ao desperdício de Água. **Apresentação do programa A1. Ministério do Planejamento e Orçamento**. Secretaria de Política Urbana, Brasília, 2002,p. 48

REBOUÇAS, A. C. **Água doce no mundo e no Brasil**. Tradução São Paulo: Escrituras, 2002. p. 01-35. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/46f90cc5-9515-41a2-bbf10da5c1748821/1658772.pdf>. Acesso em: 14 out. 2022.

ROSCHIL, C. V. P. **Tratamento de Água**. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/hugoguedes/files/2018/11/Aula-7-Tratamento-de-%C3%A1gua-Caroline-Voser.pdf>. Acesso em 01 de novembro de 2022.

RW. **Exemplo de aproveitamento de água de chuva do Colégio Loyola**. Disponível em: <https://rwengenharia.eng.br/exemplo-de-aproveitamento-de-agua-de-chuva/>. Acesso em 25 de novembro de 2022.

SILVA, G. S.; TAMAKI, H. O.; GONÇALVES, O. M. **Implantação de Programas de Uso Racional da Água em Campi Universitários**. CLACS' 04 – I Conferencia Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo - SP, Anais....CD Rom, 2003

SIMIONI, W. I.; GHISI, E.; GÓMEZ L. A. **Potencial de Economia de Água Tratada Através do Aproveitamento de Águas Pluviais em Postos de Combustíveis: Estudos de Caso**. CLACS' 04 – I Conferencia Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo - SP, Anais.... CD Rom, 2004.

SUSTENTARQUI. O estádio Mineirão recebe a certificação máxima de construção sustentável. Disponível em: <https://sustentarqui.com.br/o-estadio-mineirao-recebe-a-certificacao-maxima-de-construcao-sustentavel/>. Acesso em 25 de novembro de 2021.

TIBAYUKA, A, K (UN-HABITAT) **Rain water Harvesting and Utilisation, United Nations Human Settlements Programme 50-60 Kenya**, 2008.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva** - Navegar Editora, São Paulo. 2010. 491 p.

VERGARA, S. C. **Métodos de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas,1997.