

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

LUCIANE FERREIRA LOPES

**SUGESTÕES DE REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA E APROVEITAMENTO DE
ÁGUA PLUVIAL EM UM HOTEL, LOCALIZADO EM BAGÉ**

**BAGÉ
2021**

LUCIANE FERREIRA LOPES

**SUGESTÕES DE REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA E APROVEITAMENTO DE
ÁGUA PLUVIAL EM UM HOTEL, LOCALIZADO EM BAGÉ**

Monografia apresentada ao Programa de Pós-graduação Lato Sensu em Gestão de Processos Industriais Químicos da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Especialista em Gestão de Processos.

Orientador: Tânia Regina De Souza

**Bagé
2021**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

L864t Lopes, Luciane Ferreira
Sugestões de redução de consumo de água em um hotel localizado em Bagé / Luciane Ferreira Lopes.
60 p.

Monografia (Especialização) -- Universidade Federal do Pampa, ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS QUÍMICOS, 2021.
"Orientação: Tania Regina de Souza".

1. Sugestão de redução de consumo de água em um hotel localizado em Bagé. 2. Água pluvial. 3. Escassez. 4. Redução de consumo. 5. Reaproveitamento.

LUCIANE FERREIRA LOPES

**SUGESTÕES DE REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA E APROVEITAMENTO DE
ÁGUA PLUVIAL EM UM HOTEL, LOCALIZADO EM BAGÉ**

Monografia apresentada ao Programa de Pós-graduação Lato Sensu em Gestão de Processos Industriais Químicos da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Especialista em Gestão de Processos.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 12 de novembro de 2021

Banca examinadora:

Prof^a. Dr^a. Tânia Regina de Souza
Orientadora
UNIPAMPA

Prof. Dr. Alexandre Denes Arruda
UNIPAMPA

Prof. Dr. César Antônio Mantovani
UNIPAMPA



Assinado eletronicamente por **TANIA REGINA DE SOUZA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 12/11/2021, às 16:53, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **ALEXANDRE DENES ARRUDA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 12/11/2021, às 20:59, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **CESAR ANTONIO MANTOVANI, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 12/11/2021, às 21:00, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0665878** e o código CRC **6586C5DC**.

Referência: Processo nº 23100.020016/2021-49 SEI nº 0665878

Dedico este trabalho aos meus pais, filha,
esposo e irmãos

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus por todas as oportunidades e bênçãos recebidas.

Agradeço aos meus pais, marido e irmãos pelo apoio e incentivo em todo o decorrer desse trabalho.

Agradeço a minha orientadora, Tânia Regina de Souza, pessoa incrível que não mediu esforços para me ajudar a concluir este trabalho, amiga querida.

“A caridade deve ser anônima, do contrário é vaidade”. (*O Livro Dos Espíritos*)

RESUMO

No mundo inteiro hoje se ressalta a necessidade da conservação da água e cada vez mais é preciso buscar medidas e soluções sustentáveis que venham contribuir com o uso racional da água. Nessas soluções sustentáveis, destacam-se as técnicas de aproveitamento de água pluvial, desta maneira verifica-se a importância de se conhecer estudos já realizados por outros pesquisadores, comprovando que o potencial de economia de água potável obtido através do aproveitamento de água pluvial é bastante expressivo. Em algumas regiões, esse aproveitamento de água pluvial torna-se ainda mais importante devido a escassez de água, como ocorre na cidade de Bagé – Rio Grande do Sul. Verificando essa situação surgiu a ideia de realizar essa monografia em um hotel, localizado na cidade de Bagé, visando a redução de consumo de água potável e aproveitamento de água pluvial. A metodologia propõe o cálculo do consumo de água do hotel e o dimensionamento do reservatório de água pluvial pelo método da NBR 15527/2019 e pelo método da Aquasave. Os resultados sugeriram muitas modificações para diminuir o consumo de água, como uso de arejadores, troca de torneiras convencionais por torneiras com fechamento automático, uso de bacias sanitárias com caixas acopladas e um sistema de aproveitamento de água pluvial. O sistema de aproveitamento de água pluvial prevê a substituição da água potável na lavanderia (4136 L) e na limpeza do hotel (4050 L) por água pluvial, coletada nos 102,5 m² de cobertura no telhado. Essa substituição gera economia na conta de água mensal de aproximadamente 40% e ainda gera o marketing de hotel amigo da natureza.

Palavras-chave: Hotelaria. Água pluvial. Redução de consumo

ABSTRACT

Today, the need for water conservation is highlighted, and it is increasingly necessary to seek sustainable measures and solutions that contribute to the rational use of water. In these sustainable solutions, rainwater harvesting techniques stand out, thus verifying the importance of knowing studies already carried out by other researchers, proving that the potable water saving potential obtained through the use of rainwater is quite important. expressive. In some regions, this use of rainwater becomes even more important due to water scarcity, such as in the city of Bagé - Rio Grande do Sul. Checking this situation, the idea of carrying out this monograph in a hotel, located in the city, emerged Bagé, aiming to reduce the consumption of drinking water and use rainwater. The methodology proposes the calculation of the hotel's water consumption and the dimensioning of the rainwater reservoir using the NBR 15527/2019 method and the Aquasave method. The results suggested many changes to reduce water consumption, such as the use of aerators, replacement of conventional faucets with self-closing faucets, the use of toilets with attached boxes and a rainwater harvesting system. The rainwater harvesting system provides for the replacement of drinking water in the laundry (4136 L) and in the hotel cleaning (4050 L) with rainwater, collected in the 102.5 m² of roof coverage. This replacement generates savings in the monthly water bill of approximately 40% and also generates the marketing of a nature-friendly hotel.

Keywords: Hospitality. Rainwater. consumption reduction

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama termopluviométrico para Bagé – RS (1961-2009)	20
Figura 2 – Esquema de um sistema residencial de aproveitamento de pluvial	23
Figura 3 – Tipos de telhas utilizadas na captação da água pluvial	26
Figura 4 – Grades acopladas ao sistema de calhas	27
Figura 5 – Esquema de um filtro de água pluvial com descarte de sujeiras	28
Figura 6 – Reservatório de autolimpeza	29
Figura 7 – Mecanismo de descarte da primeira água pluvial	30
Figura 8 – Reservatórios de armazenamento de água	30
Figura 9 – Exemplos de cisternas	31
Figura 10 – Fluxo de água proveniente de um arejador	42
Figura 11 – Modelos de arejadores de torneira	42
Figura 12 – Modelos de torneiras com fechamento automático	43
Figura 13 – Calha coletora no telhado 1 (T ₁)	45
Figura 14 – Calha coletora no telhado 2 (T ₂)	45
Figura 15 – Sistema de cisternas, localizado no terraço maior.....	48
Figura 16 – Sistema com cisterna, localizado no terraço menor	49
Figura 17 – Simulação da conta mensal de água do hotel – Consumo de 20 m ³ ..	50
Figura 18 – Simulação da conta mensal de água do hotel – Consumo de 12 m ³ ..	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Total de hotéis e flats no Brasil	33
Tabela 2 – Valores das médias do índice de precipitação pluviométrica	38
Tabela 3 – Dados pluviométricos x área do telhado	39
Tabela 4 – Preços dos materiais utilizados na instalação do sistema proposto	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Parâmetros de qualidade da água pluvial para fins não potáveis 25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

a.C. – Antes de Cristo

EMBRATUR – Empresa Brasileira do Turismo

FUNGETUR – Fundo Geral de Turismo

NBR – Norma Brasileira

ONU – Organização das Nações

PEAD – Polietileno de Alta Densidade -

PVC – Policloreto de vinila

RS – Rio Grande do Sul

UNICEF – Fundo das Nações Unidas para a Infância

UNIPAMPA – Universidade Federal do Pampa

UPA – Unidade de Pronto Atendimento

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Area de coleta - telhado	m ²
f _b	Frequência de baldes utilizados na limpeza mensal	-
f _i	Frequência de lavagens mensais	-
P	Precipitação média anual	mm
V _{lav}	Volume de água utilizada para lavar roupas	L/mês
V _{limp}	Volume de água utilizada na limpeza	L/mês
V _l	Volume de água gasto em cada lavagem	L
V _c	Volume de água da cisterna	L
V _b	Volume de cada balde utilizado na limpeza	L

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	18
2.1 Objetivo Geral	19
2.2 Objetivos Específicos	18
3 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITEERATURA	19
3.1 Desenvolvimento sustentável	19
3.2 Aproveitamento de água pluvial	22
3.3 O setor hoteleiro	32
3.4 Casos de aproveitamento de água pluvial em hotéis	34
4 METODOLOGIA	396
4.1 Escolha do hotel.....	36
4.2 Consumo de água no hotel.....	36
4.3 Dimensionamento do reservatório	37
5 RESULTADOS.....	40
5.1 Consumo de água no hotel.....	40
5.2 Sugestões para redução de consumo de água	41
5.3 Custo de instalação do sistema de aproveitamento de água pluvial	44
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	54
8 REFERÊNCIAS.....	55

1 INTRODUÇÃO

Atualmente vivencia-se um problema que podemos chamar de escassez de água, em diversas cidades do mundo, para tanto, percebe-se a necessidade de desenvolver estratégias que irão otimizar atividades cotidianas, gerando redução do consumo. Uma cidade onde ocorre escassez de água é a cidade de Bagé, localizada no Rio Grande do Sul - RS, no Brasil, na qual durante alguns meses do ano ocorre racionamento de água por 15 horas diárias, sem a distribuição de água em residências e comércios.

Essa escassez é agravada pelo setor industrial e setor agrícola, onde há um consumo elevado de água e conseqüentemente a geração de efluentes. Para contribuir com a minimização do consumo exagerado de água, algumas empresas adotam o uso desenvolvimento sustentável, que é o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações (WWF Brasil, 2021). Nesse conceito as empresas geram a energia elétrica que utilizam, por meio de geradores instalados na empresa e tratam tanto a água que consomem, quanto o efluente gerado, antes de serem liberados em corpos hídricos ou de ser reutilizado dentro da própria empresa, além de reaproveitar a água pluvial.

Infelizmente poucas empresas ainda têm esse nível de consciência ambiental e a grande maioria ainda trabalha apenas cumprindo a legislação, para evitar penalidades. O consumo de água é variável de acordo com o tipo de indústria, processos e equipamentos utilizados, mas todas as empresas utilizam água em seu processo produtivo. Como a água está ficando com o preço cada vez mais elevado, o reuso de água e efluentes, ou ainda o reaproveitamento de água pluvial, entram como ótimas opções de economia e o desenvolvimento sustentável fica cada vez mais evidenciado.

Um exemplo de empresa onde há um grande consumo de água são os hotéis. A hotelaria é um segmento que está muito propenso a desperdiçar água e energia, pois a grande maioria dos hóspedes ainda não tem uma consciência voltada para a economia, demorando até quatro vezes mais tempo no banho por acharem que não estão “pagando a conta de água”.

Evidenciando esses fatos, surgiu a intenção de elaborar essa monografia como trabalho final de curso de especialização, onde primeiramente é realizada uma

verificação do consumo de água em um hotel, localizado na cidade de Bagé. Após essa verificação, pretende-se sugerir algumas ações de redução de consumo e a instalação de um sistema de reaproveitamento de água pluvial, acarretando vantagens ambientais, econômicas e sociais ao estabelecimento. A autora se sentiu motivada a estudar esta temática, por morar em uma cidade onde é constante o racionamento de água e também por sua mãe trabalhar por vários anos no hotel, onde foi realizado o estudo.

Para tanto a monografia será dividida em capítulos. No primeiro capítulo está apresentada uma introdução do tema mostrando a problemática da falta de água, a importância do reuso de água, o consumo de água pelo setor da hotelaria e o objetivo desta monografia. No segundo capítulo está apresentado os objetivos gerais e específicos deste trabalho. No terceiro capítulo está apresentada a revisão de literatura que traz um embasamento teórico sobre o tema, no quarto capítulo está apresentado a metodologia utilizada nesse trabalho, no quinto capítulo está apresentado os resultados, assim como as propostas sugeridas aos hotéis. No sexto capítulo estão apresentadas as considerações finais e finalmente no sétimo capítulo estão apresentadas as referências utilizadas no desenvolvimento deste trabalho.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

A presente monografia possui como objetivo geral estudar o consumo de água de um hotel, localizado em Bagé – Rio Grande do Sul e sugerir alterações no processo de abastecimento (propondo reaproveitamento de água pluvial) e consumo de água, visando a redução de consumo.

2.2. Objetivos Específicos

- Revisar na literatura as técnicas de reaproveitamento de águas pluviais;
- Conhecer detalhes de abastecimento e consumo de água do hotel em estudo;
- Sugerir alterações necessárias para redução do consumo de água;
- Propor um sistema de captação de água pluvial no hotel;
- Sugerir uma forma simples e eficiente no tratamento dessa água;
- Recomendar locais onde a água tratada possa ser utilizada, como substituinte da água potável.

3. CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA

É muito importante a realização de uma fundamentação teórica para que tenhamos o conhecimento necessário ao entendimento do trabalho, para tanto, neste capítulo teremos a abordagem de assuntos básicos utilizados na escrita dessa monografia. Aqui serão abordados os seguintes temas: desenvolvimento sustentável, aproveitamento de água pluvial, o setor hoteleiro e casos de aproveitamento de água pluvial em hotéis.

3.1. Desenvolvimento sustentável

Antigamente havia um entendimento de que a quantidade de água disponível era infinita, mas devido ao crescimento habitacional e o consumo desordenado, cada vez mais é comum casos de falta de água em muitas cidades ao redor do mundo (SILVA, 2003; LUNARDI e RABAIOLLI, 2013; HESPANHOL, 2008).

A distribuição de água no planeta não é uniforme e menos de 10 países possuem 60% das águas doces disponível no mundo: Brasil, Rússia, China, Canadá, Indonésia, Estados Unidos, Índia, Colômbia e República Democrática do Congo. No entanto, existe uma má distribuição dessas águas dentro dos países. Por exemplo, no Brasil a região norte contém 68% de toda a água doce do país e somente 8,6% da população, enquanto a região sudeste, que é a mais populosa, com 41,6% da população contém apenas 6% de água (WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 2005).

Alguns países, já se encontram em situação crítica em relação a quantidade de água disponível, como: Israel, Jordânia, Kuwait, Arábia Saudita, Tunísia, Catar, Argélia e Egito (PAZ et al.; 2000).

Segundo a UNICEF (Fundo das Nações Unidas para a Infância), apenas 35% da população mundial tem acesso à água potável (um bilhão e 200 milhões de pessoas), 43% da população mundial não contam com serviço de saneamento básico (um bilhão e 800 milhões de pessoas) e cerca de dez milhões de pessoas morrem em decorrência de doenças intestinais transmitidas pela água, na sua maioria crianças com menos de 5 anos. (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2021).

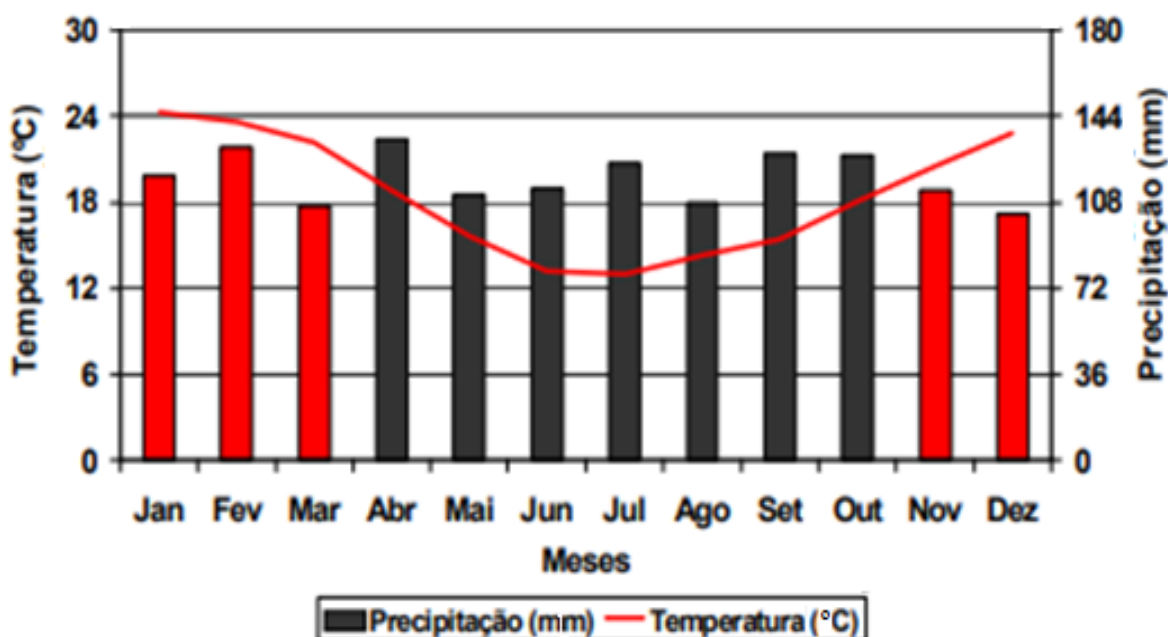
A escassez pode ocorrer devido à seca ou à estiagem. A seca ocorre quando a precipitação anual de chuvas for inferior a 60% da normal, durante mais de dois

anos consecutivos, em mais de 50% de sua superfície. Já a estiagem é o fenômeno que ocorre num determinado intervalo de tempo, ou seja, não é tão severa quanto à seca. (SILVA, 2010).

A cidade de Bagé é um exemplo de local onde a estiagem ocorre com frequência. A cidade possui uma área de quase 5000 km², e fica a 60 km da fronteira com o Uruguai, no extremo sul do Brasil. Possui cerca de 117 mil habitantes, mas nos últimos anos recebeu uma quantidade grande de novos moradores, devido a implantação de universidades, agravando ainda mais a escassez de água. Embora a cidade apresente chuvas bem distribuídas durante todo o ano, no período da primavera e do verão ocorre os fenômenos El Niño e La Niña, que ocasionam longas estiagens e secas na região há quase 5 décadas (Silveira, et. al. 2006). Esses períodos de estiagem afetam o abastecimento de água potável na cidade, e o município tem decretado sucessivos racionamentos de água, chegando a ficar até 15 horas diárias sem distribuição de água potável (GOMES, 2012).

A Figura 1, mostra o diagrama termopluiométrico da cidade de Bagé, onde é possível observar os dados do índice de precipitação e o perfil da temperatura ao longo do ano, sendo os valores das médias climatológicas calculados a partir de uma série de dados de 1961 a 2009, ou seja, a média mensal de 48 anos de obtenção de dados.

Figura 1 – Diagrama termopluiométrico para Bagé – RS (1961-2009)



Fonte: Silva (2010)

A partir da Figura 1, é possível verificar que os maiores valores de índices médios de precipitação pluviométrica são nos meses: de fevereiro (131,3 mm), de abril (134,1 mm), de setembro (128,5 mm) e de outubro (127 mm) e os de menores valores são nos meses de março (106,7 mm), de agosto (107,7 mm) e de dezembro (103,3 mm).

Silva (2010) ainda destaca que os meses em que é provável a ocorrência de escassez de água, verifica-se que a coluna que representa a precipitação média, fica abaixo da linha que representa a média de temperatura daquele mês, mostrado na Figura 1. Por essa interpretação, é possível verificar a ocorrência de uma estação úmida que se estende de abril a outubro, destacada na figura como colunas pretas e uma estação propensa a ocorrência de estiagens, compreendida entre novembro a março, destacada na figura como colunas vermelhas. Vale a pena ressaltar que não se pode classificar esse período como estação seca, uma vez que os valores médios superaram 60 mm em todos os meses.

Outro fator a ser considerado quanto ao consumo mundial, são os setores em que a água é consumida, sendo a agricultura responsável por 65% do consumo de água, a indústria por 25% do consumo de água e 10% para fins urbanos. Para se ter uma ideia do consumo do setor agrícola, a produção da quantidade de alimentos necessária a uma pessoa, por dia, utiliza de 2 a 5 mil litros de água (VARALLO et al, 2010).

O consumo de água é variável com o tipo de indústria, as técnicas, os processos e equipamentos utilizados na indústria, mas na maioria das vezes esta água é descartada no meio ambiente, depois de usada apenas uma vez, em forma de efluente, com ou sem tratamento (VARALLO et al, 2010).

Para contribuir com a minimização do consumo exagerado de água e a formação de grandes volumes de efluentes, algumas empresas adotam o uso desenvolvimento sustentável, que é o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações (WWF, 2021).

O desenvolvimento sustentável prevê mudanças nas estratégias operacionais e gestão empresarial, visando a integração da economia, produção e meio ambiente. Para tanto, eventos mundiais visando a preservação do meio ambiente surgiram nas décadas passadas, iniciando com a carta de Estocolmo (1972), seguindo com a Eco-

92 ou Rio-92 ou agenda 21 (1992), protocolo de Kyoto (1997), a Rio +10 (2002), a Rio +20 (2012). (BUCHMANN e PROCHNOW, 2016).

Uma das técnicas estudadas e discutidas nesses eventos mundiais é a técnica de reuso de água, onde a água potável deve ser destinada somente a atividades essenciais e substituída em algumas etapas do processo industrial ou comercial ou residencial, por água de qualidade inferior. (PINTO et al., 2014; MANCUSO e SANTOS, 2003).

HESPANHOL (2008) ressalta que desde 1992, a Agenda 21, produzida pela Organização das Nações (ONU), no Rio de Janeiro, recomendou aos 179 países participantes a implementação de políticas de aproveitamento de água pluvial, técnicas de reuso e reciclagem de efluentes.

Uma diferença a ser observada é entre os termos água de reuso e água reciclada. O aproveitamento de águas pluviais (água reciclada) é um instrumento muito importante para a gestão dos recursos hídricos, entretanto, não deve ser considerada água de reuso, pois, após passar pelo ciclo hidrológico natural, essa água captada terá sua primeira utilização. (FERNANDES, 2006).

3.2 Aproveitamento de água pluvial

Sistemas de coleta e aproveitamento de água pluvial são utilizados há muito tempo. Há relatos de construções desses sistemas na era romana em 4000 a. C., nos Estados Unidos em 1100 a.C. e no Oriente Médio em 850 a.C. (TOMAZ, 2003). No Brasil, a cisterna mais antiga foi construída em Fernando de Noronha, no ano de 1943 por norte americanos. (GNADLINGER, 2009).

No México, no século X, há descrições de como a civilização Maia e a civilização Asteca coletavam a água pluvial e a utilizava na agricultura. Nessa época já haviam cisternas enterradas com capacidade para 45.000 L de água, devidamente cavadas no subsolo calcáreo e revestidas com reboco impermeável. (GNADLINGER, 2009).

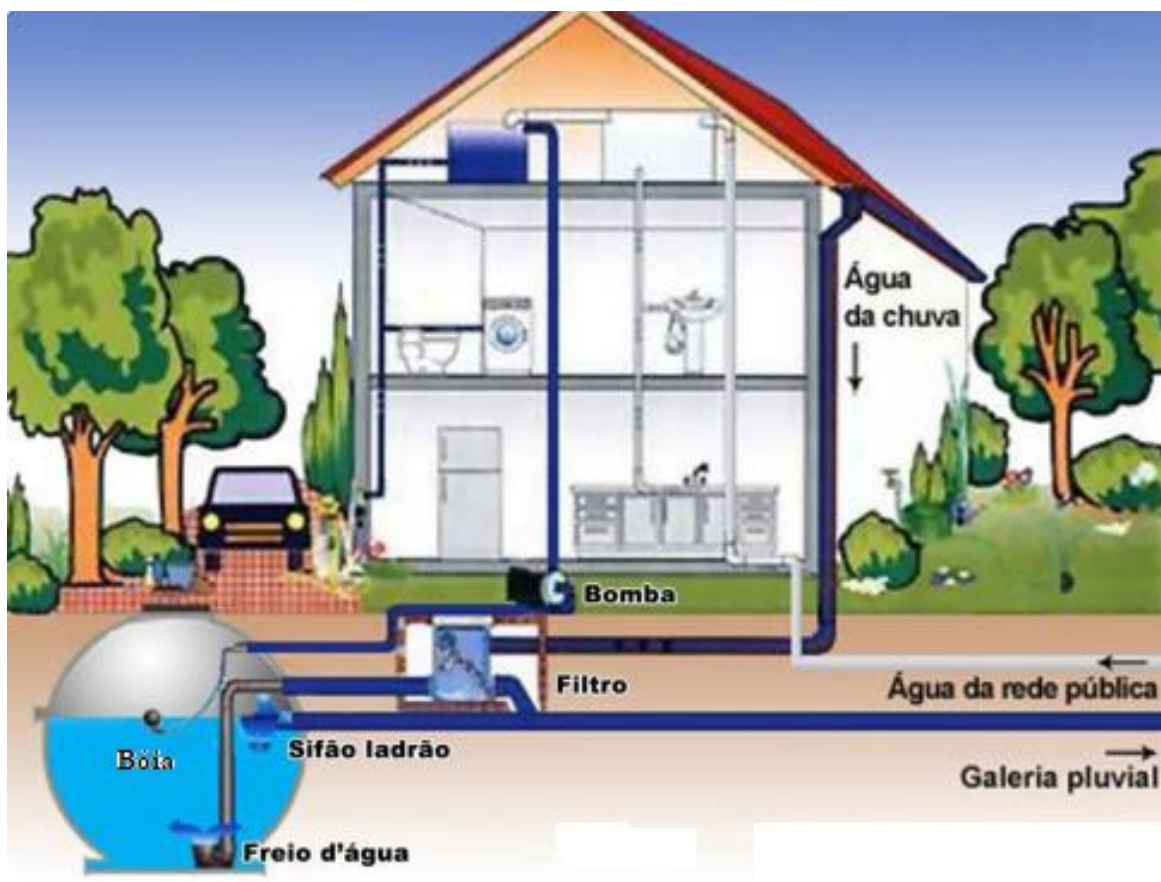
Atualmente a água pluvial é tratada pela maioria das residências brasileiras como esgoto doméstico, pois ela vai dos telhados para a tubulação de esgoto ou bocas de lobo, misturando-se com o esgoto doméstico e impossibilitando assim sua coleta para ser reaproveitada. Mas a utilização da água pluvial é um fator muito importante e alguns países industrializados como Japão e Alemanha utilizam esse

método em larga escala, investindo cada vez mais em sistemas de aproveitamento de água da chuva, principalmente em descargas de bacias sanitárias. (TOMAZ, 2003; JESUS, 2013).

Algumas vantagens do aproveitamento de água pluvial, conforme Jesus (2003), são: baixos custo de instalação do sistema de coleta e distribuição de água, a simplicidade e facilidade de manutenção desse sistema, facilidade de tratamento dessa água (quando necessário), economia financeira, obtenção de selos ou certificações, preservação do meio ambiente e ainda redução da quantidade de chuva que escoa no sistema de esgotos urbanos (reduzindo desta forma as enxurradas e enchentes). O autor também cita as desvantagens de parada do sistema em épocas de escassez de chuva, custo inicial de instalação e o não reconhecimento do setor público.

A Figura 2, mostra esquema típico de um sistema de aproveitamento de água pluvial em residências (TOMAZ, 2003).

Figura 2 – Esquema de um sistema residencial de aproveitamento de pluvial



FONTE: Tomaz (2003)

Na Figura 2, nota-se que primeiramente a água é coletada no telhado da residência. Logo após a água pluvial segue para um filtro e depois é armazenada em cisternas (reservatório enterrado). Das cisternas, a água é bombeada a um segundo reservatório (elevado), do qual as tubulações específicas de água pluvial distribuem para ser consumida como água não potável. No exemplo da figura a água vai ser utilizada no sanitário e irá abastecer a torneira do jardim (TOMAZ, 2003).

No Brasil, a incorporação do sistema de coleta e reuso de água pluvial nas indústrias, comércios ou residências ainda é pouco difundido. No entanto, algumas cidades estabelecem em sua legislação municipal (Rio de Janeiro - Projeto de Lei 1532/2019, Porto Alegre - Projeto de Lei 10506/2008 e São Paulo - Projeto de Lei 13276/2002) que a incorporação de cisternas em construções com área impermeabilizada superior a 500 m² passa a ser obrigatória, para coletar a água pluvial, como método de diminuição das enchentes urbanas.

Já que as cisternas devem ser instaladas, existe um aumento de projetos relacionados com o aproveitamento da água pluvial coletada, como substituinte da água potável em local que possa ser utilizada a água com menor qualidade, com aplicações principalmente em limpeza, jardinagem e descargas de bacias sanitárias. O conteúdo da cisterna que estiver como excedente deve ser liberado gradualmente no sistema de coleta de esgoto municipal.

Com o crescimento das instalações de cisternas e do aproveitamento de águas pluvial em algumas regiões do país, fez-se necessário a regulamentação dessa atividade e em 24 de outubro de 2007 entrou em vigor a Norma Brasileira - NBR 15527 da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (2007), intitulada "Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos", sendo atualizada em 2019, mantendo o mesmo nome.

A qualidade da água pluvial depende muito do local onde é coletada, assim como o tratamento que será submetida após sua captação. Quando a coleta de água for para fins não potáveis, normalmente é necessário uma filtração simples e cloração, não sendo necessário os processos de coagulação e decantação. (MAY e PRADO, 2004; JESUS, 2013). A cloração pode ser realizada com a adição de pastilhas de cloro (utilizadas em piscinas) para garantir a desinfecção da água armazenada (HAFNER, 2007).

Para evitar contaminação da rede pública, em hipótese alguma a água potável municipal deve estar interligada com a água de chuva, evitando-se assim uma

conexão cruzada ou cross connection. Deve-se também evitar a incidência do sol no reservatório, para impedir o crescimento de algas e evitar que a tampa do reservatório fique aberta, para impedir a entrada de pequenos animais. A limpeza do reservatório deve ser feita pelo menos uma vez por ano, para evitar contaminação da água armazenada. (TOMAZ, 2003).

Valores de parâmetros que normatizam a qualidade da água pluvial para aproveitamento em fins não potáveis, pode ser visualizado no Quadro 1. Esses valores são estabelecidos pela NBR 15527 da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (2019).

Quadro 1 – Parâmetros de qualidade da água pluvial para fins não potáveis

Parâmetro	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100 mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100 mL
Cloro residual livre ^a	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT ^b , para usos menos restritivos < 5,0 uT
Cor aparente (caso não esteja utilizando nenhum corante, ou antes da sua utilização)	Mensal	< 15,0 uH ^c
Deve prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário	Mensal	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado

NOTA: Podem ser utilizados outros métodos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raio ultra violeta e aplicação de ozônio

^a no caso de aplicação de cloro para desinfecção

^b uT é a unidade de turbidez

^c uH é a unidade Hazen

Fonte: NBR 15527 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (2019)

O fluxo inicial de água da chuva é considerado impróprio para ser utilizado nos sistemas de aproveitamento de água pluvial, pois nesse primeiro fluxo pode haver a existência de poeira, folhas, insetos e também fezes de animais, além de pesticidas, e outros resíduos poluentes transportados por via aérea.

O volume do primeiro fluxo de água pluvial deve ser descartado e varia conforme a quantidade de poeira acumulada na superfície do telhado, assim como o número de dias secos, da quantidade e tipo de resíduos, e da estação do ano, porém

não há nenhum cálculo exato para definir o volume inicial de água pluvial que necessita ser descartado (CARLON, 2005). Jesus (2013), cita que após 15 a 20 minutos do início da chuva, ela já adquire características de água destilada e pode ser coletada em reservatórios.

MACOMBER (2001), ressalta a importância dos cuidados na hora de escolher o local e os materiais do sistema de captação de água pluvial, principalmente com relação aos telhados, calhas, filtros e reservatórios.

Telhados

Os dados relativos ao telhado, onde será realizada a coleta de água pluvial, são muito importantes, pois a área de captação de água é uma variável para o dimensionamento do reservatório que será utilizado para armazená-la.

Os telhados podem utilizar telhas construídas em diversos tipos de materiais, como: fibrocimento, telhas metálicas galvanizadas, cerâmicas e fibra de vidro, mostrados na Figura 3. Sempre que possível as telhas fabricadas em cerâmicas ou vidros devem ser utilizadas para evitar contaminações com materiais metálicos. (MACOMBER, 2001),

Figura 3 – Tipos de telhas utilizadas na captação da água pluvial



Fonte Macomber (2001)

A inclinação do telhado também devem ser considerada e podem ser de três tipos: plana, moderadamente inclinada e intensamente inclinada. Na inclinação de telhado tipo plana há a necessidade de instalação de drenos internos ou calhas ao longo de todo perímetro do telhado para garantir a coleta de água pluvial, onerando o sistema de coleta. Já na inclinação do tipo moderadamente inclinada as águas escoam com mais facilidade e no tipo intensamente inclinada há um escoamento mais

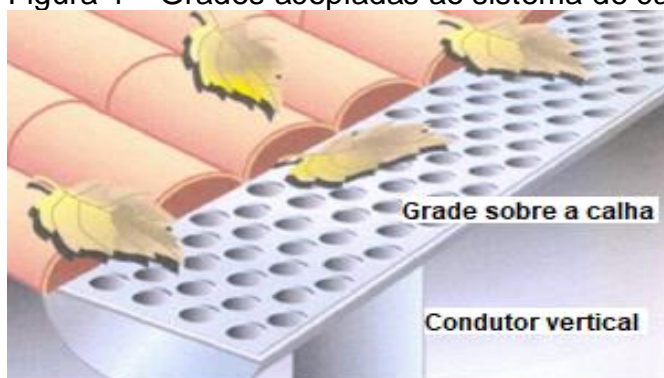
rápido, porém a inclinação não pode ser exagerada, para evitar que as telhas deslizem uma sobre as outras. Em alguns casos as telhas precisam ser amarradas ou parafusadas para evitar o deslizamento. (TOMAZ, 2003; MACOMBER, 2001).

Calhas

As calhas também são um importante instrumento na coleta de água pluvial e têm a função de captar e escoar corretamente a água que cai sobre o telhado, direcionando essa água para o reservatório. Devem ser fabricadas com materiais inertes, como policloreto de vinila - PVC ou outros tipos de plásticos, evitando assim, que partículas tóxicas provenientes de dispositivos metálicos, venham a ser levadas para os tanques de armazenagem. No caso de materiais metálicos, dar preferência para metais galvanizados e sem chumbo.

Segundo May (2004) é interessante que uma grade ou tela, seja acoplada ao sistema de calhas, para evitar a entrada de folhas e outras sujeiras, como visualizado na Figura 4.

Figura 4 – Grades acopladas ao sistema de calhas



Fonte: May (2004)

De acordo com a NBR 10844/89 as calhas devem possuir uma inclinação mínima de 0,5% para garantir o escoamento da água pluvial até o conduto vertical, que realiza o transporte da mesma até os reservatórios.

A NBR 15527 sugere que as grades e telas sejam utilizadas no sistema. É necessário que em cursos de água sujeitos a regime torrencial e quando corpos flutuantes de grandes dimensões possam causar danos às instalações de grades finas ou telas, seja prevista a instalação de uma grade grosseira, estas devem ser colocadas no ponto de admissão de água na captação, seguidas pelas grades finas e

pelas telas. O espaçamento entre barras paralelas deve ser de 7,5 cm a 15 cm para a grade grosseira, e de 2 cm a 4 cm para a grade fina. As telas devem ter de 8 a 16 fios por decímetro. É importante que as barras e os fios que constituem as grades e telas sejam de material anticorrosivo ou protegidos por tratamento adequado (Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 15527, 2019).

Filtros

Um esquema do filtro utilizado nesse esquema pode ser visualizado na Figura 5. Nesse tipo de filtro, a entrada da água pluvial é pelos dois lados da parte superior. Essa água passa por pequenas grades e segue para a cisterna, já o material sobrenadante, como as folhas, são arrastadas pela saída que leva a sujeira para a galeria de água pluvial municipal. (TOMAZ, 2003)

Figura 5 – Esquema de um filtro de água pluvial com descarte de sujeiras



Fonte: Tomaz (2003)

O autor May (2004) sugere o uso de um reservatório de autolimpeza como substituinte do filtro de água pluvial com descarte de sujeiras. Nesse sistema, a água pluvial segue para o reservatório de autolimpeza até que a boia automática de nível seja acionada. Então a válvula de crivo é acionada e a água pluvial é direcionada ao reservatório. Esse sistema é importante para descartar a primeira água pluvial coletada e pode ser visualizado na Figura 6.

Para Tomaz (2003), o volume do reservatório de autolimpeza é calculado através da área do telhado e do volume de água necessário para realizar a limpeza da cobertura. O autor sugere que o volume do reservatório de autolimpeza deve ter capacidade para 0,4 L/m² de telhado. Já, para May (2004), o reservatório de autolimpeza deve ter capacidade de 0,8 a 1,5 L/m² de telhado, o que significa o dobro da capacidade citada pelo autor anterior.

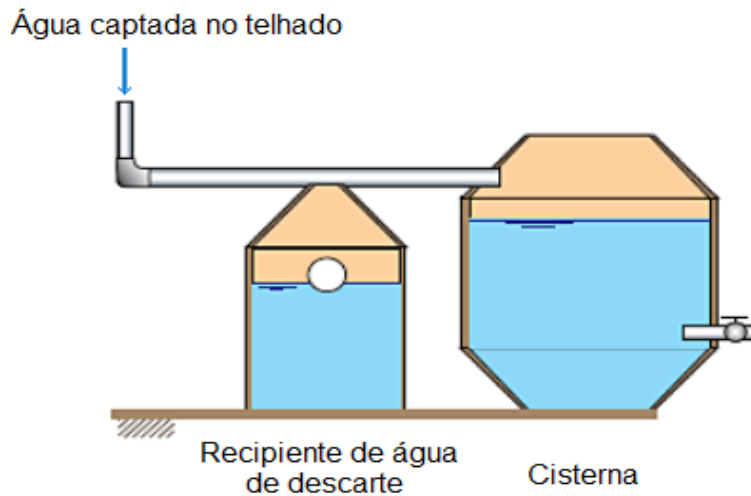
Figura 6 – Reservatório de autolimpeza.



Fonte: May (2004)

Outro sistema que substitui o uso de filtros é proposto por Tolentino (2011) *apud* PROSAB (2006), que pode ser visualizado na Figura 7. Esse mecanismo é o mais simples entre os mecanismos citados com a finalidade de descarte da primeira água de chuva. Seu funcionamento conduz a primeira água pluvial, captada no telhado, para um recipiente instalado antes do reservatório final (cisterna). Quando este recipiente estiver cheio com a água da primeira chuva, automaticamente inicia-se o abastecimento do reservatório final.

Figura 7 – Mecanismo de descarte da primeira água pluvial



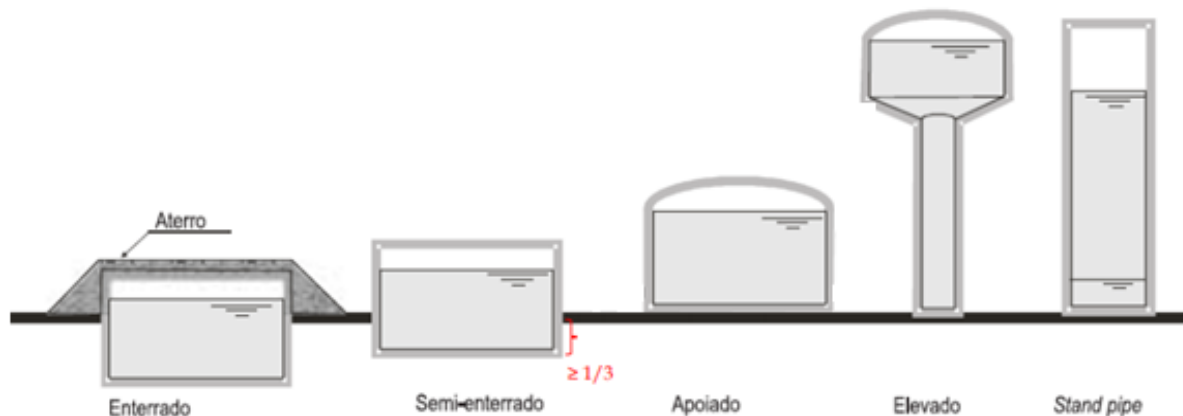
Fonte: Tolentino (2011) *apud* PROSAB (2006)

O sistema de coleta de água de chuva, com o uso de filtro, com o reservatório de autolimpeza ou o mecanismo de descarte da primeira água pluvial pode ser instalado em empresas, comércios e hotéis com algumas adaptações para aumento de escala.

Reservatórios

Outro fator importante a ser considerado é a escolha do reservatório onde será armazenada a água pluvial. May (2004) apresenta uma classificação dos tipos de reservatórios, que ocorre de acordo com a localização no terreno e localização no sistema, como visualizado na Figura 8.

Figura 8 – Reservatórios de armazenamento de água



Fonte: May (2004)

Na Figura 8, inicialmente tem-se o tipo enterrado, que ocorre quando o reservatório está completamente embutido no terreno; o semi-enterrado ou semi-apoiado, que terá uma altura líquida com uma parte abaixo do nível do terreno (pelo menos 1/3 do volume); o apoiado, ficará na laje de fundo apoiada no terreno; o tipo elevado, que consiste em um reservatório apoiado em estruturas de elevação; e stand pipe, que vem a ser um reservatório elevado com a estrutura de elevação embutida de modo a manter contínua o perímetro da secção transversal da edificação.

Segundo Oliveira e Fioreze (2011) os tipos mais comuns são os semi-enterrados e os elevados, pois, de certa forma, os elevados são projetados para quando há necessidade de garantia de uma pressão mínima na rede e as cotas do terreno disponíveis não oferecem condições para que o mesmo seja apoiado ou semi-enterrado.

Em cisternas enterradas, há uma redução da temperatura da água armazenada, reduzindo o desenvolvimento de microorganismos, enquanto as cisternas construídas ao nível do solo sofrem a ação dos raios solares podendo provocar o aumento da temperatura da água. (JESUS, 2013).

Os reservatórios podem ser construídos com diferentes materiais tais como: PVC ou Polietileno de Alta Densidade - PEAD, fibra de vidro, alvenaria, ferrocimento ou concreto armado. Para pequenos volumes os reservatórios mais utilizados são construídos em PEAD ou fibra de vidro e para volumes maiores são usados PEAD ou concreto armado como materiais para a construção da cisterna. A Figura 9 (a) mostra uma cisterna de 25 m³ construída em fibra de vidro e a Figura 9 (b) mostra uma cisterna de 50 m³ construída em cimento armado.

Figura 9 – Exemplos de cisternas



(a) cisterna construída em fibra de vidro



(b) cisterna construída em cimento armado

Fonte: Jesus (2013)

3.3 O setor hoteleiro

Antigamente, os povos se deslocavam por diferentes propósitos, os peregrinos viajavam para conhecer lugares sagrados, já os mercadores viajavam para realizar suas vendas, o senhor percorria seus domínios e o viajante e o explorador através de suas curiosidades buscavam novos horizontes. (LEME, 2010).

Em meados do século VII a.C., surgiu a moeda e a hotelaria passou a ser um serviço comercial. Nessa época surgiram muitas hospedarias e estalagens em locais estratégicos, localizadas nas principais rotas comerciais (Ásia, Europa e África) para poder alojar os viajantes que se deslocavam. (LEME, 2010).

Com a Revolução Industrial, também se iniciou a construção de grandes hotéis, este foi um ponto de partida para que a atividade começasse a ser explorada de forma mais comercial. Segundo Jesus (2013), a partir do século XVIII os hotéis precisaram contratar mão de obra mais especializada, pois houve um grande aumento das atividades hoteleiras, e isto implicou em melhorar a qualidade dos serviços oferecidos pelos mesmos. No século XIX os hotéis já contavam com camareiras, recepcionistas e gerentes.

O marco inicial em nosso país se deu no período em que casarões e fazendas serviam como hospedaria para os viajantes. A abertura dos portos foi o que impulsionou esse crescimento, com a chegada da Família Real Portuguesa ao Rio de Janeiro em 1808. (PINHEIRO, 2002)

Na metade do século XIX houve um grande avanço no sistema de transportes, isto se deu em decorrência do crescimento do desenvolvimento tecnológico, aumentando assim as rotas e o deslocamento de um lugar para outro, com tal facilidade aumentou proporcionalmente a procura por hospedagem. (PINHEIRO, 2002)

Nos anos 30, o setor hoteleiro intensificou seu crescimento devido a criação de grandes cassinos, nos moldes dos existentes nos Estados Unidos, surgindo grandes hotéis, como o Copacabana Palace. Porém, em 1946, os jogos de azar foram proibidos no Brasil e os hotéis que funcionavam como anexos dos cassinos fecharam suas portas. A recuperação desses hotéis somente foi possível na década seguinte, devido a significativos incentivos governamentais destinados ao setor (PEREIRA JÚNIOR, SILVA e OLIVEIRA, 1996).

Com tamanho aumento no desenvolvimento do setor, sentiu-se a necessidade de um órgão fiscalizador que regulamentasse a atividade turística, desta forma, em 1966 ocorreu a criação da EMBRATUR (Empresa Brasileira do Turismo) e em 1971 da FUNGETUR (Fundo Geral de Turismo), que através de incentivos fiscais promoveram o crescimento do setor hoteleiro, e favorecem os empresários do setor. (PINHEIRO, 2002).

Nos anos 70, o crescimento do setor hoteleiro foi alavancado pelo desenvolvimento da infraestrutura dos transportes aéreos e também pela chegada de redes hoteleiras internacionais. Esses hotéis chegaram em pequenos números, mas impuseram uma nova qualidade de serviços e preços mais competitivos. A crise econômica dos anos 80, seguida de uma onda de violência no Rio de Janeiro nos anos 90, prejudicaram o setor de turismo no país e conseqüentemente o setor hoteleiro. Mas, com a estabilização econômica em 1994 houve um aumento no poder de compra da população brasileira, impulsionando o setor de turismo, que investiu, somente na última década do século XX, o valor de US\$ 442 milhões em empreendimentos de luxo. (MANTELLI JÚNIOR, 2017).

Atualmente o setor de hotelaria, emprega desde pessoas mais qualificadas com diplomas de nível superior e fluentes em idiomas estrangeiros, até jovens e profissionais com baixo nível de escolaridade, ou que estão ingressando no mercado de trabalho. O turismo é um setor de extrema importância econômica e social no Brasil, emprega grande quantidade de pessoas (3% do total de empregos do País), e arrecadou em 2019 o montante de US\$ 139,9 bilhões ou 7,7% do PIB do país. (TOMÉ, 2019).

A pesquisa apresentada por Tomé (2019) mostra que o número de hotéis instalados no Brasil até julho de 2019 é de 10.501, sendo a maioria do tipo hotéis independentes com mais de 20 quartos, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Total de hotéis e flats no Brasil

Tipo	Hotéis	%	Quartos	%
Hotéis e flats de marcas nacionais	668	6,4%	100.181	18,0%
Hotéis e flats de marcas internacionais	607	5,8%	105.347	18,9%
Hotéis independentes com até 20 quartos	3.724	35,4%	41.395	7,5%
Hotéis independentes com mais de 20 quartos	5.502	52,4%	309.257	55,6%
Total	10.501	100%	556.180	100%

Fonte: Tomé (2019)

O turismo vinha crescendo nos últimos anos no Brasil, porém foi fortemente impactado com a chegada da pandemia. Esse impacto no setor hoteleiro também foi verificado em outros países do mundo. Espera-se que o setor consiga se recuperar com a reabertura do comércio e com a chegada da vacinação contra a COVID-19.

3.4 Casos de aproveitamento de água pluvial em hotéis

Os hotéis são consumidores de grande quantidade de água e o consumo pode variar de hotel para hotel de acordo com os atrativos oferecidos, como piscinas, hidromassagens, jardins, além dos serviços tradicionais como chuveiros, torneiras, bacias sanitárias, cozinhas e lavanderias.

Um hotel que ocupa cem apartamentos com dois hóspedes cada um, numa operação por um período de dez horas por dia, tem um consumo médio diário de 24 m³/dia, considerando 120 litros/hóspede/dia (excluindo cozinha e lavanderia) (Werneck e Bastos, 2006), mas, na maioria dos casos o hotel possui sua própria cozinha e lavanderia, aumentando o consumo diário de água.

Os hotéis, em geral, têm um grande potencial para a implantação de sistemas de aproveitamento de água pluvial, por apresentarem grandes áreas de telhados e outras coberturas (áreas de captação), que facilmente irá contribuir para coleta de maior volume de água da chuva. Além disso, a rede hoteleira atende grande número de pessoas, durante todas as estações do ano, constituindo-se desta forma, excelente meio de divulgação da importância das técnicas sustentáveis (WERNECK e BASTOS, 2006).

Leme (2010) mostra o caso de um hotel localizado em Joinville - Santa Catarina, que faz a captação da água pluvial e reaproveita essa água nas descargas dos vasos sanitários e como rega das áreas verdes. A sustentabilidade nesse hotel vai além da fachada verde, pois além de reutilizar a água pluvial, também utiliza a energia solar. O marketing de hotel amigo da natureza, gera um aumento de reservas por parte de hóspedes ambientalmente amigáveis.

O Jequitimar hotel, localizado no Guarujá, litoral de São Paulo, apresenta um projeto inovador onde todo sistema de reaproveitamento de água pluvial foi pensado desde sua fundação. Na etapa do projeto foi instalado tubulações que encaminham a água pluvial a grandes caixas d'água. Essa água armazenada é utilizada nas descargas dos vasos sanitários, na lavanderia do hotel e nas regas dos jardins. O

hotel utiliza o marketing de hotel verde e recebe reservas frequentes de Organizações Não Governamentais – ONG´s ligadas ao meio ambiente (ALENCAR, 2010).

Um hotel localizado em Blumenau, estado de Santa Catarina, utiliza um sistema de aproveitamento de água pluvial. A área de captação de água nos telhados do hotel tem 569,50 m² e o volume da cisterna que armazena essa água é 16.000 litros. Estima-se que a economia anual de água potável deste hotel esteja em torno de 684.000 litros/ano (BELLA CALHA, 2010).

4 METODOLOGIA

Nos tópicos a seguir são descritas as metodologias adotadas para a realização dessa monografia, sendo dividida em três etapas: escolha do hotel, consumo de água no hotel e o dimensionamento do reservatório.

4.1 Escolha do hotel

Inicialmente a escolha do hotel se deu pelo fato da mãe da autora dessa monografia trabalhar por vários anos no local onde foi realizado o estudo. Posteriormente, o empresário e dono do hotel em conversa com a autora, declarou a intenção de reduzir o consumo de água e reaproveitar a água da chuva em suas instalações, mas não saber por onde começar.

Assim a autora se sentiu motivada a estudar a implantação do reaproveitamento de água pluvial nas instalações desse hotel (a pedido do empresário a autora irá omitir o nome do hotel estudado).

4.2 Consumo de água no hotel

Para analisar o potencial de economia de água potável que poderá ser obtida, faz-se necessário um estudo prévio sobre consumo de água.

Inicialmente, foram obtidas algumas informações que foram coletadas mediante visitas ao local e através de conversas com o responsável pelo setor de manutenção do estabelecimento. As visitas seguiram os protocolos de proteção e segurança contra a COVID-19, para tanto foi utilizada máscara e foi mantido o distanciamento de 1,5 m.

As informações obtidas nas visitas contêm dados necessários referentes ao hotel como: quantidade de quartos/apartamentos, número de hóspedes por período, consumo médio mensal de água, quantidade de caixas d'água e capacidade de cada uma delas, presença de poço artesiano, uso de lavanderia no estabelecimento, frequência de uso e consumo de água na lavanderia, se possui alguma prática de reuso, se possui torneiras de fluxo reduzido ou fechamento automático, se possui lava louças ou o processo é manual, área do telhado do hotel e medições das estruturas existentes para instalações de reaproveitamento de água pluvial.

Como o hotel já está construído e torna-se muito oneroso alterar as tubulações embutidas na parede, que alimentam as torneiras dos banheiros e as bacias sanitárias, optou-se por realizar alterações nas tubulações que alimentam a lavanderia. Esta se encontra no pavimento de cobertura do hotel, ficando bem próxima dos telhados onde será captada a água pluvial.

Um outro fato que pode gerar economia com a utilização de água pluvial é a incorporação de uma torneira na lavanderia, utilizada para captar água em baldes, utilizada na limpeza dos quartos e corredores do hotel.

Segundo Nascimento e Sant'Ana (2014) para estimar o volume de água utilizada para lavar roupas, através do uso das máquinas de lavar roupa pode-se utilizar a Equação 1 e para estimar o volume de água utilizada na limpeza pode-se utilizar a Equação 2.

$$V_{lav} = V_l \cdot f_l \quad (1)$$

Em que: V_{lav} é o volume de água utilizada para lavar roupas (L/mês); V_l é o volume de água gasto em cada lavagem (L) e f_l é a frequência de lavagens mensais.

$$V_{limp} = V_b \cdot f_b \quad (2)$$

Em que: V_{limp} é o volume de água utilizada na limpeza (L/mês); V_b é o volume de cada balde utilizado na limpeza (L) e f_b é a frequência de baldes utilizados na limpeza mensal.

4.3 Dimensionamento do reservatório

O dimensionamento do reservatório é primordial para que o sistema de captação de água pluvial funcione adequadamente. Para tanto essa monografia prevê o uso de reservatórios apoiados que serão instalados nos terraços localizados na cobertura do hotel, pois assim reduz gastos com tubulações e bombas, uma vez que a água do reservatório segue para o local onde será utilizada (na lavanderia) apenas por gravidade.

Para essa monografia, propõe-se captar água pluvial nos três telhados do hotel, sendo necessário fazer o levantamento da área de cobertura (área de captação) de cada um deles, para estimar o volume do reservatório de água de chuva.

A NBR 15527 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (2019), apresenta diversas metodologias para dimensionamento da capacidade que as cisternas devem apresentar para o armazenamento de águas pluviais, entre elas o método prático inglês, que será utilizado nessa monografia. Nesse método o volume da cisterna pode ser calculado a partir da Equação (3).

$$V_c = 0,05.P.A \quad (3)$$

Em que: V_c é o volume de água da cisterna (L); P é a precipitação média anual (mm) e A é a área de coleta - telhado (m^2).

Os dados pluviométricos utilizados neste trabalho, estão mostrados na Tabela 2 e foram fornecidos por Silva (2010), onde consta valores do índice de precipitação pluviométrica, sendo os valores das médias climatológicas calculados a partir de uma série de dados de 1961 a 2009, ou seja, a média mensal de 48 anos de obtenção de dados na cidade de Bagé – RS.

Tabela 2 – Valores das médias do índice de precipitação pluviométrica

Mês	Índice de precipitação (mm)
Janeiro	116,6
Fevereiro	131,3
Março	106,7
Abril	134,1
Maio	109,8
Junho	113,2
Julho	121,4
Agosto	107,7
Setembro	128,5
Outubro	127,0
Novembro	112,5
Dezembro	103,3
Total Anual	1412,1
Média Mensal	117,7 ± 10,5

Fonte: Silva (2010).

Para efeito de comparação, o método da Aquasave, citado por Carvalho (2010) *apud* Aquasave (2010) também foi utilizado. Esse método necessita de 4 passos para o dimensionamento da cisterna.

Passo 1: Carvalho (2010) cita que a partir da Tabela 3 é realizada a interceptação da média pluviométrica anual com a área de captação do telhado, obtendo o volume anual de captação (m^3/ano). Então deve-se encontrar o valor mensal da captação, ou seja, basta dividir o valor obtido na tabela por 12.

Tabela 3 – Dados pluviométricos x área do telhado

Índice pluviométrico (mm) anual	Área do telhado (m^2)							
	100	200	300	400	500	1000	1500	2000
800	72	144	216	288	360	720	1080	1440
900	81	162	243	324	405	810	1215	1620
1000	90	180	270	360	450	900	1350	1800
1100	99	198	297	396	495	990	1485	1980
1200	108	216	324	432	540	1080	1620	2160
1300	117	234	351	468	585	1170	1755	2340
1400	126	252	378	504	630	1260	1890	2520
1500	135	270	405	540	675	1350	2025	2700
1600	144	288	432	576	720	1080	1440	2880

Fonte: Carvalho (2010) *apud* Aquasave (2010)

Passo 2: Calcular o volume de água potável, que deve ser substituído por água pluvial, no estabelecimento estudado.

Passo 3: Para calcular o volume ideal da cisterna basta dividir o volume de água que deve ser substituído por água pluvial, pela metade.

Passo 4: Checar se o volume de captação é superior ao dobro do volume achado para a cisterna. Em caso negativo, o sistema de aproveitamento de água pluvial não é vantajoso e deve ser repensado.

5. RESULTADOS

Os resultados estão apresentados em quatro subitens. O primeiro subitem contém uma previsão de consumo de água do hotel. No segundo são apresentadas sugestões para redução do consumo de água. Em seguida é realizado um levantamento do custo de mão de obra e dos materiais necessários para instalação do sistema de captação e aproveitamento de água pluvial.

5.1 Consumo de água no hotel

O hotel onde foi realizado o estudo está situado na cidade de Bagé, também conhecida como Rainha da Fronteira, no bairro Getúlio Vargas. Essa localização é privilegiada por estar localizada próxima da estação rodoviária da cidade, mercados, Unidade de Pronto Atendimento (UPA) 24 horas, postos de saúde, escolas, igrejas, restaurantes, lojas, entre outros empreendimentos, garantindo um bom número de hóspedes o ano todo.

As informações obtidas nas entrevistas com o gerente do hotel, realizadas durante as visitas, mostram que o hotel tem 60 quartos, distribuídos em 3 andares e recebe de 600 a 1200 hóspedes mensalmente. Toda água utilizada na lavanderia, limpeza, cozinha e banheiros é proveniente de uma caixa d'água com capacidade para 9000 litros, que recebe água da rede de distribuição municipal, através do Departamento de Água, Arroios e Esgoto de Bagé - DAEB. O hotel não possui poço artesiano e não realiza nenhuma atividade de reuso de água ou aproveitamento de água pluvial.

Segundo Tomé (2019) esse hotel pode ser classificado como do tipo de hotéis independentes com mais de 20 quartos, sendo considerado do tipo da maioria dos hotéis instalados no país, como mostrado na Tabela 1.

Ainda na entrevista, o gerente relatou que o consumo médio de água potável é de 20 m³ mensais e que a lavanderia é responsável por lavar lençóis, fronhas, toalhas de banho, toalhas de mesa e panos de prato. O hotel contém uma máquina de lavar roupa da marca Electrolux, com capacidade para 15 kg de roupa seca. Em cada ciclo de lavagem é utilizado 188 L de água.

Estima-se que é realizada uma lavagem diária de roupas, com capacidade máxima da máquina, sendo que no sábado e domingo a lavagem não é realizada.

Utilizando os dados referentes à lavanderia sabe-se que o volume de água gasto em cada lavagem (V_i) é 188L e a frequência de lavagens mensais (f_i) é 22. Com esses dados aplicados na Equação (1) é possível calcular o volume de água utilizada para lavar roupas (V_{lav}), chegando ao valor de 4136 L. Ou seja 20,7% de todo consumo de água potável do hotel.

A limpeza do hotel é realizada diariamente, por pessoas contratadas para esse fim. Nessa limpeza utiliza-se baldes com capacidade para 12 litros (com $\frac{3}{4}$ do volume ocupado por água) e produtos químicos, sendo utilizada uma média diária de 15 baldes.

Então, o volume de água em cada balde utilizado na limpeza (V_b) é de 9 L e a frequência de baldes utilizados na limpeza mensal (f_b) é 450. Com esses dados aplicados na Equação (2) é possível calcular o volume de água utilizada na limpeza (V_{limp}), chegando ao valor de 4050 L. Ou seja 20,25 % de todo consumo de água potável do hotel.

Observa-se que a lavanderia e a limpeza do hotel são responsáveis por quase metade do consumo de água do hotel, totalizando 40,95 % do consumo de água, sendo o restante a água utilizada na cozinha, nos banheiros e na recepção.

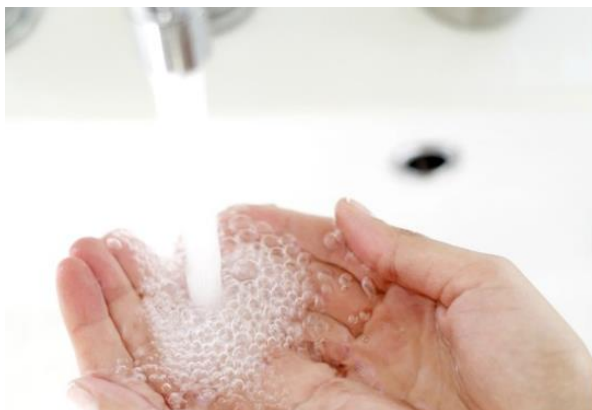
5.2 Sugestões para redução do consumo

Várias ações foram pensadas para possibilitar uma redução de consumo de água no hotel e são descritas a seguir.

A primeira delas é a instalação de um arejador na torneira da pia da cozinha. Essa torneira é utilizada para lavar as frutas, obter água potável, fazer café e para lavar toda a louça utilizada no café da manhã. O hotel não possui lava louças e a lavagem é manual. Vale a pena ressaltar que não são servidas outras refeições, como almoço e jantar.

O arejador é instalado na extremidade da torneira e possui um redutor de vazão, fazendo com que a água flua através de telas finas incorporando bolhas de ar no jato de água, como visualizado na Figura 10, diminuindo seu fluxo, aumentando a pressão e mantendo a sensação de volume.

Figura 10 – Fluxo de água proveniente de um arejador



Fonte: Tolentino (2011)

O funcionamento do arejador depende da pressão da água, por exemplo, uma torneira com vazão de 13,8 L/min pode reduzir seu consumo para 6 L/min, gerando uma redução 39 L de água em cinco minutos. Enquanto uma torneira com vazão de 21,2 L/min pode reduzir seu consumo para 6 L/min, gerando uma redução de 76 L de água em cinco minutos (BLUKIT, 2021).

A Figura 11 mostra alguns modelos de arejadores, fabricados em diferentes materiais, com variação de preço de R\$ 18,90 (para o arejador de metal) e de R\$ 3,00 (para o arejador de plástico).

Figura 11 – Modelos de arejadores de torneira



Fonte: Blukit (2021)

As torneiras adquiridas hoje no mercado já costumam ter o arejador instalado na peça, ou pelo menos as roscas para o acoplamento do arejador na extremidade da torneira.

Outra sugestão, é a instalação de torneiras de fluxo reduzido e fechamento automático nas pias dos banheiros, que são utilizadas pelos hóspedes. Essa instalação reduz o consumo de água em até 70%, gerando economia ao hotel. Esse tipo de torneira além de apresentar uma redução de vazão, fecha após alguns

segundos depois de ser pressionada (Figura 12 a) ou da aproximação das mãos (Figura 12 b), evitando o desperdício de água (TOLENTINO, 2011). A torneira que funciona com a aproximação das mãos é mais adequada para ser instalada em hotéis, principalmente em época de pandemia, evitando contaminações e mantendo-se limpa por mais tempo.

Figura 12 – Modelos de torneiras com fechamento automático



Fonte: Blukit (2021)

Segundo o site Mercado Pago (2021) o valor mínimo de cada torneira de fechamento automático por pressão é de R\$ 40,00 e de fechamento automático por presença é de R\$ 333,00. Então com o investimento de R\$ 2400,00 já seria possível a troca das torneiras antigas por torneiras de fechamento automático em todos os quartos do hotel, gerando uma economia de água, evitando o desperdício. Esse seria um investimento que ao longo do tempo se pagaria.

No caso de não haver possibilidade de investir esse valor, existe a possibilidade de instalar arejadores nas torneiras já existentes, garantindo uma redução de vazão de água e conseqüente economia, embora não consiga evitar o desperdício.

O consumo de água das bacias sanitárias também pode ser melhorado. No hotel apenas 30 dos quartos apresentam bacias sanitárias com caixa acoplada. O uso de caixa acoplada diminui em 50% o consumo de água, sendo o consumo das descargas convencionais de 12 L/descarga e da bacia sanitária com caixa acoplada de apenas 6L/descarga. (TOLENTINO, 2011). O ideal seria a instalação de bacias sanitárias com caixa acoplada nos banheiros onde ainda é utilizado o sistema de descarga convencional.

Quanto aos chuveiros existe temporizadores que podem ser instalados para cessar o fluxo de água depois de um determinado tempo, porém não é o ideal para ser instalado nos chuveiros do hotel, pois reduziria o conforto dos hóspedes durante o banho, gerando reclamações.

Outro fato a ser considerado é a instalação de redutores de vazão nos chuveiros, mas os hóspedes poderiam perceber a redução do fluxo de água, achando o banho desconfortável. E ainda, algumas duchas poderiam ter seu funcionamento prejudicado pela baixa vazão de água.

Observando esses fatos, sugere-se manter os chuveiros como estão, sem o temporizador e redutor de vazão.

E por fim, a última sugestão para redução de consumo é a instalação de um sistema de aproveitamento de água pluvial. O ideal seria utilizar a água captada por esse sistema nas descargas das bacias sanitárias, na lavanderia e na limpeza do estabelecimento, porém como o hotel já está construído e torna-se muito oneroso alterar as tubulações embutidas nas paredes, que alimentam as bacias sanitárias, optou-se por sugerir alterações nas tubulações que alimentam a lavanderia, a instalação de novas tubulações e a colocação de uma torneira para coletar a água que será utilizada na limpeza do hotel.

5.3 Custo de instalação do sistema de aproveitamento de água pluvial

Para estimar o custo de instalação do sistema de aproveitamento de água pluvial é necessário calcular anteriormente a área do telhado e o volume da cisterna.

Cálculo da área do telhado

Neste estudo, a captação da água pluvial ocorre nos 3 telhados presentes na cobertura do hotel. Todos os telhados são construídos com telhas de fibrocimento. O primeiro telhado (T_1) apresenta uma extensão de 6,4 m x 10 m, ou seja, apresenta uma área de 64 m² e em sua extremidade já existe uma calha coletora com comprimento de 6,6 m, largura de 0,3 m e profundidade de 0,15 m, feita em metal galvanizado, que pode ser visualizada na Figura 13.

Figura 13 – Calha coletora no telhado 1 (T₁)



Fonte: Autora (2021)

O segundo telhado (T₂) apresenta uma extensão de 4,5 m x 3 m, ou seja, apresenta uma área de 13,5 m², em sua extremidade já existe uma calha coletora com comprimento de 4,6 m, com profundidade de 0,15 m em formato de meia lua, construída de metal galvanizado, que pode ser visualizada na Figura 14. Atualmente essa calha coleta a água de chuva e descarrega essa água em uma tubulação que solta a água no terraço, sendo drenada por um ralo e seguindo para o descarte.

Figura 14 – Calha coletora no telhado 2 (T₂)



Fonte: Autora (2021)

O terceiro telhado (T₃) apresenta uma extensão de 5 m x 5 m, ou seja, apresenta uma área de 25 m², em sua extremidade não há a presença de calha coletora. Esse telhado cobre a lavanderia, para qual será direcionada a água captada pelo sistema. Para que esse telhado seja utilizado na coleta de água é necessário a instalação de uma calha, pois, atualmente toda água pluvial que escoar nesse telhado, é descartada.

A área total de coleta é obtida, somando a área dos três telhados, totalizando 102,5 m². Porém, Santos (2010) relata que apenas 80% de toda a água que cai em cima do telhado pode ser efetivamente utilizada, o restante corresponde as perdas. Essas perdas podem ocorrer por evaporação, lavagem do telhado ou pela água levada pelo vento. Assim, o cálculo para dimensionar o tamanho da cisterna, considera o valor da área de cobertura de 82 m².

Cálculo do volume da cisterna, seguindo a NBR 15527

Para estimar o volume da cisterna para essa monografia, seguindo o método inglês descrito na NBR 15527 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (2019), utilizou-se a Equação 3. Adotando o valor da precipitação média anual de 1412,1 mm (mostrado na Tabela 3) e a área de coleta - telhado de 82 m² (calculada no parágrafo anterior), chegando ao resultado do volume de água da cisterna (V_c) de 5789,6 L.

Cálculo do volume da cisterna, seguindo o método Aquasave

Para fim de comparação foi utilizado o método da Aquasave e para tanto, seguiu-se os 4 passos descritos na metodologia.

No passo 1 realizou-se uma regra de três composta com os valores da Tabela, mais próximos dos valores obtidos para essa monografia e os valores de precipitação anual de 1412,1 mm (mostrado na Tabela 3) e da área do telhado de 82m², como mostrado na Equação (4).

$$\frac{100}{80} \cdot \frac{1400}{1412,1} = \frac{126}{x} \quad (4)$$

Obtendo o volume anual de captação 104,2 (m³/ano) e o valor mensal da captação de 8,68 (m³/mês).

No passo 2 foi calculado o volume de água que deve ser substituído por água pluvial, ou seja, o valor obtido da soma do volume de água utilizada para lavar roupas ($V_{lav} = 4136$ L) e do volume de água utilizada na limpeza ($V_{limp} = 4050$ L), chegando a 8186 L.

No passo 3, obteve-se o volume ideal da cisterna, dividindo o valor obtido no passo 2, por 2, ou seja, o volume de água da cisterna (V_c) de 4093 L.

No passo 4 é realizada uma verificação da vantagem de se instalar o sistema de aproveitamento de água pluvial e para tanto, o volume de captação deve ser superior ao dobro do volume achado para a cisterna. Como o valor mensal da captação de 8,68 ($m^3/mês$) é superior ao dobro do volume da cisterna (V_c) de 4093 L, constata-se que o sistema a ser instalado será viável.

A diferença de valores dos volumes das cisternas calculados com o método da NBR 15527 e da Aquasave pode ser explicado pelo fato do segundo método ser desenvolvido para a cidade de Londrina, localizada no estado do Paraná, que apresenta dados pluviométricos bem diferentes de Bagé. Mesmo com tanta diferença optou-se por manter os cálculos seguindo esse método, nessa monografia, pela importância de calcular a viabilidade de instalação do sistema.

Em todas as calhas é necessário a colocação de uma tela protetora como mostra a Figura 4. Não foi dimensionado um mecanismo que separe as primeiras águas pluviais, pois a água será utilizada apenas na lavanderia e limpeza do hotel.

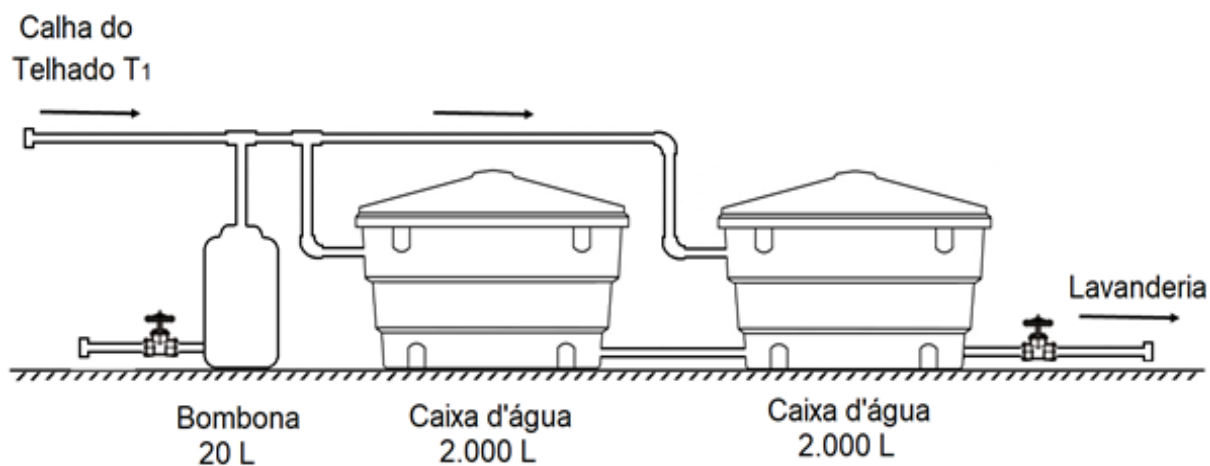
A partir desses cálculos de volume da cisterna, recomenda-se a colocação de duas caixas d'água (cisternas) com capacidade para 2000 L que devem ser acondicionadas no terraço maior e uma caixa d'água (cisterna) com capacidade para 2000 L que deve ser acondicionada no terraço menor, ambos localizados na cobertura do hotel, que irão abastecer a lavanderia apenas por gravidade.

O uso de duas caixas d'água se faz necessário, pois no mercado não há uma caixa d'água de 4000 L e seria necessário utilizar uma de 5000 L, que apresenta um custo mais elevado do que utilizar duas de 2000 L. Outro fato interessante em utilizar duas caixas d'água ao invés de uma é a divisão de peso para não sobrecarregar um ponto específico do terraço. Vale a pena ressaltar a importância de consultar um engenheiro civil, para verificar a possibilidade de instalação desse sistema e principalmente verificar se o terraço suporta esse peso extra.

O sistema proposto para ser instalado no terraço maior, pode ser visualizado na Figura 15. Nessa figura, nota-se que a água pluvial que é coletada na calha

presente na extremidade do telhado (T_1) segue até uma conexão hidráulica do tipo “Tê” que direciona essa água para uma bombona que é utilizada para armazenar as primeiras águas pluviais. Esse sistema foi apresentado por Tolentino (2011) *apud* PROSAB (2006) e foi o escolhido para ser utilizado no sistema de aproveitamento de água pluvial, proposto nessa monografia, por ser mais econômico que os filtros e o reservatório de autolimpeza. Quando este recipiente estiver cheio com a água da primeira chuva, automaticamente inicia-se o abastecimento das duas cisternas, devido a instalação de outra conexão hidráulica do tipo “Tê”, que divide a vazão. As duas cisternas devem ser interligadas pela parte inferior, garantindo um melhor escoamento de água para a lavanderia, utilizando totalmente o volume de água armazenado. A vazão desse escoamento de água pode ser regulada através da presença de um registro hidráulico, colocado na tubulação de saída da segunda cisterna. Assim que a chuva cessar e as cisternas estiverem cheias, a bombona deve ser esvaziada, descartando a primeira água pluvial coletada, e para tanto, há a presença de um outro registro colocado na parte inferior da bombona.

Figura 15 – Sistema de cisternas, localizado no terraço maior

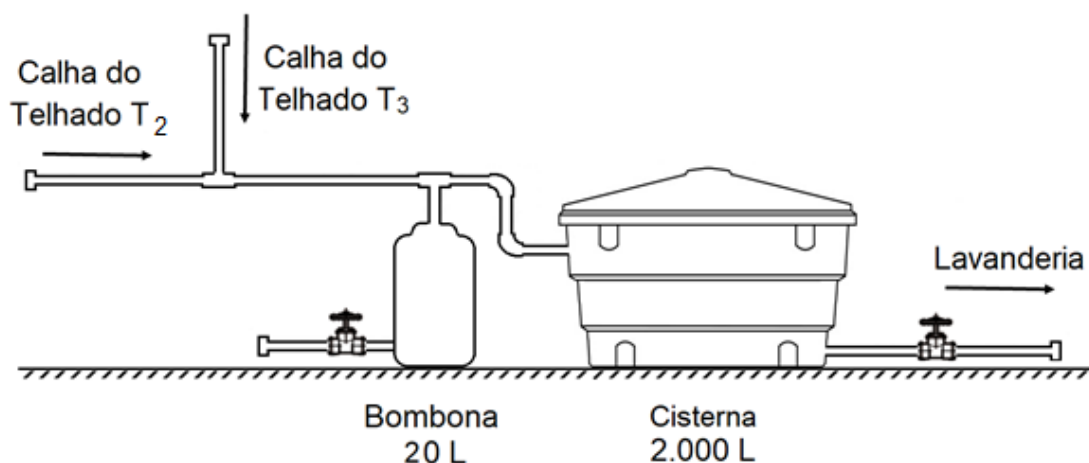


Fonte: Autora (2021)

Para estimar o volume da bombona foi utilizado o livro escrito por Tomaz (2003), que propõe que o volume do reservatório de descarte de primeira água pluvial deve ter capacidade para $0,4 \text{ L/m}^2$ de telhado. Como o telhado do hotel estudado apresenta $102,5 \text{ m}^2$ de área, necessita-se de uma bombona de 41 L, que deve ser dividida para ser utilizada nos dois terraços, ou seja, é utilizada uma bombona de 20 L no terraço maior e outra de 20 L no terraço menor.

O sistema proposto para ser instalado no terraço menor, pode ser visualizado na Figura 16. Nessa figura, nota-se que a água pluvial é coletada na calha presente na extremidade dos telhados (T_2) e (T_3), seguindo até uma conexão hidráulica do tipo “Tê” que direciona a água para uma bombona que é utilizada para armazenar as primeiras águas pluviais. Quando este recipiente estiver cheio com a água da primeira chuva, automaticamente inicia-se o abastecimento da cisterna. A água armazenada na cisterna é direcionada para a lavanderia, saindo pela lateral inferior e sua vazão pode ser regulada através da presença de um registro hidráulico, colocado na tubulação.

Figura 16 – Sistema com cisterna, localizado no terraço menor



Fonte: Autora (2021)

Quanto ao tratamento da água armazenada nas cisternas é necessário a colocação de pastilhas de cloro, dentro de um flutuador, do mesmo tipo dos utilizados em piscinas, em cada uma das cisternas. A cada 15 dias é necessário a colocação de novas pastilhas de cloro, como proposto por Hafner (2007). A lavagem da parte interna das caixas d'água deve ser realizada anualmente e das calhas semestralmente.

Custo de instalação do sistema de aproveitamento de água pluvial

Para verificar a possibilidade da instalação de um sistema de aproveitamento de água pluvial no hotel, estudado nessa monografia, é necessário avaliar a relação custo/benefício dessa instalação. Para esse estudo, foram consultados materiais e

mão de obra no comércio local da cidade de Bagé - RS. Os materiais utilizados foram escolhidos visando um produto de qualidade, diminuindo a manutenção do sistema e seus preços podem ser visualizados no Tabela 4.

Tabela 4 – Preços dos materiais utilizados na instalação do sistema proposto

MATERIAL	PREÇO
Calha de 5 m (a ser colocada no T ₃), com tela protetora	R\$ 1500,00
Tela protetora a ser colocada nas calhas existentes	R\$ 600,00
2 Bombonas de 20 L	R\$ 70,00
Tubo Tigre Marrom (100 milímetros) – 10 barras – 3 metros	R\$ 640,00
3 Caixas d'água – 2000 L	R\$ 3000,00
Conexões	R\$ 180,00
4 Registros	R\$100,00
TOTAL	R\$ 6090,00

Fonte: Autora (2021)

Para saber o tempo de retorno de investimento desse sistema de aproveitamento de água pluvial, ou seja, o *payback* é necessário calcular o valor mensal gasto com água potável e para tanto o site do DAEB, oferece uma calculadora para simular o valor de tarifa. A Figura 17, mostra a simulação do valor da conta de água para um consumo de 20 m³, para um hotel, tipo comercial II.

Figura 17 – Simulação da conta mensal de água do hotel – Consumo de 20 m³
Realizando simulação de tarifa Categoria **Comercial II**, consumo de 20 M³

Composição do Valor da Conta - TARIFA					
.	Valor Básico Água	+ Valor Básico Esgoto	+ Consumo em M ³	+ Valor Esgoto (50% do consumo)	TOTAL DA CONTA
R\$	26,93	5,39	96,90	48,45	177,67

Detalhamento do Consumo em M ³							
Tipo	Consumo	Faixa 1	Faixa 2	Faixa 3	Faixa 4	Faixa 5	Faixa 6
C2	20	10	10				
R\$		47,40	49,50	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: DAEB (2021)

O sistema proposto prevê a substituição do uso de água potável na lavanderia e na limpeza do hotel por água pluvial, totalizando a substituição de 8186 L mensais. Para tanto, foi realizada uma simulação do valor da conta de água para um consumo de 11814 L e como o DAEB só disponibiliza a simulação para valores exatos, foi utilizado o valor de 12 m³, para um hotel, tipo comercial II.

Figura 18 – Simulação da conta mensal de água do hotel – Consumo de 12 m³
Realizando simulação de tarifa Categoria **Comercial II**, consumo de 12 M³

Composição do Valor da Conta - TARIFA					
.	Valor Básico Água	+ Valor Básico Esgoto	+ Consumo em M ³	+ Valor Esgoto (50% do consumo)	TOTAL DA CONTA
R\$	26,93	5,39	57,30	28,65	118,27

Detalhamento do Consumo em M ³							
Tipo	Consumo	Faixa 1	Faixa 2	Faixa 3	Faixa 4	Faixa 5	Faixa 6
C2	12	10	2				
R\$		47,40	9,90	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: DAEB (2021)

O valor da economia mensal da tarifa de água potável do hotel é de R\$ 59,40, redução de aproximadamente 40% no valor e o tempo de retorno é de 102 meses. Vale a pena ressaltar que esse valor não é fixo, pois o consumo de água do hotel pode variar de acordo com o número de hóspedes e o sistema pode se pagar em menos tempo.

O valor de *payback* obtido pode ser comparado com o valor obtido por Barbosa e Silva (2021) que propuseram um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis, analisando custos e a viabilidade de sua implantação em um hotel localizado no município de Jaraguá-GO. A economia anual da tarifa de água foi de R\$ 12.501,47 e o valor do investimento foi de R\$ 76.320,32 sendo possível chegar a um tempo de retorno do investimento, estimado em 83 meses.

Ambos os valores de *payback* são elevados, mas justificam o investimento a longo prazo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão de literatura mostrou que apesar de existir uma grande disponibilidade de recursos hídricos no Brasil, ele é mal distribuído e as regiões mais povoadas apresentam uma menor parcela de água acessível. Por isso, cada vez mais está sendo discutido, em todo o mundo, a importância do desenvolvimento sustentável e técnicas de economia de água. Essas técnicas estão sendo cada vez mais utilizadas, principalmente em regiões onde ocorre a escassez de água, como na cidade de Bagé, onde foi realizada essa monografia.

Os resultados obtidos com relação a consumo de água no hotel estudado, mostrou um consumo de 20 m³ mensais, e foram sugeridas muitas modificações para diminuir esse consumo, como uso de arejadores, troca de torneiras convencionais por torneiras com fechamento automático, uso de bacias sanitárias com caixas acopladas e um sistema de aproveitamento de água pluvial. Essas alterações geram uma economia no consumo de água em torno de 60% de toda a água consumida.

Também foi proposto a instalação de um sistema de aproveitamento de água pluvial. Primeiramente foi calculada a área do telhado onde será realizada a captação da água pluvial, chegando ao valor de 102,5 m². Após esse cálculo, as cisternas foram dimensionadas pelo método da NBR 15527, chegando ao valor de 5789,6 L e pelo método da Aquasave, que mostrou a viabilidade da instalação desse sistema.

Foi sugerido a implantação de um sistema com duas cisternas que deve ser instalado no terraço maior, e um sistema com uma cisterna que deve ser instalado no terraço menor. Ambos os terraços ficam localizados na cobertura do hotel.

O sistema proposto prevê a substituição do uso de água potável na lavanderia e na limpeza do hotel por água pluvial, totalizando a substituição de 8186 L mensais, gerando uma economia de 50% no valor da tarifa de água mensal

O valor de *payback* obtido é de 102 meses e o investimento no sistema é de R\$ 6090,00, justificando o investimento a longo prazo.

Quanto ao tratamento da água armazenada nas cisternas é necessário a colocação de pastilhas de cloro, dentro de um flutuador, do mesmo tipo dos utilizados em piscinas, em cada uma das cisternas. A cada 15 dias é necessário a colocação de novas pastilhas de cloro. A lavagem da parte interna das caixas d'água deve ser realizada anualmente e das calhas semestralmente.

Os objetivos propostos inicialmente foram atingidos e o resultado do reaproveitamento de água pluvial mostra resultados promissores em hotéis.

Os resultados obtidos nessa monografia serão passados para o proprietário do hotel e espera-se que o sistema de aproveitamento de água pluvial proposto seja instalado, assim como as sugestões de redução de consumo sejam seguidas e que o hotel consiga atingir uma elevada redução na tarifa mensal de água.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Os resultados promissores atingidos neste trabalho mostram que existem diversos caminhos a serem estudados nesta pesquisa como:

- Verificar a variação de consumo de água mês a mês para verificar a real taxa de retorno, *payback*;
- Acompanhar a instalação do sistema de aproveitamento de água pluvial desenvolvido nessa monografia, assim como as alterações propostas para redução de consumo de água potável;
- Verificar se a economia proposta foi atingida;
- Aplicar o método proposto em outros estabelecimentos comerciais, como escolas, universidades, academias, hospitais, dentre outros.

8.REFERÊNCIAS

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 15527 Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos – 2019 Disponível em: [https://pt.slideshare.net/ emsbarretos/nbr-15527-guadachuvaaproveitamentodecoberturasemreasurbanasparafinsnopotveisrequisitos](https://pt.slideshare.net/emsbarretos/nbr-15527-guadachuvaaproveitamentodecoberturasemreasurbanasparafinsnopotveisrequisitos) Acesso em: 22 jul. 2021

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 10844 Instalações prediais de água pluviais – 1989, Disponível em <https://ecivilufes.files.wordpress.com/2013/06/nbr-10844-1989-instalac3a7c3b5es-prediais-de-c3a1guas-pluviais.pdf> Acesso em: 22 jul. 2021

ALENCAR, A. Sofitel Guarujá Jequitimar reforça compromisso com desenvolvimento sustentável Disponível em: <https://www.revistahoteis.com.br/sofitel-guaruja-jequitimar-reforca-compromisso-com-desenvolvimento-sustentavel/> Acesso em: 22 ago. 2021.

AQUASAVE. Economia de Água. Disponível em: < <http://www.aquasave.com.br/>> Acessado em 2010.

BARBOSA, C. C. S.; SILVA, R. A. **Elaboração de um sistema de aproveitamento de água pluvial em um hotel na cidade de Jaraguá-GO.** 2021. TCC (Bacharel, Engenharia Civil) FACEG – FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA, Goiás, 2021.

BELLA CALHA Disponível em: <https://bellacalha.com.br> Acesso em: 22 ago. 2021.

BLUKIT, 2021 **Arejadores Blukit podem economizar até 100 litros de água ao lavar louças** Disponível em: <https://www.blukit.com.br/noticias/detalhe/arejadores-blukit-podem-economizar-at-100-litros-de-gua-ao-lavar-louas>. Acesso em: 14 set. 2021

BUCHMANN, J.; PROCHNOW, T.R. (2016) “Água, Agenda 21 e Você”: uma aula para despertar consciência e senso crítico frente questões ambientais. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS PARA O MEIO AMBIENTE, 5., 2016. Anais. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/319262649_Agua_Agenda_21_e_Voce_uma_aula_para_despertar_consciencia_e_senso_critico_frente_questoes_ambientais Acesso em: 14 mar. 2021

CARLON, M.R. **Percepção dos atores sociais quanto às alternativas de implantação de sistemas de captação e aproveitamento de água de chuva em Joinville – SC.** 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia do Meio Ambiente). Universidade do Vale do Itajaí, Joinville, 2005.

CARVALHO, R. S. **Potencial econômico do aproveitamento de águas pluviais: análise da implantação de um sistema para a região urbana de Londrina Apucarana – PR.** 2010 Monografia (Curso de Pós Graduação em Construção de Obras Públicas). Universidade Federal do Paraná, Apucarana, 2010.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB – **Águas interiores** – 2021 Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/o-problema-da-escasez-de-agua-no-mundo/>) Acesso em: 22 ago. 2021.

DAEB – Departamento de Água, Arroios e Esgoto de Bagé – Simulador da Tarifa de Água - Disponível em: <http://daeb.com.br/simulador/> Acesso em: 04 out. 2021.

FERNANDES, V.M.C. Padrões para reúso de águas residuárias em ambientes urbanos. **Simpósio Nacional sobre o uso de água na agricultura**, Vol 2, 2006. *Anais*. p. 17.

GOMES, M. A. F. A água nossa de cada dia. Bagé: Secretaria Municipal De Meio Ambiente, 2012

GNADLINGER, J. Tailândia para o Semiárido Brasileiro: Fatores de sucesso de um projeto de captação de Água de Chuva em larga escala, *Anais do 7º Simpósio de Captação e Manejo de Água de Chuva*, Caruaru, PE, 2009. CD Rom. Disponível em: http://www.abcmac.org.br/files/simposio/7simp_gnadlinger_tailandia.pdf Acesso em: 22 out. 2020.

HAFNER, A. V. **Conservação e Reuso de Água em Edificações - Experiências Nacionais e Internacionais**. 161 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio de Janeiro UFRJ, Rio de Janeiro, 2007 Disponível em: <https://docplayer.com.br/8755185-Conservacao-e-reuso-de-agua-em-edificacoes-experiencias-nacionais-e-internacionais-ana-vreni-hafner.html> Acesso em: 2 ago. 2021.

HESPANHOL, I. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos, 2008. *Estudos Avançados*, v. 22, n. 63, p. 131-158. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200009> Data de acesso 23 jun 2021

JESUS, C. M. **Estudo de caso: reaproveitamento de águas pluviais em edifício escolar – MG** 2013. Monografia (Monografia em especialização da construção civil). Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-9GMKPW> Acesso em: 9 ago. 2021.

Lei 10506 / 2008 Programa de conservação, uso racional e reaproveitamento das águas Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/rs/p/porto-alegre/lei-ordinaria/2008/1051/10506/lei-ordinaria-n-10506-2008-institui-o-programa-de-conservacao-uso-racional-e-reaproveitamento-das-aguas-2009-05-26-versao-consolidada> Data de acesso 23 jul 2021

Lei 13276/2002 Torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500 m². Disponível em: <https://leismunicipais>.

com.br/a/sp/s/sao-paulo/lei-ordinaria/2002/1327/13276/lei-ordinaria-n-13276-2002-torna-obrigatoria-a-execucao-de-reservatorio-para-as-aguas-coletadas-por-coberturas-e-pavimentos-nos-lotes-edificados-ou-nao-que-tenham-area-impermeabilizada-superior-a-500m Data de acesso 23/07/2021

Lei 1532 / 2019 Dispõe sobre a implantação de cisternas para captação, armazenamento e reaproveitamento das águas pluviais nos novos imóveis no estado do Rio de Janeiro Disponível em: <http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/scpro1923.ns/e00a7c3c8652b69a83256cca00646ee5/5d688c0681b5a0f083258494005c3ca0?OpenDocument> Data de acesso 23 jul 2021

LUNARDI, J.; RABAIOLLI, J. A.. Valorização e preservação dos recursos hídricos na busca do desenvolvimento rural sustentável. **Revista Okara: Geografia em Debate**, João Pessoa, v. 7, n. 1, p.44- 62, dez. 2013.

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 **Reúso de Água**. 2013, Barueri: Manole.

MANTELLI JÚNIOR, V. **Plano de negócios - Hotel do vale**. 2017. Plano de Negócios (Curso de pós graduação lato sensu MBA em gestão empreendedora de negócios). Centro Universitário, Lageado, 2017. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/1650/1/2017ValmorMantelliJunior.pdf> Data de acesso em: 21 jun. 2021.

MAY, S.; PRADO, R. T. A. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004.Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-02082004-122332/> >. Data de acesso em: 7 jul. 2021.

MERCADO PAGO Disponível em: https://lista.mercadolivre.com.br/torneira-de-fechamento-autom%C3%A1tico-por-presen%C3%A7a_Desde_51_OrderId_PRICE_NoIndex_True Data de acesso em: 1 out. 2021.

NASCIMENTO, E. A. A.; SANT'ANA D. Caracterização dos usos-finais do consumo de água em edificações do setor hoteleiro de Brasília. **Revista de Arquitetura da IMED**, v3, n.2, p.156-167. 2014.

OLIVEIRA, L.F. C. ; FIOREZE, A. P. Estimativas de vazões mínimas mediante dados pluviométricos na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara, Goiás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.15, n.1, p.9–15, 2011.Campina Grande. Disponível em: <http://www.agriambi.com.br>. Acesso: 15 jun.2021.

PAZ, V. P. da S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Comunicado Técnico-Recursos Hídricos, Agricultura Irrigada e Meio Ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.465-473. 2000.

PEREIRA JÚNIOR, A. C.; SILVA, R. N.; OLIVEIRA, R. Os limites pedagógicos do paradigma da qualidade total na educação. *In*: CONGRESSO DE INICIAÇÃO

CIENTÍFICA DA UFPe, 4., 1996, Recife. **Anais eletrônicos**[...]. Recife: UFPe, 1996. Disponível em: <http://www.propesq.ufpe.br/anais/anais/educ/ce04.htm>. Acesso em: 21 jun. 2021.

PINTO, H.S.; FARIA, I.D.; BAPTISTA, R.; KASSMAYER, K.; ABBUD, A.; PINTO, V.C. (2014) *A Crise Hídrica e suas Consequências*. Brasil: Núcleo de Estudo e Pesquisas, Senado Federal. p32.

PINHEIRO, J. L. A. **Hotelaria: um estudo de caso da rede Othon de hotéis..** 2002. Dissertação (Curso de mestrado em administração pública) Fundação Getúlio Vargas – FGV, Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10438/3548> Acesso em: 10 set. 2021.

POUSADA, André; PINZAN, Edson; SUGIYAMA, Maristela de S. G. **Uso e reuso da água em São Paulo: uma reflexão para o lazer e o turismo.** In: DOWBOR, Ladislau (Org.); TAGNIN, Renato Arnaldo (Org.). *Administrando a água como se fosse importante: gestão ambiental e sustentabilidade*. São Paulo: Ed. Senac, 2005. Disponível em: [.htm](#). Acesso em: 21 jun. 2021.

PROSAB. “Uso Racional da Água em Edificações”. *Tecnologias de Segregação e Tratamento de Esgotos Domésticos na Origem, Visando a Redução do Consumo de Água e da Infra-Estrutura de Coleta, Especialmente nas Periferias Urbanas*. Instituições Participantes UFES, UFSC, UNICAM, IPT. Aparelhos Sanitários Economizadores. IPT. Ricardo Franci Gonçalves (Coord.). Vitória – ES. 1ª Edição. Rio de Janeiro, 2006

SANTOS, S. P. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em escola da rede pública no município de Ajuricaba-RS..** 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Ciências Contábeis). UNIJUI Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2010. Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/664/TCC%20Final%20Sandra.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Data de acesso em: 10 set. 2021.

SILVA, A. M. *Gestão de conflitos pelo uso da água em bacias hidrográficas urbanas*. 2003. 151 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal do Pará, Belém, 2003. Disponível em: http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/20111670/1/Dissertacao_GestaoConflitosUso.pdf Acesso em: 10 jun 2021

SILVA, M. R. M. *Identificação da ocorrência de estiagens em Bagé (RS) entre 1961 e 2009*. 2010. 83 f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Instituto de Geociências – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010 Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/25963/000755524.pdf?sequence=1> Acesso em: 22 jun 2021

TOLENTINO, T. M. M. **Estudo de Propostas para o Uso Eficiente da Água.** 2011. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG). Escola de Engenharia da UFMG, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em:

https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9A3G8D/1/estudo_de_propostas_para_o_uso_racional_e_eficiente_da_gua.pdf
Data de acesso em: 21 set. 2021.

TOMAZ, Plinio. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. São Paulo: Navegar, 2003.

TOMÉ, L. M. Panorama do setor hoteleiro no Brasil. **Caderno Setorial ETENE**. Ano 4, nº 93, 2019. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/documents/80223/5851169/93_Hoteis.pdf/2adcad1e-1ce3-8fe8-50bd-9af7aa0099cf Acesso em: 10 ago 2021

VARALLO, Antonio C. T., CARVALHO, Letícia; SANTORO, Bruno L.; SOUZA, Claudinei F.. Alterações nos atributos de um Latossolo-Vermelho-amarelo irrigado com água de reuso. **Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.4, p.372–377, 2010, p. 372-377. Disponível em: http://www.scielo.br/readcube/epdf.php?doi=10.1590/S1415-43662010000400005&pid=S141543662010000400005&pdf_path=rbeaa/v14n4/v14n04a05.pdf&lang=pt. Acesso em: 10 jun 2021

WERNECK, G. A. M.; BASTOS, L. E. G. A Água da Chuva Como Fonte de Recursos Hídricos para as Escolas de Barra do Piraí e os Reflexos para o Sistema Municipal de Abastecimento. CLACS' 04 – I Conferencia Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 11º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo - SP, Anais....CD Rom, 2006.

World Business Council for Sustainable Development – WBCSD – Water Version 2, Facts and Trends. 2005.

WWF Brasil, 2021. **Da teoria à prática** Disponível em: https://www.wwf.org.br/participe/porque_participar/sustentabilidade/ Acesso em: 10 jun 2021