

FACULDADE DOCTUM DE JUIZ DE FORA

HEITOR MARIANO DA COSTA FURTADO

**PROPOSTA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA
UTILIZAÇÃO EM UM LAVA – JATO**

**Juiz de Fora
2020**

FACULDADE DOCTUM DE JUIZ DE FORA

HEITOR MARIANO DA COSTA FURTADO

**PROPOSTA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA
UTILIZAÇÃO EM UM LAVA – JATO**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade Doctum de
Juiz de Fora como requisito parcial
para obtenção do título de bacharel em
Engenharia Ambiental e Sanitária
orientado pelo Professor Msc. Luis
Gustavo Schroder e Braga.**

**Juiz de Fora
2020**

Ficha Catalográfica elaborada pelo autor.

FURTADO, Heitor Mariano da Costa.
Proposta de aproveitamento de águas pluviais para utilização
em um lava-jato. / Heitor - 2020
60 folhas.

Monografia (Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária) –
Faculdade Doctum Juiz de Fora.

1. Preservação da água 2. Escassez hídrica. 3. Água de chuva.
I. Proposta de aproveitamento de águas pluviais para utilização
em um lava-jato. Faculdade Doctum de Juiz de Fora.

Dedicado ao meu filho Arthur.

Para criaturas tão pequenas como nós, a imensidão só é tolerável por meio do amor.

Carl Sagan

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que me apoiaram em minha vida acadêmica até aqui, me dando força e coragem para vencer os obstáculos percorridos.

Agradeço primeiramente aos meus pais Cleusa e José Carlos, que me proporcionaram esta oportunidade, confiando e apostando em mim, pelos valores passados em toda minha vida que me moldaram para ser o homem que hoje sou.

Agradeço a toda minha família, em especial meus irmãos e minhas avós, pessoas que sempre serviram de exemplo para mim.

A todos os professores que convivi nesses anos, agradeço pelos ensinamentos a mim passados, em especial ao professor orientador deste estudo Msc. Luis Gustavo Schroder e Braga que com todo seu conhecimento, dedicação e hombridade me orientou de forma brilhante, sendo fundamental para a conclusão deste estudo.

Agradeço de forma muito especial a minha namorada e mãe do meu filho, Bruna Esteves, pelo apoio, carinho e compreensão durante esse processo.

Por fim, agradeço aos meus amigos, colegas de classe por toda torcida, carinho e apoio ao longo dessa jornada.

A todos o meu muito obrigado!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição de água no mundo	16
Figura 2 - ETA Maravilha em São José do Vale do Rio Preto, RJ, opera com volume morto:.....	20
Figura 3 - Complexo comercial onde o lava-jato está inserido	22
Figura 4 - O Ciclo da água	23
Figura 5 - Mangueira de jato de alta pressão usada no lava-jato.....	30
Figura 6 - Sistema de Primeiro Descarte	32
Figura 7- Croqui com Planta Baixa do galpão	42
Figura 8 - Área de Instalação dos Reservatórios	44

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1 – Relação entre a água armazenada pelo sistema e o volume demandado pelo lava-jato	48
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição da média de precipitação por mês na cidade de São José do Vale do Rio Preto	25
Tabela 2 - Coeficiente de escoamento superficial de acordo com o material	33
Tabela 3 - Capacidades de calhas semicirculares com coeficientes de rugosidade $n = 0,011$ (Vazão em L/min)	35
Tabela 4 - Tabela de recomendação para período de manutenção por componente.....	37
Tabela 5 - Volume de água mensal aproveitado.....	46
Tabela 6 - Precificação do Sistema.....	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCMAC	Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
ETA	Estação de Tratamento de Água
KM ²	Quilômetros quadrados
KM ³	Quilômetros cúbicos
L	Litros
M ²	Metros quadrados
M ³	Metros cúbicos
MIN	Minutos
Nº	Número
NBR	Norma Técnica
RJ	Rio de Janeiro
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SNIS	Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento
WRI	World Resources Institute

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivos específicos	14
3 JUSTIFICATIVA	15
4 REFERENCIAL TEÓRICO	16
4.1 A Água no Brasil e no Mundo	16
4.2 Escassez hídrica no Brasil e no Mundo	17
4.2.1 Escassez hídrica na Cidade de São José do Vale do Rio Preto	19
4.3 Caracterização e Área de Coleta do Empreendimento	21
4.4 A Precipitação e o Ciclo da Água	23
4.4.1 A Precipitação na Cidade de São José do Vale do Rio Preto	24
4.5 Aproveitamento de Água das Chuvas	25
4.6 A Captação de Água das Chuvas e os Lava-jatos	27
5 METODOLOGIA	29
5.1 Consumo de Água no Empreendimento	29
5.2 Índice Pluviométrico da Cidade de São José do Vale do Rio Preto	30
5.3 Referências Normativas	31
5.4 Dimensionamento do Reservatório de Primeiro Descarte	31
5.5 Dimensionamento do Reservatório Principal	32
5.6 Dimensionamento de Calhas	33
5.6.1 Área de Contribuição	34
5.7 Dimensionamento do Sistema de Bombeamento	35
5.8 Sistemas Complementares (Filtros e Grades)	36
5.9 Qualidade da Água Captada	36
5.10 Manutenção do Sistema	37
5.11 Análise do Tempo de Retorno do Projeto	37
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
6.1 Gastos com Água no Empreendimento	39
6.1.1 Cobrança Pela Água na Cidade	39
6.2 Dimensionamento do Reservatório Principal	39
6.2.1 Funcionamento do Sistema	40
6.3 Dimensionamento do Reservatório de Primeiro Descarte	41
6.4 Dimensionamento de Calhas	42
6.5 Dimensionamento do Sistema de Bombeamento	43
6.5.1 Caracterização de Área de Instalação do Reservatório	43
6.6 Sistemas Complementares (Filtros, grades entre outros)	45
6.7 Tempo de Retorno do Projeto	45
6.7.1 Economia com gastos de água com o sistema em funcionamento	45
6.7.2 Precificação do Sistema	47
6.8 Análise do Tempo de Retorno do Investimento	48

6.9 Benefícios Ambientais Observados	49
7 CONCLUSÃO	50
8 REFERÊNCIAS	52

RESUMO

FURTADO, Heitor Mariano da Costa. **Proposta de aproveitamento de águas pluviais para utilização em um lava-jato**. 60f. Projeto de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental de Sanitária). Faculdade Doctum, Juiz de Fora, 2020.

O presente estudo, é uma proposta de aproveitamento de águas pluviais que visa contribuir com a preservação da água doce e combater a escassez hídrica, tendo em vista que a disponibilidade de água doce no mundo é cada vez menor, causando diversos conflitos ao redor do globo. A realidade brasileira não é diferente e com o aumento populacional e demanda cada vez maior por esse recurso, não se observa tendência de melhora. Formas diferentes de obter acesso a água vem se mostrando necessário, e o aproveitamento de água das chuvas é uma ótima forma de substituir as fontes de abastecimento superficiais e subterrâneas, preservando assim reservatórios, rios e aquíferos. Além disso, o aproveitamento de água da chuva contribui com a redução do escoamento superficial de uma cidade, reduzindo conseqüentemente o risco de enchentes. Com isso, o presente estudo, analisou o tempo de retorno na implantação de um sistema de captação de águas pluviais de um complexo industrial, para utilização em um lava-jato, na cidade de São José do Vale do Rio Preto – RJ e os benefícios ambientais obtidos. O estudo em questão faz o dimensionamento dos reservatórios, calhas e demais sistemas seguindo as recomendações da NBR 15.527:2019. O dimensionamento visa além de atender às normas existentes, a otimização do sistema, gastando a menor quantia possível. Fica claro ao fim deste estudo que a água das chuvas demonstra grande potencial de aproveitamento, gerando diversos ganhos ambientais, porém um retorno do investimento em tempo considerado longo, de 13 anos.

Palavras-chave: Água de chuva. Escassez hídrica. Preservação da água.

ABSTRACT

This study is a proposal to reuse rainwater in order to contribute with fresh water conservation and preventing the scarcity of water, taking into consideration that fresh water availability is decreasing, causing many conflicts around the globe. The reality in Brazil is not different and with the population and demand increase for this resource, improvements are not being seen. Different ways to get access to water are needed, and reusing rainwater is a great way to substitute surface and underground supply sources, preserving reservoirs, rivers and aquifers.

Besides that, reusing rainwater contributes to the decrease of the surface outflow of a city, consequently reducing the floods risks. Therefore, this study, analyzed the return time on the implantation of a rainwater catchment system of an industrial complex, for a car wash utilization at São José do Vale do Rio Preto – RJ and the environmental benefits obtained. The study in question sizes the reservoirs, gutters and other systems following the recommendations of NBR 15.527:2019. The sizing aims, beyond to follow the existing standards, the system's optimization, expending the smallest possible amount. It's clear in the end of this study that the rainwater reuse has great potential, leads to many environmental gains, and forecasts the return of the investment in approximately thirteen years.

Keywords: Rain water. Water scarcity. Water preservation.

1 INTRODUÇÃO

Considerada por Castro (2012), a água é um recurso finito de suma importância para o ser humano e para os animais, sendo essencial para a manutenção da vida no planeta, além de fundamental para meios de produção e agricultura, devendo ser utilizada de maneira racional.

Segundo ANA – Agência Nacional de Águas (2018), 75% da superfície terrestre é ocupada por água, porém apenas 3% do montante é água doce e, destes, apenas 20% encontram-se disponíveis para o consumo humano.

Castro (2012) alerta que com o acelerado desenvolvimento urbano, com o crescimento populacional e a difusão da agricultura, houve um aumento significativo na demanda por esse recurso, tornando-o cada vez mais escasso e desencadeando diversas crises hídricas em grandes centros populacionais por todo o globo, inclusive no Brasil.

O estudo sobre as secas e seus impactos no Brasil em 2018, realizado pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - CEMADEN (2019), afirma que nos últimos sete anos choveu menos em todo o Brasil, com exceção da Região Sul. O estudo também afirma que o período é então marcado pela maior seca dos últimos 100 anos no Semiárido e pela pior seca da história recente do Sudeste brasileiro.

Além da falta de chuvas, a poluição dos rios, nascentes e florestas contribuem negativamente com a disponibilidade de água no meio ambiente, sendo ainda agravada pelo desperdício. Segundo o Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento, o SNIS (2015), quase 40% da água tratada no Brasil é desperdiçada por desvios ou vazamentos nas redes de abastecimento, antes mesmo de chegar ao destino final. Se contarmos o desperdício do dia a dia nas residências esse número será ainda maior.

Diante da preocupação com a escassez hídrica, Favretto (2016) afirma que um maior zelo com esse recurso se faz necessário. O reuso da água, a dessalinização da água do mar e a captação e aproveitamento da água da chuva surgem como alternativas para auxiliar no abastecimento de água não potável.

Para Favretto (2016), o aproveitamento de águas pluviais aparece como alternativa para amenizar a escassez hídrica surgindo como uma forma de

desenvolvimento sustentável, além de contribuir com a diminuição do escoamento superficial reduzindo, assim, a carga nos sistemas de coleta pluviais e diminuindo o risco de inundações.

Lava-jatos são empreendimentos que demandam grande quantidade de água em seu funcionamento e, segundo Bona (2014), a água utilizada não exige potabilidade ou tratamento fazendo com que a água captada das chuvas possa ser utilizada na lavagem de veículos.

Koenig (2003 apud BONA, 2014) cita também os lava-jatos como exemplo de atividades que vem buscando o aproveitamento de água das chuvas em seu funcionamento, visando retorno financeiro, além de desenvolver seu negócio de maneira sustentável, conseguindo destaque no mercado.

Com isso, o presente estudo visa a avaliação do tempo de retorno para a implantação de um sistema de captação de água das chuvas para uso em um lava-jato na cidade de São José do Vale do Rio Preto – RJ e o levantamento dos impactos ambientais na utilização deste sistema.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar o tempo de retorno da implantação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais em um galpão onde se opera um lava-jato de veículos, considerando os benefícios ambientais.

2.2 Objetivos Específicos

- Propor um sistema de utilização de águas pluviais;
- Verificar o potencial de utilização do sistema de águas pluviais proposto;
- Analisar o tempo de retorno do investimento;
- Analisar os benefícios ambientais obtidos com a implantação do sistema.

3 JUSTIFICATIVA

A escassez hídrica é uma problemática cada vez mais presente em todo território brasileiro, mesmo que Tomaz (2001) considere o Brasil um país privilegiado por dispor de 12% da água doce do mundo. O uso irracional desse recurso vem tornando-o escasso e medidas que reduzam a dependência dos reservatórios superficiais e subterrâneos são cada vez mais necessárias para reduzir os impactos desse problema.

A Agência Nacional de Água – ANA (2005) diz que o aproveitamento de água das chuvas advinda de telhados, passando por filtragem simples não permite o uso para fins nobres, sendo este recurso aproveitado somente em lavagens de carros, bacias sanitárias, rega de jardins, limpeza em geral, entre outros. Para Thomaz (2011) esse aproveitamento pode ser uma medida eficaz contra a escassez hídrica, visto que 42% das águas consumidas em residências podem ser usadas para fins menos nobres.

Considerando que a água captada com o sistema proposto nesse trabalho seria usada para a lavagem de carros, esse percentual chegaria perto de sua totalidade. Além disso, um sistema otimizado de reutilização desse recurso pode resultar em economia nos gastos com a conta de água e ser vantajoso financeiramente para quem instalar um sistema, preferencialmente, de baixo custo.

Segundo Karlinski (2015) a utilização da água da chuva minimiza os problemas de alagamentos nas cidades reduzindo o escoamento superficial, além de conservar a água e reduzir a dependência excessiva das fontes superficiais e subterrâneas de água potável.

Desta forma, se constatado um tempo de retorno plausível para implantação de um sistema de captação de água da chuva para fins não potáveis em um lava-jato, obter-se-á uma redução nos gastos com água e a contribuição no combate a escassez hídrica.

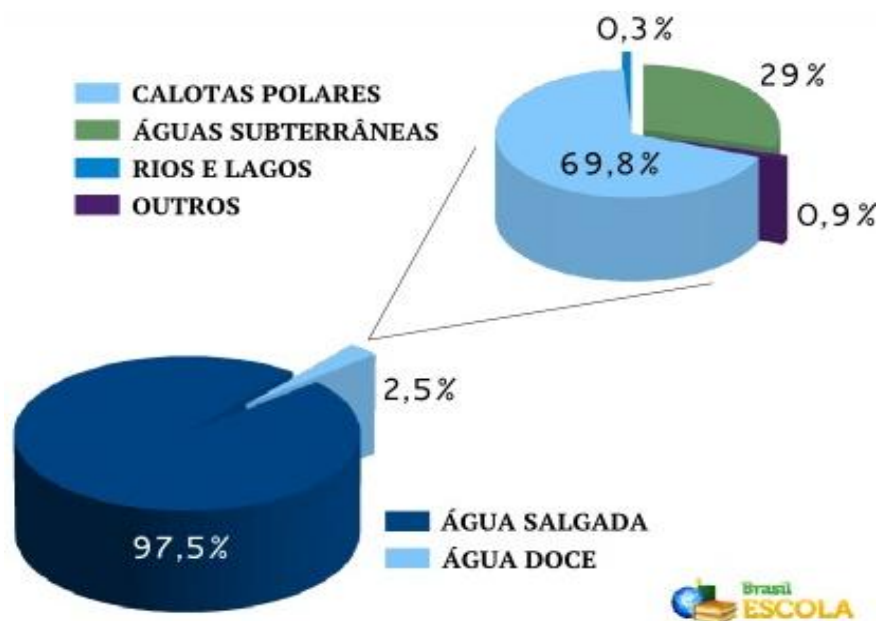
4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 A Água no Brasil e no Mundo

Os recursos hídricos e o ciclo hidrológico são fundamentais para a manutenção da vida em equilíbrio na terra. Segundo Ribeiro e Rolim (2017) mais de 70% da superfície do planeta é coberto por água.

Segundo a Agência Nacional de Águas - ANA (2018), 97,5% da água existente no mundo é salgada, sendo assim inadequada ao consumo humano e à irrigação diretamente. Restando somente um percentual de 2,5% de água doce no mundo. Desse número, acredita-se ainda que quase 70% está aglomerado nas geleiras, inviabilizando a utilização, restando cerca de apenas 30% com acesso disponível à população em geral, em rios, lagos e principalmente em aquíferos subterrâneos, e ainda assim, esse recurso está mal distribuídos por países e regiões, conforme apresentado pela Figura 1.

Figura 1 - Distribuição de água no mundo



Fonte: Brasil Escola (2015)

De toda a água usada pela humanidade, Castro (2012) afirma que 80% são utilizados pela agricultura, 15% pela indústria e 5% são destinados ao consumo humano.

A realidade brasileira pode se dizer que é beneficiada em relação a quantidade de água doce em todo o globo. Segundo Thomaz (2001), 12% de toda água doce do planeta se encontra em território brasileiro.

A maior parte desse recurso está estocada nos aquíferos, segundo a Embrapa (2018), os dois maiores aquíferos do mundo estão no Brasil, sendo o primeiro o Aquífero Alter do Chão e o segundo o Aquífero Guarani.

O Aquífero Alter do Chão, também conhecido como Sistema Aquífero Grande Amazônia (SAGA) que é o maior aquífero em quantidade de água do mundo com incríveis 162.520 km³ de água.

A organização Juntos Pela Água (2015) estima que a quantidade é equivalente a mais de 150 quadrilhões de litros e poderia abastecer toda a população do planeta durante 250 anos.

Segundo ANA (2019), o Aquífero Guarani representa o principal potencial hídrico subterrâneo da região sudeste e parte do sul, e é o maior aquífero em extensão territorial do mundo com extensão de 1,2 milhões de km².

Embrapa (2018) informa ainda que outras regiões do país como o Pantanal mato-grossense e a Bacia Sedimentar do Parnaíba (estados do Piauí e Maranhão) também possuem aquíferos de grande relevância, que juntas, possuem uma reserva potencial de cerca de 15 km³/ano de água.

Para Castro (2012), a distribuição por região de recursos hídricos no Brasil é de 70% para a região Norte, 15% para a Centro-Oeste, 12% para as regiões Sul e Sudeste, que revelam o maior consumo de água, e 3% para a Nordeste.

4.2 Escassez hídrica no Brasil e no Mundo

Castro (2012) afirma que a falta de água deve gerar ocorrência de conflitos no mundo nos próximos anos, principalmente por forçar a emigração de pessoas que vivem em locais de escassez hídrica, buscando se mudar para locais sem este problema. Segundo ele, locais onde a escassez hídrica já é realidade como em partes da China e da Índia, os problemas de emigração já podem ser observados.

Segundo o ranking produzido pelo World Resources Institute – WRI (2019), que avalia a atual situação de 189 países quanto ao seu estresse hídrico, riscos de seca e enchentes, atualmente, diversos países como Índia, Chile, Israel e Portugal, enfrentam dificuldades em assegurar o abastecimento público de água com qualidade e abundância para sua população. Estes aspectos são associados a questões econômicas, disponibilidade hídrica, mudanças climáticas, crescimento populacional e uso irracional deste recurso.

O crescimento populacional, a industrialização e a expansão da agricultura também são problemas citados por Castro (2012), problemas estes, que, segundo ele vem acarretando no último século situações de escassez e degradação dos recursos hídricos.

Ainda para Castro (2012), é evidente que a disponibilidade de água por habitante vem diminuindo ao longo dos anos no mundo, o que deve servir como alerta para um grave problema em um curto espaço de tempo, podendo afetar diretamente a qualidade de vida e as atividades econômicas.

O Brasil se encontra apenas na posição 116^a no ranking da WRI de 2019, não apresentando grande estresse hídrico comparado a outros países.

O problema se dá na distribuição dessa água pelo país, por mais que o mesmo tenha a maior reserva de água doce do mundo, boa parte desse recurso está concentrada em regiões específicas. Segundo ANA (2007) aproximadamente 80% da quantidade de água disponível concentra-se na região Norte do Brasil, porém a mesma corresponde somente 5% da população. Em contrapartida as regiões costeiras que detêm 45% da população brasileira, possuem apenas 5% dos recursos hídricos do país.

Então ao analisarmos a situação de estresse hídrico por região e não por país, temos regiões brasileiras consideradas de estresse médio-alto pelo ranking, principalmente em estados do nordeste, centro-oeste e sudeste brasileiro.

A região Sudeste foi a mais afetada com a crise hídrica em 2014 e 2015 por exemplo. Os reservatórios do Rio de Janeiro, Minas Gerais e principalmente de São Paulo, apresentaram níveis preocupantes. Segundo o jornal O Globo (2019), embora os reservatórios tenham obtido uma situação melhor em 2018, os mesmos nunca se recuperaram da seca histórica de 2014.

Além disso, foi divulgado um estudo nacional sobre as secas, feito pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - CEMADEN

(2018), no qual revela que nos últimos sete anos choveu menos em todo o Brasil, com exceção da Região Sul, o estudo também afirma que o período então é marcado pela maior seca em 100 anos no Semiárido e pela pior seca da história recente do Sudeste brasileiro.

SEBRAE (2016), em seu Relatório de Inteligência de Sustentabilidade, afirma que além do problema de abastecimento de água com qualidade para a população e animais, a escassez hídrica no Brasil pode causar problemas energéticos já que a principal fonte de energia do país são as hidrelétricas, que dependem dos recursos hídricos em abundância para seu funcionamento. A agricultura e a indústria também sofrerão consequências negativas. Todos esses fatores podem acarretar em graves problemas financeiros para o país.

Para Moura (2010) no Brasil a relação mais visível entre água e energia é em relação as hidrelétricas, sistema esse que predomina como matriz energética brasileira, graças a uma grande disponibilidade de água, principalmente dos rios brasileiros.

Moura (2010) afirma ainda uma diminuição da quantidade de água em uma bacia hidrográfica afeta diretamente as usinas hidrelétricas, podendo causar o racionamento de água e de energia, causando prejuízo financeiro para a economia do país.

4.2.1 Escassez hídrica na Cidade de São José do Vale do Rio Preto

A cidade de São José do Vale do Rio Preto, área de objetivo desse estudo de caso, fica situada na região serrana do estado do Rio de Janeiro e sempre apresentou boas condições de recursos hídricos. Também é conhecida como a cidade das águas de março, por conta das chuvas fortes no período do verão, como de costume em toda região serrana.

Porém o aumento populacional, a falta de zelo com esse recurso fundamental, além da diminuição das chuvas nos últimos anos fizeram com que os reservatórios diminuíssem os níveis consideravelmente, chegando a faltar água para o abastecimento humano, causando problemas sociais e uma situação de alerta por toda a cidade.

Segundo matéria do G1 (2019), a ETA Maravilha que abastece cerca de 6 mil moradores, representando mais de 30% da população da cidade, está operando

com volume morto devido à estiagem, obrigando os responsáveis pelo abastecimento a buscar alternativas que nem sempre suprem as necessidades da população.

A Figura 2 mostra a situação da principal Estação de Tratamento de Água - ETA do município, a ETA da Maravilha em 2019:

Figura 2 - ETA Maravilha em São José do Vale do Rio Preto, RJ, opera com volume morto:



Fonte: G1 (2019)

A Prefeitura de São José do Vale do Rio Preto –RJ na busca por soluções para essa problemática, concedeu a partir do decreto Nº 2.875 de 21 de setembro de 2018, a permissão para prestação do serviço público de abastecimento de água potável no município, por um período de cinco anos e mediante licitação, a empresa Águas do Rio Preto ficará responsável pela prestação do serviço até o fim do contrato.

Rede Info News (2019) divulga que a prefeitura juntamente com a empresa comprou uma nova ETA, a ETA do Centro, e agora na busca por uma solução definitiva para a escassez hídrica no município utilizam a água do rio que corta a cidade, o Rio Preto, para abastecer a população. Esta água captada diretamente do rio é direcionada para a ETA, onde é tratada e segue para o abastecimento de parte

da população. Este sistema é novo na cidade, entrando em funcionamento em agosto de 2019 e promete resolver todo o problema de escassez, porém a prestação do serviço tende a ter um aumento significativo no preço, obrigando o usuário a pagar mais caro pelo metro cúbico consumido na cidade.

Tendo em vista os diversos problemas causados pela falta d'água e a atual situação do município, alternativas individuais que visem o aproveitamento da água das chuvas, evitar desperdícios, entre outras ações, se mostram como possíveis soluções para amenizar a escassez de água, e quem sabe, ser vantajoso financeiramente para quem implantar.

Para Bona (2014), o aproveitamento das águas pluviais pode ser uma das soluções contra a escassez hídrica, pelo fato de ser uma medida simples e barata para a conservação da água.

Empreendimentos que dependem diretamente do uso de água, necessitam de alternativas de abastecimentos diferentes, para não ficarem reféns do abastecimento público que nem sempre, supre as necessidades de tal empreendimento, além de demandar grande gasto mensal.

SABRAE (2016) afirma que os setores que dependem predominantemente da água em seu funcionamento precisam rever a utilização e o gerenciamento desse recurso e os lava-rápidos estão entre esses negócios.

4.3 Caracterização e Área de Coleta do Empreendimento

O empreendimento, apresentado na Figura 3, é um lava-jato denominado “Lava-jato do Tiago” (destacado na figura 3) localizado à rua Prof. Maria Emília Esteves no centro da cidade de São José do Vale do Rio Preto – RJ e faz parte de um complexo comercial, onde se encontra além do lava-jato uma igreja, uma oficina mecânica e outros dois depósitos.

A figura 3 apresenta o local.

Figura 3 - Complexo comercial onde o lava-jato está inserido



FONTE: O autor (2020)

O lava-jato está estabelecido em um galpão de grande dimensão, com área de 540 m² de cobertura de telhado, sendo 12 metros de largura e 45 metros de comprimento. Apesar do lava-jato não contemplar toda a parte do galpão, o proprietário tem interesse em captar a água das chuvas em toda área do galpão e direcioná-la ao lava-jato. Sendo assim, a área total de cobertura do telhado será a área utilizada para a captação de águas pluviais.

O local passa por dificuldades para o seu abastecimento hídrico junto aos responsáveis. Um poço artesiano já foi construído com o intuito de suprir as necessidades, mas não foram feitos estudos que atestem a confiabilidade do abastecimento desse poço a longo prazo, surgindo a necessidade de buscar novas alternativas que garantam o abastecimento de água, o pleno funcionamento do empreendimento e que colabore com a diminuição dos custos da água utilizada.

4.4 A Precipitação e o Ciclo da Água

O ciclo da água, apresentado na Figura 4, também chamado de ciclo hidrológico, segundo Tundisi (2005) é a forma como a água circula pelos sistemas da Terra e faz com que esse recurso natural esteja sempre presente no ambiente, alterando-se entre o estado sólido, líquido e gasoso.

Figura 4 - O Ciclo da água



Fonte: Serviço Geológico do Brasil (2015)

Segundo Bona (2014) o ciclo da água começa na superfície do planeta e vai para a atmosfera através da energia solar que incide sobre a Terra. A transferência da água da superfície terrestre para a atmosfera, passando do estado líquido para o gasoso, acontece pela evaporação direta de rios, lagos e oceanos, por transpiração da flora, por interferência dos animais e por sublimação (passagem direta da fase sólida para a de vapor).

Castro (2012) afirma que o ciclo hidrológico é de suma importância para a manutenção da vida no planeta por ser essencial para a hidratação humana e de animais, mas não só por isso, segundo ele, a água também tem grande importância

no desenvolvimento de várias atividades antrópicas, como a agricultura, energia, diversos processos industriais, além da manutenção e do equilíbrio dos ecossistemas terrestres.

Para Silva (2014) a evapotranspiração de rios, lagos entre outros e a transpiração das plantas são fatores essenciais no ciclo hidrológico, e uma redução em seus valores acarretaria conseqüentemente em menor quantidade de água para a bacia hidrográfica em questão. A principal fonte de evaporação são os oceanos que contem grande quantidade de água, que evapora para a formação de nuvens. Já a transpiração ocorre das plantas, quando elas transformam água em vapor, lançado na atmosfera por suas folhas. Enquanto que a principal forma de transferência de água da atmosfera para a superfície é a precipitação, onde massas de ar carregadas caem para a superfície em forma de chuva. Isso ocorre quando as micro gotículas atingem peso e tamanho suficientes a ponto da gravidade superar as turbulências do meio atmosférico.

Miranda et al. (2010) afirma que a chuva pode ser definida como um conjunto de água oriundas de vapor de água atmosférico, que precipita sobre a superfície do planeta quando atinge peso suficiente capaz de sobrepor as forças de sustentação no ar.

4.4.1 A Precipitação na Cidade de São José do Vale do Rio Preto

A cidade de São José do Vale do Rio Preto se situa no interior do estado do Rio de Janeiro, na região serrana, conhecida pela ocorrência de chuvas fortes, principalmente no verão.

A precipitação média na cidade de São José do Vale do Rio Preto – RJ é de 1.620 mm/ano, segundo o site Clima Tempo (2010), e a Tabela 1 mostra a distribuição da precipitação média ao longo dos meses, comprovando que o verão é o período mais chuvoso no município.

Segundo o site Clima Tempo (2010) “Os dados apresentados representam o comportamento da chuva e da temperatura ao longo do ano. As médias climatológicas são valores calculados a partir de uma série de dados de 30 anos observados.”

Tabela 1 - Distribuição da média de precipitação por mês na cidade de São José do Vale do Rio Preto

Mês (Estação do Ano)	Precipitação (mm)
Janeiro (Verão)	282
Fevereiro (Verão)	175
Março (Verão)	187
Abril (Outono)	103
Maior (Outono)	64
Junho (Outono)	38
Julho (Inverno)	37
Agosto (Inverno)	37
Setembro (Inverno)	86
Outubro (Primavera)	117
Novembro (Primavera)	201
Dezembro (Primavera)	293
MÉDIA	135
TOTAL	1.620

Fonte: Adaptado, Climatedo (2010)

Segundo SEBRAE (2016), o sistema de aproveitamento de águas pluviais é adequado a locais com altos índices pluviométricos.

A título de comparação, a capital do estado, a cidade do Rio de Janeiro, tem precipitação média anual segundo o site Climadata-data.org de 1.278 mm. O que mostra um percentual de 21,11% menor do que na cidade de São José do Vale do Rio Preto – RJ, comprovando assim, o alto índice de chuvas do local, e conseqüentemente boas condições para o aproveitamento de toda essa precipitação.

4.5 Aproveitamento de Água das Chuvas

Em várias partes do mundo, onde a escassez hídrica é extrema, as técnicas de aproveitamento de água das chuvas são muito comuns, sendo em alguns casos praticamente a única forma de se ter acesso a água, ou a principal forma. Em outras áreas do globo, essa prática é utilizada para a preservação das águas superficiais e das águas subterrâneas.

Segundo Gnadlinger (2000) no Planalto de Loess – China, acerca de mais de dois mil anos, constatava-se a existência de tanques e cacimbas utilizados para a captação de água das chuvas.

Azenha e Reami (2015) cita ainda que povos como os Incas, Maias e Astecas realizavam agricultura utilizando a água captada das chuvas obtidas por sistemas de captação com armazenamento em cisternas.

Ghanayem (2001 apud BONA, 2019) conta que o registro mais antigo de captação e utilização de águas das chuvas no Brasil fica situado na ilha de Fernando de Noronha. O sistema foi construído em 1943, por norte-americanos e é usado ainda hoje para o abastecimento da população.

Paula et al. (2011) afirma que hoje o aproveitamento de águas pluviais aparece como alternativa para amenizar a escassez hídrica, além de contribuir com o desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos. Ele completa citando outros benefícios do aproveitamento de água pluvial como possibilitar a redução do escoamento superficial, o que reduz a carga nos sistemas de coleta pluviais, o que, conseqüentemente, acaba diminuindo o risco de inundações além da conservação do recurso.

Bona (2014) mostra que o governo brasileiro incentiva em alguns programas o aproveitamento de águas pluviais no Nordeste, local que sofre com a escassez hídrica, com o intuito de melhora da qualidade de vida da população. Uma das formas mais comuns é o uso de cisternas para tal aproveitamento dessa água advinda de precipitação atmosférica.

Em alguns locais do Brasil, o aproveitamento de água das chuvas virou lei. Podemos citar como exemplos, a prefeitura de Curitiba - Paraná, onde a lei municipal N° 10785 de 2003, orienta a população, através do Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações (PURAE), sobre a destinação de águas pluviais e também o reuso da água; em São Paulo, a lei N° 12526 de 2007, obriga a implantação do sistema de captação de armazenamento de águas pluviais em lotes com área impermeabilizada superior a 500 m², a fim de conter as enchentes durante chuvas torrenciais.

Bona (2014) demonstra que com exceção da região nordeste onde as práticas de aproveitamento de água das chuvas são mais difundidas no país, e alguns exemplos pontuais de cidades, as técnicas de aproveitamento de águas pluviais ainda são pouco difundidas em território brasileiro.

Para Rebouças (1997) o aproveitamento desse recurso pode ser uma alternativa interessante para amenizar o estresse hídrico em locais problemáticos, armazenando as águas em excesso do período de abundância de chuvas, para serem usadas em períodos de escassez.

4.6 A Captação de Água das Chuvas e os Lava-jatos

Bona (2014) explicita que para a lavagem de carros, a água captada de precipitação não precisa de maiores tratamentos, tendo em vista seu uso não nobre, e sem riscos de contaminação com humanos, sendo recomendado somente o descarte da primeira água, que terá como função, fazer a lavagem do telhado, podendo aproveitar normalmente a próxima água captada.

Para Silva (2010) a água utilizada em lavagem de carros, bacias sanitárias, lavagem de pisos entre outros, deve seguir apenas exigências mínimas de água não potável como: Não deve apresentar mau cheiro; não deve ser abrasiva; não deve manchar superfícies.

Este fato permite o uso da água pluvial captada nesse tipo de empreendimento sem necessidade de tratamentos mais complexos e sem maiores gastos consecutivamente, o que facilita o funcionamento de um sistema.

Paula (2011) cita que, além do tratamento e reuso dos efluentes de lavagem de carros, uma solução simples existente hoje para contribuir no combate a escassez hídrica é a captação de água das chuvas para uso nesse tipo de empreendimento, que pode contribuir para a diminuição do uso de água de origem nobre (rios, poços).

Segundo Koenig (2003 apud BONA, 2014), lava-jatos são exemplos de atividades que estão buscando o aproveitamento de água das chuvas e o retorno financeiro, com a economia de gastos com água, além de um chamativo publicitário para o empreendimento, se intitulando como estabelecimentos ecologicamente corretos e conscientes.

Existem vários tipos de lava-jatos, como mostra Teixeira (2003), eles podem ser divididos em três tipos:

Túnel – Onde o veículo vai entrando em um equipamento com formato de túnel contendo, neste, várias etapas da lavagem, começando com o enxague,

depois o enceramento e por fim a secagem, sendo todo esse processo realizado de forma automática, auxiliados por escovões, ou jatos de alta pressão.

“Rollover” – O automóvel fica parado enquanto uma máquina de lavagem passa por ele, contendo grandes escovas que passam por toda a área do carro, garantindo uma limpeza completa do veículo.

Lavagem a jato manual – É ainda a forma de lavagem mais utilizada no país, usando mangueiras de jato de alta pressão de água e ar, ar e sabão operadas manualmente, intercaladas para a limpeza do veículo. O presente estudo visa o aproveitamento de água das chuvas para esse tipo de sistema de lavagem.

O consumo de água em um lava-jato normalmente gera valores elevados de gastos com água, devido às características dos serviços prestados, lavagem de automóveis. Como mostra o Relatório de Inteligência de Sustentabilidade do SEBRAE de 2016, para a lavagem de um carro popular, utiliza-se cerca de 150 litros de água (Lavagem a jato manual).

O mesmo relatório cita que um sistema de reaproveitamento de águas pluviais para lava-jato pode resultar em uma economia de até 75% da fatura de água. O relatório mostra ainda o exemplo de um caso na cidade do Leme/SP, onde o empresário implantou um sistema de captação e aproveitamento de água das chuvas, e obteve um resultado de economia de 70% na fatura com água.

O sistema segundo o relatório é adequado a locais com altos índices pluviométricos e neste caso a água é captada e transportada por calhas, passando para canos, e sendo armazenada em reservatórios como caixas d'água por exemplo.

Portanto, com um alto gasto de recurso hídrico, sem exigências de tratamentos complexos dessa água, além de uma crise hídrica instaurada na localidade do empreendimento, surgem condições ideais e necessárias para o aproveitamento de água das chuvas, com preferência para um sistema inteligente, otimizado e econômico, podendo possibilitar ganhos financeiros e a independência do sistema de abastecimento público que deixa a desejar em muitas ocasiões, além de contribuir com o combate a escassez hídrica e desenvolver seu negócio de maneira sustentável.

5 METODOLOGIA

Será apresentado no presente estudo a caracterização do empreendimento e o cálculo da área de coleta do telhado, mostrando a boa dimensão de telhado do complexo industrial em questão. Será quantificada também o consumo de água no empreendimento.

Será dimensionado um sistema para captação de águas pluviais no complexo industrial para uso no lava-jato. Todos os cálculos do dimensionamento do sistema são feitos seguindo a NBR 15.527:2019, que normatiza sobre o aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis, seguindo também as normas complementares orientadas pela mesma, apresentadas nos próximos tópicos. O índice pluviométrico na cidade de São José do Vale do Rio Preto – RJ é considerado para o dimensionamento de todo o sistema.

Será dimensionado o reservatório de primeiro descarte, os reservatórios principais, as calhas, o sistema de bombeamento, além de indicar a instalação de grades e filtros.

É indicado também padrões mínimos de qualidade da água aproveitada, bem como os períodos recomendados para a manutenção de cada sistema, para garantia de preservação da qualidade da água captada.

Por fim será contabilizado os gastos com água no empreendimento, e o valor obtido será comparado ao valor gasto com o sistema proposto, bem como o valor de instalação e manutenção, esperando que a economia com água supere os gastos para implementação e operação do sistema em tempo viável.

5.1 Consumo de Água no Empreendimento

O empreendimento conta com uma alta demanda de serviços, tais como a lavagem de carros, motos, ônibus, caminhões, entre outros, tornando indispensável o abastecimento de água.

Mensalmente, o empreendimento realiza em média a lavagem de 180 automóveis, sendo a maioria dos carros, segundo o proprietário, carros de passeio e caminhonetes.

No lava-jato é usado o sistema de lavagem a jato manual com utilização de mangueiras de alta pressão como mostrado na figura 5 e de acordo com SEBRAE

(2016), para a lavagem de carros de passeio, nesse tipo de sistema, utiliza-se em média 150 litros de água.

Figura 5 - Mangueira de jato de alta pressão usada no lava-jato



FONTE: O autor (2020)

Desta forma, ao multiplicarmos a quantidade de automóveis lavados mensalmente pela quantidade de água utilizada em cada um destes, teremos a média mensal de consumo de água no empreendimento.

5.2 Índice Pluviométrico da Cidade de São José do Vale do Rio Preto

A cidade de São José do Vale do Rio Preto - RJ tem um índice pluviométrico considerado alto, a precipitação média na cidade é de 1.620 mm/ano, segundo o site Clima Tempo (2015). Este número será utilizado para os dimensionamentos do sistema tendo em vista que os mesmos são obtidos através uma série histórica de 30 anos.

Além disso, é possível observar uma má distribuição das precipitações ao longo dos meses conforme visto na tabela 1. No inverno e nos meses próximos ao inverno a quantidade de chuvas é reduzida, enquanto no verão e nos meses próximos a esta estação a quantidade de chuvas aumenta consideravelmente, tornando a época propícia para o armazenamento da água para o uso no período de estiagem.

5.3 Referências Normativas

O projeto será elaborado seguindo os passos indicados na normativa brasileira de Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos, a ABNT NBR 15.527:2019.

A norma fornece os requisitos necessários para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis podendo atender a diversos usos, tais como: descargas em bacias sanitárias, lavagem de carros, limpeza de calçadas e ruas, limpezas de pátios, entre outros usos.

A NBR 15.527:2019 dispõe ainda sobre outras normas complementares que serão utilizadas para elaboração do projeto, são elas:

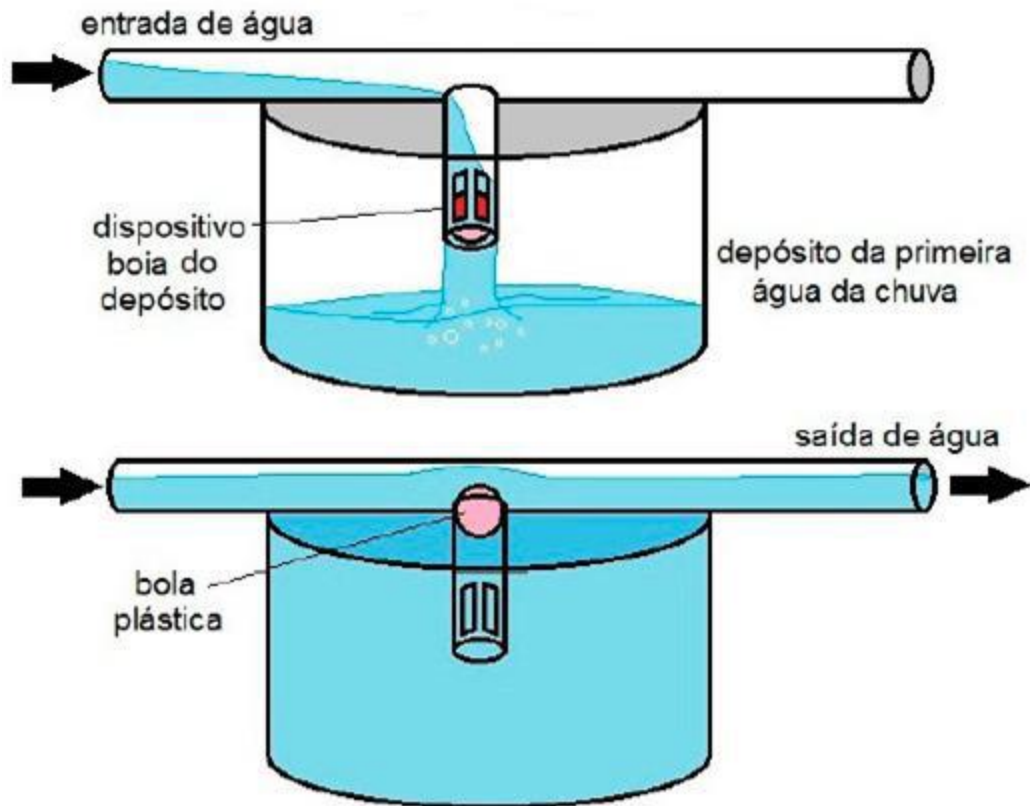
- Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde, Norma de qualidade de água para consumo humano;
- ABNT NBR 5626:1998, Instalação predial de água fria;
- ABNT NBR 10844:1989, Instalações prediais de águas pluviais;
- ABNT NBR 12213:1992, Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público;
- ABNT NBR 12214:1992, Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público;
- ABNT NBR 12217:1994, Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público;

5.4 Dimensionamento do Reservatório de Primeiro Descarte

A NBR 15.527:2019 recomenda que o descarte da primeira água das chuvas seja de 1 a 2 litros por m² de telhado, ou seja, de 1 a 2 mm da primeira precipitação.

Esse descarte é recomendado pelo fato dessa primeira água cair sobre o telhado e servir como uma lavagem do próprio telhado, possibilitando todo o posterior volume de chuva incidente sobre o telhado ser direcionado ao reservatório principal. A figura 6 ilustra como pode funcionar esse tipo de reservatório de forma automática:

Figura 6 - Sistema de Primeiro Descarte



FONTE: OLIVEIRA *et al.* (2012)

Para o dimensionamento do reservatório de descarte da primeira água de chuva será seguida a recomendação da NBR 15.527:2019. Neste caso, será adotado o descarte de 2 litros de água por m^2 da cobertura em projeção.

5.5 Dimensionamento do Reservatório Principal

Para o dimensionamento do reservatório foi considerada a precipitação média da cidade de São José do Vale do Rio Preto, conforme apresentado na Tabela 1, no qual se percebe uma maior precipitação nos meses de início e final de ano e uma menor precipitação no período do meio do ano. Foi utilizado o método prático inglês, apresentado na NBR 15.527:2019.

O cálculo do volume de água coletada pelo telhado é apresentado pela Equação 1 e teve como base a planta baixa da cobertura, onde se obteve uma área em projeção de $540 m^2$, utilizando o método prático inglês onde:

$$V = 0.05 \times P \times A \quad (1)$$

Sendo:

V → Volume de água disponibilizada pelo telhado

P → Precipitação anual média em metros

A → Área do telhado do galpão em m²

Visto que a água coletada não corresponde a 100% da precipitação sobre o telhado e considerando que parte da água é evaporada, outra parte é absorvida pela própria telha, outra parte se destina para a limpeza do sistema (telhado, calhas e tubulações), estima-se um não aproveitamento de 20% da água precipitada conforme apresenta a NBR 15.527:2019, esse valor de 20% corresponde ao fator de captação do sistema.

A tabela 2 apresenta o coeficiente de escoamento para telhado de cimento, que é usado no galpão onde será a captação neste projeto. o coeficiente de escoamento deve ser de 0,80 à 0,90, o que associado a evaporação e a parte descartada de primeira chuva, se justifica o uso de apenas 80% do volume total no dimensionamento sendo este valor o fator de captação do telhado, já incluindo o coeficiente de escoamento do telhado.

Tabela 2- Coeficiente de escoamento superficial de acordo com o material

Telhas cerâmicas	0,80 a 0,90
Telhas esmaltadas	0,90 a 0,95
Telhas corrugadas de metal	0,80 a 0,90
Cimento amianto	0,80 a 0,90
Plástico, PVC	0,90 a 0,95

FONTE: TOMAZ (2007)

5.6 Dimensionamento de Calhas

O dimensionamento de calhas será feito seguindo os passos da NBR 10.844:1989 – Instalações Prediais, conforme orientação da NBR 15.527:2019 – Aproveitamento de Águas Pluviais.

Para isso o primeiro passo será descobrir a Área de Contribuição correspondente a área do telhado.

5.6.1 Área de Contribuição

O telhado utilizado no projeto segundo a NBR 10.844:1989 é considerado uma superfície plana horizontal e sua formula é

$$Ac = a \times b \quad (2)$$

Onde:

$Ac \rightarrow$ Área de contribuição

$a \rightarrow$ Comprimento do telhado

$b \rightarrow$ Largura do telhado

Esse valor será utilizado na fórmula de vazão de projeto, entendida como

$$Qd = \frac{(C \times I \times Ac)}{60} \quad (3)$$

Onde:

$Qd \rightarrow$ Vazão de Projeto

$C \rightarrow$ Coeficiente de Runoff

$I \rightarrow$ Intensidade Pluviométrica

$Ac \rightarrow$ Área de Contribuição

O valor obtido da vazão de projeto (Qd) significa a quantidade de água que escoar para as calhas e, portanto, a vazão de projeto das calhas (Qc) que nada mais é que a capacidade de escoamento da calha, deverá ser maior ou igual a este valor para garantir que não transborde água pelas calhas.

$$Qc \geq Qd \quad (4)$$

Onde:

$Q_c \rightarrow$ Vazão de projeto da calha

$Q_d \rightarrow$ Vazão de projeto

A própria NBR disponibiliza uma tabela para a facilitação do projeto, onde os valores apresentados nesta podem servir para o correto dimensionamento das calhas.

Tabela 3 - Capacidades de calhas semicirculares com coeficientes de rugosidade $n = 0,011$ (Vazão em L/min)

Diâmetro interno (mm)	Declividades		
	0,5%	1%	2%
100	130	183	256
125	236	333	466
150	384	541	757
200	829	1.167	1.634

FONTE: NBR 10.844 (1989)

Esta tabela corresponde a calhas semicirculares com coeficientes de rugosidade $n=0,011$, que serão as utilizadas nesse projeto, podendo variar a composição de seu material em plástico, fibrocimento, aço e metais não ferrosos.

O material da calha a ser utilizado no projeto, pode variar entre os materiais supracitados, analisando critérios de qualidade, encaixe com o projeto, preço e durabilidade de cada tipo de calha.

5.7 Dimensionamento do Sistema de Bombeamento

O dimensionamento do sistema de bombeamento é exigido pela norma 15.527:2019 quando necessário, e recomendado pela mesma o dimensionamento conforme a NBR 12.214:1992.

É necessário também, observar as recomendações da tubulação de sucção e recalque, velocidades mínimas de sucção, e selecionar o conjunto motor bomba.

5.8 Sistemas Complementares (Filtros e Grades)

É recomendado pela NBR 15.527:2019 a instalação de filtros e grades para a remoção dos detritos. Estes dispositivos devem atender os requisitos da NBR 12.213:1992.

A instalação destes sistemas é recomendada para garantia de qualidade da água captada e o funcionamento se dá da seguinte forma.

Será instalado grades ou telas nas saídas das calhas coletores, com o intuito de impedir a entrada de folhas, galhos e partículas grandes para todo o resto do sistema.

Além disso um filtro é necessário posteriormente, para a contenção das demais impurezas.

O estudo irá indicar marcas de filtros que atendam as normas exigentes, bem como a vazão do sistema.

5.9 Qualidade da Água Captada

Segundo a NBR 15.527:2019 os padrões de qualidade devem ser definidos pelo projetista de acordo com a utilização prevista.

Apesar do uso menos restritivo da água (lavagem de carros) no caso proposto pelo projeto, a NBR 15.527:2019 estabelece mecanismos e padrões mínimos necessários para assegurar a qualidade da água.

A NBR 15.527:2019 orienta que deve ser minimizado o turbilhonamento, dificultando a ressuspensão de sólidos e o arraste de materiais flutuantes. Para isso a retirada de água do reservatório deve ser feita próxima à superfície com recomendação ainda que a retirada seja feita a 15 cm da superfície.

Além disso, a NBR 15.527:2019 estabelece que não deve haver conexão cruzada entre a água captada com água potável, fazendo-se necessário a indicação nas saídas de água captada com o aviso “água não potável” e indicação gráfica.

A NBR 15.527:2019 orienta também que a água da chuva deverá ser protegida contra a incidência direta de luz solar, além de ser necessário ter acesso bloqueado a animais para evitar a contaminação por eles.

O descarte da primeira água de chuva, a instalação de filtros e grades e a manutenção do sistema também se mostram necessários para colaborar com a qualidade da água captada segundo a NBR 15.527:2019.

5.10 Manutenção do Sistema

A NBR 15.527:2019 traz recomendações para os prazos de manutenção para cada componente do sistema, sendo fundamental o respeito a essas normas para o eficaz funcionamento do sistema.

A tabela 4 demonstra os prazos recomendados para manutenção de cada componente.

Tabela 4 - Tabela de recomendação para período de manutenção por componente

Componente	Frequência de manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial	Limpeza mensal
Calhas, condutores verticais e horizontais.	Semestral
Dispositivos de desinfecção	Mensal
Bombas	Mensal
Reservatório	Limpeza e desinfecção anual

FONTE: NBR 15.527 (2019)

Os reservatórios devem ser limpos e desinfetados com solução de hipoclorito de sódio, no mínimo uma vez por ano, de acordo com a ABNT NBR 5626:1982.

Não há necessidade de mão de obra especializada para a manutenção do sistema, podendo esta ser realizada pelos próprios funcionários do lava-jato, sem adicionar custos futuros ao sistema.

5.11 Análise do Tempo de Retorno do Projeto

Este tópico se divide em duas etapas principais. A primeira a precificação de todos os sistemas dimensionados para a execução do projeto, analisando os valores médios de mercado, bem como gastos de instalação e manutenção do sistema.

Posteriormente, será realizada uma análise econômica nos gastos com a tarifa de água no empreendimento e uma comparação entre estes valores. Espera-se que o valor total da economia na tarifa de água supere os valores investidos em materiais, instalação, execução e manutenção do sistema em tempo viável de retorno de investimento.

Para essa análise será calculado o volume de água aproveitável capaz de substituir o fornecimento da empresa responsável pelo abastecimento na cidade, buscando uma redução nas taxas de consumo de água advinda do abastecimento e, conseqüentemente, a redução nas despesas mensais do empreendimento.

A equação (5) quantifica o volume de água captável no sistema e é entendida como:

$$V = P \times Ac \times C \times \text{fator de captação} \quad (5)$$

Onde:

$V \rightarrow$ Volume de água aproveitável por mês

$Ac \rightarrow$ Área de contribuição do telhado

$P \rightarrow$ Precipitação mensal

$C \rightarrow$ Coeficiente de escoamento

Fator de captação \rightarrow Porcentagem de água aproveitável do sistema

Neste caso, o coeficiente de escoamento (C) e o fator de captação podem se agrupar, já que foi considerado um não aproveitamento de 80% de água considerando os dois valores como visto no tópico 6.2.

Então podemos considerar:

$$V = P \times Ac \times \text{fator de captação} \quad (6)$$

onde:

$V \rightarrow$ Volume de água aproveitável por mês

$P \rightarrow$ Precipitação no mês

$Ac \rightarrow$ Área de contribuição do telhado

Fator de captação \rightarrow Porcentagem de água aproveitável do sistema

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Gastos com Água no Empreendimento

O empreendimento realiza a lavagem em média de 180 automóveis mensalmente e é usado no lava-jato o sistema de lavagem a jato manual com utilização de mangueiras de alta pressão. Segundo SEBRAE 2016, para a lavagem de carros de passeio, nesse tipo de sistema, utiliza-se em média 150 litros de água.

Será considerado os 180 automóveis como carros de passeio, já que a grande maioria dos automóveis atendidos no lava-jato são deste tipo.

Com isso temos que o consumo médio de água mensal no empreendimento é de 27.000 litros (150l x 180 automóveis), ou 27m³ de água.

6.1.1 Cobrança Pela Água na Cidade

A cobrança de água na cidade é realizada pela empresa Águas do Rio Preto, responsável pelo abastecimento de água em toda cidade.

Os valores cobrados pela empresa diferem para uso comercial ou residencial.

Nesse caso é cobrada a taxa comercial, que funciona da seguinte maneira: Existe uma taxa fixa para o consumo de 0 a 20.000 litros no valor de R\$68,64.

Acima de 20.000 litros até o consumo de 35.000 litros é cobrado a taxa fixa, mais acréscimo de R\$5,15 a cada 1.000 litros acima dos 20.000 litros.

Conforme o gasto vai subindo, estes valores vão aumentando relativamente, porém, como o empreendimento gasta em média 27.000 litros por mês, a cobrança acima deste valor não nos interessa.

Portanto atribuindo este valor cobrado pela empresa aos 27.000 litros de consumo do empreendimento temos que o gasto médio mensal é de R\$104,69 ou R\$1.256,28 por ano com a tarifa de água.

6.2 Dimensionamento do Reservatório Principal

Seguindo os passos da equação nº 1, de acordo com a norma ABNT NBR 15.527:2019, temos:

$P \rightarrow 1,6m$

$A \rightarrow 540m^2$

Então:

$$V = 0,05 \times 1,6m \times 540m^2 = 43,2m^3 \text{ ou } 43.200 \text{ litros}$$

O volume de água aproveitável foi de 43.200 litros. Considerando que a água coletada não corresponde a 100% da precipitação sobre o telhado, visto que parte da água é evaporada, outra parte é absorvida pela própria telha, outra parte se destina para a limpeza do sistema (telhado, calhas e tubulações), estimou-se um descarte de 20% da água precipitada. Sendo assim, o volume a ser armazenado deve ser de 34.560 litros.

Optou-se por um total de reservatório de 30.000 litros ou 30m³, tendo em vista que o gasto de água mensal do lava-jato é em média de 27m³.

Estes 30m³ serão distribuídos em três reservatórios de 10m³, para facilitar o posicionamento dos mesmos, além de maior viabilidade de preço e facilidade de instalação.

6.2.1 Funcionamento do Sistema

O funcionamento do sistema se inicia com a precipitação que cai sobre o telhado, onde a água é destinada para as calhas horizontais por declividade. Das calhas horizontais a água escoar com declividade de 2% até as calhas verticais. Das calhas verticais é direcionada a água para calhas condutores e então, para os reservatórios.

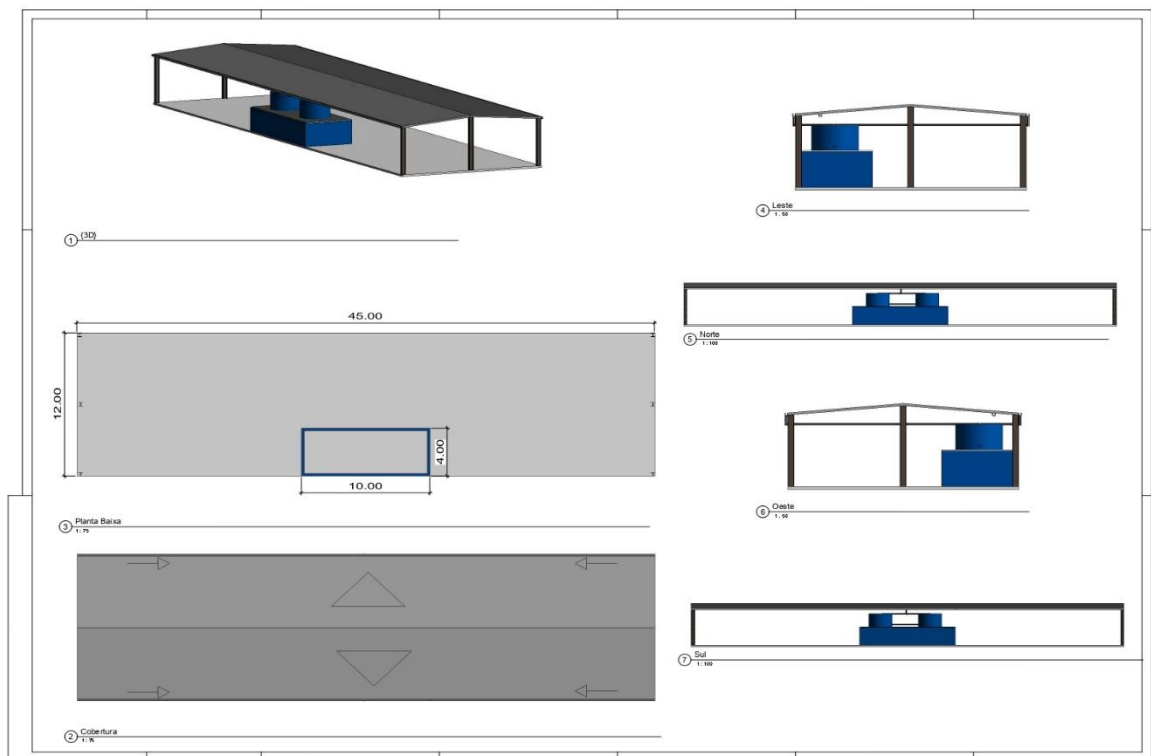
A primeira água de chuva é dispensada para a lavagem do telhado, de forma automática conforme a figura 6, indo para o reservatório de primeiro descarte que quando cheio, bloqueia a entrada de água pela boia fazendo com que a água siga para os reservatórios principais. Posteriormente a água que escoar vai enchendo o primeiro reservatório e de maneira similar ao sistema automático de boia utilizado no reservatório de primeiro descarte, a figura 6, após encher o primeiro reservatório, a boia bloqueia a entrada de água do reservatório e a água escoar de forma automática para o segundo reservatório de 10m³ e assim igualmente até o terceiro.

Dos reservatórios principais, a água escoa por gravidade para o equipamento de lavagem, a mangueira a jato manual.

O volume de água excedido a esse valor será lançado na rede de galerias de águas pluviais, na via pública ou ser infiltrado total ou parcialmente como permite e recomenda a NBR15.527:2019.

A figura 7 apresenta uma exemplificação do croqui com planta baixa do galpão para ajudar na compreensão de como vai funcionar o sistema.

Figura 7: Croqui com planta baixa do galpão.



FONTE: O autor (2020)

É importante ressaltar que este desenho é meramente ilustrativo e não tem por finalidade de apresentação de projeto e sim de ilustração para melhor entendimento do leitor, assim como este estudo não executa o projeto, e sim dimensiona os principais componentes do sistema de aproveitamento de águas pluviais, a fim de se obter uma precificação do sistema e posterior análise do tempo de retorno, bem como dos benefícios ambientais observados.

6.3 Dimensionamento do Reservatório de Primeiro Descarte

Para o dimensionamento do reservatório de primeiro descarte será usado 2 litros por m² de água captada para descarte conforme orientação da NBR 10.844:1989, essa água descartada serve para a lavagem do telhado e do sistema.

O que resulta em um volume de 1080 litros (2 x 540m²). Portanto, para o descarte deste volume será utilizado um reservatório com capacidade de até 1000 litros, sendo o excedente quando existir, descartado diretamente na rede pluvial.

6.4 Dimensionamento de Calhas

O primeiro passo para o dimensionamento das calhas é descobrir a Área de Contribuição, correspondente a área do telhado.

Sabendo que a área de contribuição é toda a cobertura do telhado, aplicaremos a equação (2) referente a área de cobertura de superfície plana horizontal.

O telhado tem 12m de largura de cobertura de telhado e 45m de comprimento.

Sendo assim:

$$AC = 12 \times 45 = 540m^2$$

Esse valor será utilizado na equação (3), vazão de projeto, onde:

C → Coeficiente de Runoff = 1

I → Intensidade Pluviométrica= 169,8mm

AC → Área de Contribuição = 540m²

Devido a não existência destes dados na cidade de São José do Vale do Rio Preto – RJ, foi utilizado os dados da cidade vizinha de Teresópolis – RJ, com o intuito de máxima aproximação.

Segundo Ottero (2017) a intensidade pluviométrica da cidade de Teresópolis – RJ é de 169,8mm, considerando um tempo de retorno de 5 anos. Dados da estação pluviométrica Soberbo, da Agencia Nacional de Águas, em Teresópolis (2019).

Portanto, substituindo na equação (3):

$$Qd = \frac{(1 \times 169,8 \times 540)}{60}$$

$$Qd = 1.528,2 \text{ L/min}$$

Sabendo que:

$$Qc \geq Qd \quad (4)$$

Segundo a tabela 3, disponibilizada na própria NBR, dos exemplos demonstrados somente uma calha com 200 mm de diâmetro e 2% de declividade é indicada para o uso, isso se dá devido à grande área de cobertura do telhado, além do alto índice pluviométrico da cidade.

6.5 Dimensionamento do Sistema de Bombeamento

No projeto em questão não será necessário a utilização de bomba, tendo em vista que a gravidade é capaz de suprir as demandas do empreendimento, sendo assim desnecessário o dimensionamento.

Isso se dá, pois o reservatório ficará abaixo dos sistemas coletores (calhas e condutores horizontais e verticais), e a cima da rede de distribuição.

6.5.1 Caracterização de Área de Instalação do Reservatório

Na área de instalação do lava-jato, existe uma laje de dimensão de 4m de comprimento por 12 m de largura, área total de 48m².

A Figura 8 ilustra o local:

Figura 8: Área de Instalação dos Reservatórios



FONTE: O autor (2020)

Existe já uma caixa d'água instalada no local, sendo o restante dos objetos entulhos, ou objetos que não necessitam estar ali, podendo ser facilmente removido, estando o proprietário já de acordo com a remoção destes objetos, para instalação posterior naquele local dos 3 reservatórios principais de 10m³ cada.

A altura do piso da laje até o teto é de 2,7m, enquanto que a altura do reservatório é de 2m.

Sabendo que cada o reservatório é cilíndrico e mede em sua boca na parte superior que é a maior área 2,54m², 3 reservatórios ocuparão 7,62m², comparado a área da laje, fica claro que cabe com facilidade os 3 reservatórios nessa laje.

Fica necessário a execução de estudos posteriores para averiguar se a estrutura da laje suporta o peso dos reservatórios.

Com o reservatório posicionado neste local, as calhas condutoras escoam a água por gravidade diretamente até os reservatórios até enchê-los, e também por gravidade, a água escoam para o sistema de distribuição, para posteriormente ser usado para a lavagem dos carros.

Considerando que o reservatório está 3,2m a cima do ponto de chegada de água do equipamento de lavagem, a mangueira a jato manual, logo não precisa de bomba adicional para a execução da lavagem.

O funcionamento do sistema, descrito no tópico 6.2.1, explica sobre todo o funcionamento da captação até a distribuição de água no sistema.

6.6 Sistemas Complementares (Filtros, grades entre outros)

Foi escolhido e recomendado para o sistema o filtro de água da chuva da marca Fibratec. Produzido respeitando a NBR15.527:2019.

De fácil instalação, podendo ser na parede ou enterrado, também de fácil e baixo custo de manutenção.

O filtro será instalado no fim das tubulações que levem água para os reservatórios, sendo posicionado imediatamente antes da entrada de água para o reservatório.

O filtro tem a capacidade de separar a água da chuva que entra no sistema de impurezas, folhas, galhos, insetos, entre outros, garantindo assim a não contaminação do sistema, e uma água pronta para ser utilizada para o fim desejado que é a lavagem de veículos.

6.7 Tempo de Retorno do Projeto

Este tópico visa avaliar se os valores gastos para a execução, manutenção e instalação do projeto tem retorno econômico viável, analisando a economia com os gastos da tarifa de água mensal.

6.7.1 Economia com gastos de água com o sistema em funcionamento

O consumo de água mensal do empreendimento é de 27m³, ou 324m³ anuais.

Portanto, ao aplicar a equação 6 podemos apresentar a tabela 5, que mostra o volume de água armazenado pelo sistema por mês, somando ao excedente aproveitável do mês anterior quando existir e for necessário e lembrando que o máximo captável é o tamanho de reservatório escolhido igual a 30m³

Tabela 5 – Volume de água mensal aproveitado

Mês	Volume em m³ + (Percentual que sobra do mês anterior)
Janeiro	30m ³
Fevereiro	30m ³
Março	30m ³
Abril	30m ³
Maio	$27,6\text{m}^3 + (2,4\text{m}^3) = 30\text{m}^3$
Junho	$16,41\text{m}^3 + (3\text{m}^3) = 19,41\text{m}^3$
Julho	16m ³
Agosto	16m ³
Setembro	30m ³
Outubro	30m ³
Novembro	30m ³
Dezembro	30m ³
TOTAL	321,41m³

FONTE: O autor (2020)

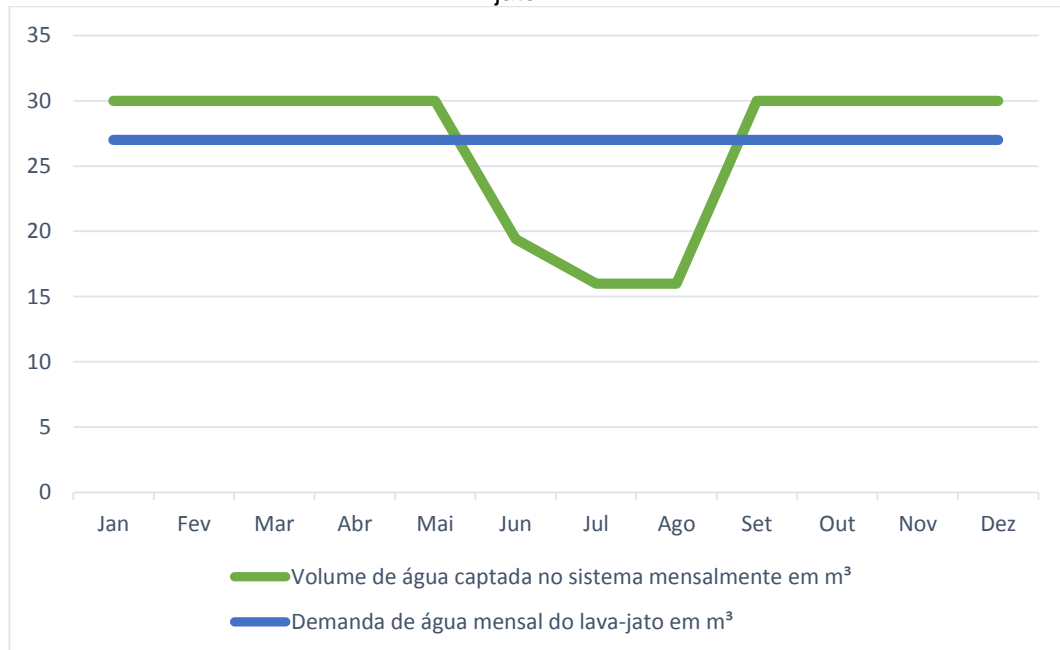
O mês de maio é capaz de captar 27,6 m³ e será utilizado 2,4 m³ do captado no mês anterior, para completar o reservatório de 30m³

No mês seguinte (junho) como apresentou a tabela 5, o volume captável é de 16,41m³, sendo possível aproveitar o excedente do mês anterior novamente (3m³), portanto em junho o sistema fica com 19,41 m³ de água das chuvas, este valor não é capaz de suprir a demanda mensal do empreendimento, assim como nos meses seguintes de julho e agosto.

A demanda mensal 27m³, é atendida pela quantidade de água aproveitável do sistema, nos meses de Janeiro, Fevereiro, Março, Abril, Maio, Setembro, Outubro, Novembro e Dezembro.

O gráfico 1 apresenta estes valores.

Gráfico 1: Relação entre a água armazenada pelo sistema e o volume demandado pelo lava-jato.



FONTE: O autor (2020)

Os meses que faltará água para a demanda do empreendimento são junho, julho e agosto, e o valor necessário para ser contratado pela empresa de abastecimento público é de 7,6m³, 11m³ e 11m³ respectivamente.

Sabendo que a tarifa cobrada para esse tipo de consumo é uma tarifa fixa no valor de R\$68,64 conforme visto em 6.1.1., temos que nesses 3 meses o empreendimento gastará R\$205,92 reais com água. O aproveitamento de água das chuvas poderá suprir as necessidades do empreendimento nos outros meses do ano, então esse será o valor gasto com a tarifa de água em todo o ano.

Comparado aos R\$1.256,28 gastos anualmente em média como visto no tópico 6.1 deste artigo, sem a existência do sistema temos uma economia anual de R\$1.050,36 com os gastos com água no empreendimento.

6.7.2 Precificação do Sistema

O sistema será orçamentado após o correto dimensionamento do sistema, analisando os valores médios dos produtos e serviços no mercado e listados na tabela 6.

Tabela 6 - Precificação do Sistema

Componente	Valor R\$
3 Reservatórios principais de 10m ³ cada (caixa d'água Araft 10.000 Litros)	8.400,00
1 reservatório de primeiro descarte de 1m ³	230,00
Mão de obra	660,00
Calhas e conexões	3.420,00
Filtro de agua da chuva Fibratec	900,00
TOTAL	13.610,00

FONTE: O autor (2020)

6.8 Análise do Tempo de Retorno do Investimento

Para avaliar o tempo de retorno do investimento, é dividido o valor total dos custos do sistema (R\$ 13.610,00), pela economia anual com água (R\$ 1.050,36).

Com isso podemos descobrir que o tempo do retorno do investimento é de 12,95 anos ou a implantação do sistema será vantajosa economicamente a partir do 13º ano.

O tempo de retorno do investimento é considerado de longo prazo. Esperava-se menor valor para implementação do sistema e conseqüentemente menor tempo de retorno do investimento, aumentando a viabilidade econômica do projeto, porém o sistema traz outros benefícios econômicos ao lava-jato, por exemplo, torna-o praticamente independente do sistema de abastecimento de água na cidade, que é falho muitas das vezes, inviabilizando o funcionamento do lava-jato em alguns casos, causando prejuízo ao proprietário.

Outro benefício econômico da implementação do sistema é a divulgação da marca do empreendimento como um modelo sustentável de negócio, que aliada a uma boa divulgação pode gerar posteriormente maior procura pelo lava-jato na cidade, resultando em ganhos financeiros ao mesmo.

Portanto a implementação desse sistema pode sim ser viável, porém com tempo de retorno do investimento longo, cabendo ao proprietário estar ou não disposto a fazer o investimento de longo prazo.

6.9 Benefícios Ambientais Observados

Com a possível instalação do sistema, diversos benefícios ambientais foram notados, sendo o aproveitamento de água da chuva para o local em questão muito vantajoso ambientalmente.

O sistema é capaz de substituir a utilização de 294.410 litros de água potável anualmente, por água captada das chuvas, contribuindo com a preservação de fontes nobres de abastecimento, como as fontes superficiais (mananciais, rios e lagos), e fontes subterrâneas (aquíferos e poços), sendo essa preservação de grande importância no combate à escassez hídrica.

A implantação do sistema contribui significativamente também, para a diminuição do escoamento superficial na cidade de São José do Vale do Rio Preto - RJ, reduzindo os riscos de enchentes e alagamentos na mesma.

Além disso, o presente estudo motiva e incentiva a implementação de modelos de negócios sustentáveis na região. Além de incentivar o desenvolvimento sustentável e o aproveitamento da água como um todo, tendo em vista que a água da chuva pode ser aproveitada também em prédios, residências, entre outros.

7 CONCLUSÃO

As análises observadas neste estudo contribuem no meio acadêmico para a difusão das ideias sobre o aproveitamento de água das chuvas, e mostra a importância de adoção de medidas de preservação dos recursos hídricos, visto a grande crise hídrica que diversas partes do globo sofrem.

Pôde-se observar no estudo que o aproveitamento de água das chuvas apesar de ser uma técnica conhecida há muito tempo no mundo, é ainda pouco difundida, principalmente no Brasil e precisa ser mais buscada.

Conclui-se no projeto que a implementação destes sistemas é de grande relevância e viabilidade ambiental, capaz de reduzir o escoamento superficial de cidades, diminuindo o risco de enchentes nas mesmas, e reduzir o consumo de água advinda de meios considerados nobres, permitindo com que esse nobre recurso, seja destinado para onde realmente é necessário qualidade elevada da água, e não para atividades como lavagem de carros, descargas em bacias sanitárias, lavagem de calçadas entre outros onde pode e deve ser usado água das chuvas ou de reuso por exemplo.

A cidade de São José do Vale do Rio Preto- RJ, se mostrou com grande potencial para a captação e aproveitamento de água das chuvas, tendo em vista o alto percentual pluviométrico analisado na cidade.

Mesmo assim, o retorno econômico do projeto será em 13 anos aproximadamente, período este considerado de longo prazo, porém ainda assim o projeto é considerado viável, vistos ganhos ambientais e ganhos relacionados ao marketing do empreendimento.

É importante o desenvolvimento de estudos futuros referentes a temática do aproveitamento de água pluvial, visando combater a escassez hídrica que está sendo presenciada, principalmente estudos direcionados aos lava-jatos, visto a grande quantidade de água demandada por esse tipo de empreendimento.

Além disso, é importante buscar formas alternativas para esse aproveitamento, buscando uma redução no custo de implementação do sistema, que se mostrou de custo elevado, para em um futuro, o aproveitamento de águas pluviais se mostrar mais viável economicamente para todos os interessados em contribuir no combate à escassez hídrica, bem como interessados em buscar

redução nos gastos mensais com água seja em residências, comércios, ou indústrias.

8 REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.844: **Instalações prediais de águas pluviais**. Rio de Janeiro, 1989.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.213: **Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público**. Rio de Janeiro, 1992.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.214: **Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro, 1992.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.217: **Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro, 1994.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.527: **Água da Chuva: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – requisitos**. Rio de Janeiro, 2019.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: **Instalação predial de água fria**. Rio de Janeiro, 1998.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Água no mundo: Situação da água no mundo**. [s. l.], p. 1-1, 12 mar. 2018. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/textos-das-paginas-do-portal/agua-no-mundo/agua-no-mundo>. Acesso em: 03 fev. 2020.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Aquífero Guarani, o gigante subterrâneo**. Um imenso depósito de água embaixo de nossos pés. Com uma extensão de 1,2 milhão de quilômetros quadrados e capacidade para armazenar até 160 trilhões de litros de água, o Sistema Aquífero Guarani (SAG) é o maior reservatório transfronteiriço da América do Sul, situado entre Brasil, Argentina,

Paraguai e Uruguai., [s. l.], p. 1-1, 14 mar. 2019. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/aquafero-guarani-o-gigante-subterraneo.2019-03-14.4597033604>. Acesso em: 10 fev. 2020.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Panorama das águas. **Quantidade de água**, [s. l.], p. 1-1, 2007. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>. Acesso em: 20 fev. 2020.

ANA – Agência Nacional de Águas; FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo; SINDUSCON-SP – Sindicato da Indústria da Construção do Estado de São Paulo. **Conservação e reúso da água em edificações**, p. 1-152. São Paulo, 2005. Disponível em: <https://sitefiespstorage.blob.core.windows.net/uploads/2014/08/conservacao-e-reuso-de-aguas-2005.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2020.

AZENHA, Bárbara Estela Bortolozzo; REAMI, Larissa. **Aproveitamento de água de chuva para lava a jato**. 2015. 90 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Faculdade de Americana (FAM), Americana- SP, 2015. Disponível em: <http://aplicacao.vestibularfam.com.br:881/pergamumweb/vinculos/000000/00000054.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2020.

BONA, Berenice de Oliveira. **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis em edificação multifamiliar na cidade de Carazinho-RS**. 2014. 34 p. Trabalho de conclusão de curso (Pós-Graduação em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos) - Universidade Federal de Santa Maria, Panambi, 2014. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/1365/Bona_Berenice_de_Oliveira.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 09 mar. 2020.

BRASIL ESCOLA. **Distribuição da água no mundo**. p. 1-1, 2015. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-mundo.htm>. Acesso em: 13 mar. 2020.

CASTRO, César Nunes. **Gestão das águas: experiências internacional e brasileira.** Brasília, p. 1-86, jun. 2012. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1132/1/TD_1744.pdf. Acesso em: 06 jan. 2020.

CEMADEN – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. **Secas e seus Impactos no Brasil 2018.** São José dos Campos, SP. 19 p. jan. 2019. Número 1. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/cemaden-divulga-relatorio-sobre-os-impactos-das-secas-em-2018-e-o-comparativo-nos-ultimos-sete-anos/>. Acesso em: 01 mar. 2020.

CLIMA TEMPO. Previsão do tempo. Climatologia, [s. l.], p. 1-1, 2010. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/climatologia/2010/saojosedovaledoriopreto-rj>. Acesso em: 10 mar. 2020.

CLIMATE-DATA.ORG. Clima Rio de Janeiro. **Temperaturas e precipitações médias**, [s. l.], p. 1-1, 2015. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-de-janeiro/rio-de-janeiro-853/>. Acesso em: 10 mar. 2020.

CURITIBA - PR. **Lei nº 10.785, de 18 de setembro de 2003.** Cria no Município de Curitiba o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – PURAE. Diário Oficial do Município, Curitiba, PR, p. 1-3, 18 set. 2003. Disponível em: <https://mid.curitiba.pr.gov.br/2010/00086319.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2020.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Pesquisadores analisam cenários atuais e perspectivas de abastecimento dos aquíferos brasileiros**, [s. l.], p. 1-1, 8 nov. 2018. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/39157204/pesquisadores-analisam-cenarios-atuais-e-perspectivas-de-abastecimento-dos-aquiferos-brasileiros?p_auth=R1UUQkKZ. Acesso em: 10 fev. 2020.

FAVRETTO, Carliana Rouse. **Captação da água da chuva para utilização na lavagem de veículos: estudo de caso para o município de Pelotas - RS.** 2016. 93 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/esa/files/2016/10/TCC-CARLIANA-FAVRETTO.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2020.

G1 (Região Serrana - RJ). **Manancial que abastece parte de cidade na Serra do RJ atinge volume morto devido à estiagem.** [S. l.], p. 1-1, 31 jul. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/regiao-serrana/noticia/2019/07/31/manancial-que-abastece-parte-de-cidade-na-serra-do-rj-atinge-volume-morto-devido-a-estiagem.ghtml>. Acesso em: 02 mar. 2020.

GNADLINGER, João. Rainwater harvesting for household and agricultural use in rural areas. **Colheita de água de chuva em áreas rurais**, 2º Fórum mundial da água, Holanda, 2000. Disponível em: <https://irpaa.org/colheita/indexb.htm>. Acesso em: 16 mar. 2020.

JUNTOS PELA ÁGUA. **Os 8 maiores aquíferos do mundo.** [s. l.], p. 1-1, 2015. Disponível em: <https://www.juntospelaagua.com.br/2015/08/21/os-8-maiores-aquiferos-do-mundo/>. Acesso em: 10 fev. 2020.

KARLINSKI, Thayse. **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis em edificações de ensino: estudo de caso em São Luiz Gonzaga – Rio Grande do Sul.** 2015. 68 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2015. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riiu/1685/1/Aproveitamento%20da%20%C3%A1gua%20da%20chuva%20para%20fins%20n%C3%A3o%20pot%C3%A1veis%20em%20edifica%C3%A7%C3%B5es%20de%20ensino%20-%20estudo%20de%20caso%20em%20S%C3%A3o%20Luiz%20Gonzaga%20%E2%80%93%20Rio%20Grande%20do%20Sul.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 518, de 25 de março de 2004.** Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da

água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. [S. l.], p. 1-15, 25 mar. 2004. Disponível em: http://189.28.128.100/dab/docs/legislacao/portaria518_25_03_04.pdf. Acesso em: 15 abr. 2020.

MIRANDA, Ricardo Augusto Calheiros *et al.* **Ciclo hidrológico planetário: abordagens e conceitos**, [s. l.], p. 1-11, 2010. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/download/1461/1226>. Acesso em: 10 mar. 2020.

MOURA, Gustavo Nikolaus Pinto. **A relação entre água e energia: gestão energética nos sistemas de abastecimento de água das companhias de saneamento básico do Brasil**. 2010. 222 p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, [S. l.], 2010. Disponível em: http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Gustavo_Nikolaus_Pinto_de_Moura.pdf. Acesso em: 11 mar. 2020.

O GLOBO. **Brasil pode enfrentar nova crise hídrica por anomalia no clima, diz órgão responsável por alertas de desastres**. [S. l.], p. 1-1, 23 jan. 2019. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/sociedade/sustentabilidade/brasil-pode-enfrentar-nova-crise-hidrica-por-anomalia-no-clima-diz-orgao-responsavel-por-alertas-de-desastres-23393453>. Acesso em: 20 fev. 2020.

OLIVEIRA, Paulo Armando Victória *et al.* **Aproveitamento da água da chuva na produção de suínos e aves**. Concórdia - SC, p. 1-42, 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/79687/1/Doc-157.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2020.

OTTERO, Clarisse R. *et al.* **Análise de frequência dos dados pluviométricos observados em 2011 e 2013 na Região Serrana, Estado do Rio de Janeiro**. p. 1-9, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbmet/v33n1/0102-7786-rbmet-33-01-0131.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2020.

PAULA, Heber Martins *et al.* **Análise de qualidade da água das chuvas iniciais de novembro/2010 a janeiro/2011 para a cidade de Catalão: aproveitamento para fins não potáveis.** [s. l.], p. 1-12, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/280100568_ANALISE_DE_QUALIDADE_D_A_AGUA_DAS_CHUVAS_INICIAIS_DE_NOVEMBRO_2010_A_JANEIRO_2011_PARA_A_CIDADE_DE_CATALAO_aproveitamento_para_fins_nao_potaveis. Acesso em: 2 mar. 2020.

REBOUÇAS, Aldo. **Água na região Nordeste: desperdício e escassez.** Dossiê Nordeste I. São Paulo, p. 1-1, 1997. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141997000100007. Acesso em: 30 mar. 2020.

REDE INFO NEWS. **Finalmente a água do Rio Preto chega na ETA da Maravilha; após exames, a água abastecerá a região central de São José,** São José do Vale do Rio Preto, p. 1-1, 3 ago. 2019. Disponível em: <https://redeinfonews.com/2019/08/03/finalmente-a-agua-do-rio-preto-chega-na-eta-da-maravilha-apos-exames-a-agua-abastecera-a-regiao-central-de-sao-jose/>. Acesso em: 4 mar. 2020.

RIBEIRO, Luiz Gustavo Gonçalves; ROLIM, Neide Duarte. **Planeta água de quem e para quem: uma análise da água doce como direito fundamental e sua valoração mercadológica,** [s. l.], p. 1-27, 2017. Disponível em: <http://www.uces.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/download/4149/2912>. Acesso em: 03 fev. 2020.

SÃO JOSÉ DO VALE DO RIO PRETO – RJ. **Decreto n. 2.875, de 21 de setembro de 2018.** Autoriza a prestação do serviço público de abastecimento de água potável no município de São José do Vale do Rio Preto, sob o regime de permissão e dá outras providências.

SÃO JOSÉ DO VALE DO RIO PRETO - RJ. **Decreto nº 2.875, de 21 de setembro de 2018.** Autoriza a prestação do serviço público de abastecimento de água potável

no município de São José do Vale do Rio Preto, sob o regime de permissão e dá outras providências. São José do Vale do Rio Preto, RJ, 21 set. 2018.

SÃO PAULO (Cidade). **Lei nº 12.526, de 2 de janeiro de 2007**. Estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais. Diário Oficial do Município, São Paulo, p. 1-7, 3 jan. 2007. Disponível em: <http://dobuscadireta.imprensaoficial.com.br/default.aspx?DataPublicacao=20070103&Caderno=Legislativo&NumeroPagina=7>. Acesso em: 7 abr. 2020.

SEBRAE Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Lava-jato sustentável**, [s. l.], p. 1-7, mar. 2016. Disponível em: http://sustentabilidade.sebrae.com.br/Sustentabilidade/Para%20sua%20empresa/Publica%C3%A7%C3%B5es/2016_3_LAVA-JATOS.pdf. Acesso em: 02 mar. 2020.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **O ciclo da água**. p. 1-1, 2015. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Coisas-que-Voce-Deve-Saber-sobre-a-Agua-1084.html?UserActiveTemplate=cprm&from%5Finfo%5Findex=51>. Acesso em: 19 mar. 2020.

SILVA, Mirna Karla Amorim. **Modelagem hidrológica aplicada ao estudo da vazão da bacia hidrográfica do Rio Araguari - MG, a partir das mudanças do uso da terra e cobertura vegetal nativa**. 2014. 196 p. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia - MG, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/15994/1/ModelagemHidrologicaAplicada.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2020.

SILVA, Simone Rosa. **Importância da gestão, do desempenho e da inovação tecnológica na construção civil: Reuso de água em edificações**, Universidade Federal de Pernambuco, p. 1-66, 2010. Disponível em: <https://docplayer.com.br/32845490-Reuso-de-agua-em-edificacoes.html>. Acesso em: 30 mar. 2020.

SILVEIRA, Fábio Alves. **Viabilidade técnica para o aproveitamento da água da chuva em Rio Negrinho/SC**. 2008. 58 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/124460/172.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 06 jan. 2020.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTOS. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos**, [s. l.], p. 1-212, 2015. Disponível em: http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2015/Diagnostico_AE2015. Acesso em: 8 set. 2019.

TEIXEIRA, Priscila da Cunha. **Emprego da flotação por ar dissolvido no tratamento de efluentes de lavagem de veículos visando a reciclagem da água**. 2003. 199 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP, 2003. Disponível em: http://taurus.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/258243/1/Teixeira_PrisciladaCunha_M.pdf. Acesso em: 12 mar. 2020.

TOMAZ, Plínio. Água de chuva: pesquisas, políticas e desenvolvimento sustentável. **Aproveitamento de água de chuva de telhados em áreas urbanas para fins não potáveis**, 6º Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva, Belo Horizonte - MG, p. 1-24, 2007. Disponível em: http://abcmac.org.br/files/simposio/6simp_plinio_agua.pdf. Acesso em: 6 abr. 2020.

TOMAZ, Plínio. **Economia de água para empresas e residências: Um estudo atualizado sobre o uso racional da água**. 1. ed. [S. l.]: Navegar, 2001. 112 p.

TOMAZ, Plínio. **Rede de esgoto**. 1. ed. [S. l.]: Navegar, 2011. 256 p.

TUNDISI, José Galizia; TUNDISI, Takako Matsumura. **A água**. São Paulo: Publifolha. 2. ed. 2005. 120 p.

WRI BRASIL. Ranking mostra onde há maior risco de faltar água no Brasil e no mundo. **Ranking mostra onde há maior risco de faltar água no Brasil e no mundo**, [s. l.], p. 1-1, 6 ago. 2019. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/2019/08/ranking-mostra-onde-ha-maior-risco-de-faltar-agua-no-brasil-e-no-mundo>. Acesso em: 18 fev. 2020.