

DANIEL RAMOS MENDES

**ANÁLISE CRÍTICA DO USO DA ÁGUA NAS NOVAS CONSTRUÇÕES  
BRASILEIRAS UTILIZANDO OS REQUISITOS DA CERTIFICAÇÃO LEED BD+C**

São Paulo

2024

DANIEL RAMOS MENDES

**ANÁLISE CRÍTICA DO USO DA ÁGUA NAS NOVAS CONSTRUÇÕES  
BRASILEIRAS UTILIZANDO OS REQUISITOS DA CERTIFICAÇÃO LEED BD+C**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da  
Universidade de São Paulo para obtenção do título de  
Especialista em Gestão de Projetos na Construção.

Área de Concentração: Gestão de Projetos na  
Construção.

Orientador: Professor Dr. Marcelo de Andrade  
Romero

São Paulo

2024

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

#### Catálogo-na-publicação

Mendes, Daniel Ramos

Análise crítica do uso da água nas novas construções brasileiras utilizando os critérios das certificações LEED / D. R. Mendes - São Paulo, 2024.

76 p.

Monografia (Especialização em Gestão de Projetos na Construção) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Poli-Integra.

1.Sustentabilidade 2. LEED 3. Certificação 4. Água 5. Universidade de São Paulo 6. Escola Politécnica 7. Poli-Integra

II.t.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus pela minha vida e pelas oportunidades pessoais e profissionais.

Agradeço aos meus pais, Celina e Manoel por todo carinho, cuidado e ensinamentos. Eles são a base da minha evolução como ser humano.

Agradeço a minha esposa Gilmara, por tudo que faz por nossa família, por sempre acreditar e me incentivar a evoluir profissionalmente e por estar ao meu lado em todos os momentos da vida.

Gostaria de agradecer também todos os profissionais com quem já trabalhei, profissionais com quem trabalho e a todos os professores que em algum momento da minha vida compartilharam suas experiências e conhecimentos que sem dúvida foram muito importantes para os meus momentos de resiliências e construção da minha vida até aqui.

Agradecer e parabenizar os professores do Curso de Gestão Projetos na Construção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e em especial ao Professor Dr. Marcelo de Andrade Romero que me orientou e me incentivou para a construção desta monografia.

Destaco também Edson e Márcia da coordenação do curso que sempre nos deram todo o suporte e possibilidade de desenvolvermos nosso melhor.

“Se você faz tudo sempre igual é seguro que nunca se perca, mas é possível que nunca se ache” (Sergio Vaz, 2014).

## RESUMO

Este trabalho introduz a importância crucial da água como recurso natural para o planeta, destacando o impacto do crescimento populacional no uso acelerado e, muitas vezes irresponsável, desse recurso, resultando em pressões sobre todas as fontes de água do planeta e sobre como as mudanças climáticas, como eventos extremos de chuva e seca estão preocupando a todos no nosso planeta.

Diante desse contexto, as novas construções buscam aprimorar seus métodos de projeto e execução por meio da adoção de certificações de sustentabilidade. Este trabalho concentra-se na análise do uso da água em novas construções brasileiras, especificamente por meio dos requisitos da certificação LEED BD+C: Nova Construção (LEED BD+C: New Construction).

Este trabalho explora os fundamentos da certificação, abordando sua definição, origem e propósito. Ele discute o surgimento da certificação, seus locais de origem e os motivos que impulsionaram sua criação. Além disso, analisa em detalhes o funcionamento do processo de certificação, descrevendo suas tipologias, áreas de aplicação, categorias, níveis de certificação e critérios de pontuação.

A análise se concentra nas tipologias de Espaço Sustentável (Sustainable Sites - SS) no que diz respeito ao crédito de Gestão de Águas Pluviais (SS Credit: Rainwater Management) e Eficiência do Uso da Água (Water Efficiency - WE), no que diz respeito aos Créditos WE: Redução do Uso da Água Exterior (Outdoor Water Use Reduction), Redução do Uso de Água no Interior (Indoor Water Use Reduction), Uso de Água Torre de Resfriamento (Cooling Tower Water Use) e Medição de Água (Water Metering).

Foram examinadas as exigências de cada crédito e avaliada a disponibilidade de soluções e tecnologias no mercado brasileiro, considerando aspectos como tipos de soluções disponíveis, origem (nacional ou importada), custos associados e tempo médio necessário para implementação.

Os resultados demonstram que o mercado brasileiro é capaz de atender aos requisitos da certificação LEED nas categorias Espaço Sustentável (Sustainable Sites - SS) e Eficiência do Uso da Água, estabelecidos pelo Manual LEED v4 para Projeto e Construção de Edifícios (Building Design and Construction) (2014), onde no decorrer do trabalho são citadas as possíveis soluções/tecnologias que estão disponíveis no mercado.

Foi constatado que há uma ampla variedade de fornecedores, oferecendo soluções/tecnologias e produtos, sejam nacionais ou importados. Apesar dos custos iniciais geralmente serem elevados, o prazo relativamente curto de implementação, combinado com um planejamento eficiente da infraestrutura e a conformidade com as normas brasileiras específicas, resultam em uma adesão viável a essas soluções/tecnologias e produtos. O retorno financeiro a médio prazo torna-se um fator determinante na transformação dessas adesões em investimentos sustentáveis.

Este estudo ressalta a importância da certificação LEED ou até mesmo outras certificações na promoção de práticas sustentáveis que beneficiam tanto a preservação do meio ambiente quanto a busca pela autossuficiência financeira.

Por meio da análise detalhada apresentada nesta monografia, abre-se a possibilidade de estabelecer uma base sólida para futuras investigações em diversas áreas de interesse. No campo de Pesquisas Futuras são referenciadas algumas pesquisas subsequentes que podem enriquecer ainda mais o entendimento sobre o tema abordado.

## **ABSTRACT**

This work introduces the crucial importance of water as a natural resource for the planet, highlighting the impact of population growth on the accelerated and often irresponsible use of this resource, resulting in pressures on all water sources on the planet, as well as how climate change, such as extreme rainfall and drought events, is concerning everyone on our planet.

In this context, new constructions seek to enhance their design and execution methods through the adoption of sustainability certifications. This work focuses on analyzing water usage in new Brazilian constructions, specifically through the requirements of the LEED BD+C: New Construction certification.

This study explores the fundamentals of certification, addressing its definition, origin, and purpose. It discusses the emergence of certification, its places of origin, and the reasons that drove its creation. Additionally, it extensively analyzes the certification process, describing its typologies, application areas, categories, certification levels, and scoring criteria.

The analysis concentrates on Sustainable Sites (SS) typologies regarding Rainwater Management (SS Credit) and Water Efficiency (WE) credits, including Outdoor Water Use Reduction, Indoor Water Use Reduction, Cooling Tower Water Use, and Water Metering. The requirements of each credit were examined, and the availability of solutions and technologies in the Brazilian market was evaluated, considering aspects such as types of available solutions, origin (national or imported), associated costs, and average implementation time.

The results demonstrate that the Brazilian market is capable of meeting the LEED certification requirements in the Sustainable Sites (SS) and Water Efficiency categories, as established by the LEED v4 Manual for Building Design and Construction (2014), where possible solutions/technologies available in the market are mentioned throughout the study.

It was found that there is a wide variety of suppliers offering solutions/technologies and products, whether national or imported. Despite the generally high initial costs, the relatively short implementation period, combined with efficient infrastructure planning and compliance with specific Brazilian standards, results in a viable adoption of these solutions/technologies and products. Medium-term financial returns become a determining factor in transforming these adoptions into sustainable investments.

This study emphasizes the importance of LEED certification or even other certifications in promoting sustainable practices that benefit both environmental preservation and the pursuit of financial self-sufficiency.

Through the detailed analysis presented in this monograph, the possibility of establishing a solid foundation for future investigations in various areas of interest is opened. In the field of Future Research, some subsequent studies are referenced that could further enrich the understanding of the topic addressed.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma da Pesquisa.....	25
Figura 2 – Tipologias da Certificação LEED.....	29
Figura 3 – Áreas da Certificação LEED.....	30
Figura 4 – Pré-requisitos e Créditos da Certificação.....	30
Figura 5 – Níveis da Certificação LEED.....	31
Figura 6 - Funcionamento de uma ETAP (Estação de Tratamento de Água Pluvial) .....	35
Figura 7 - Funcionamento de uma ETAP (Estação de Tratamento de Água Pluvial) .....	36
Figura 8 - Sistema de irrigação de jardim vertical por gotejamento.....	38
Figura 9 – Jardim Vertical.....	39
Figura 10 - Sistema de irrigação de jardim vertical por aspersão.....	40
Figura 11 - Sistema de irrigação de jardim vertical por aspersão.....	40
Figura 12 - Sistema de irrigação de jardim vertical por aspersão.....	41
Figura 13 - Restritores de vazão.....	43
Figura 14 - Restritor de vazão em chuveiros.....	43
Figura 15- Restritor de vazão em pias ou lavatórios.....	44
Figura 16 - Torneira inteligente com temporizador.....	45
Figura 17 - Torneira inteligente com temporizador.....	45
Figura 18 - Vaso sanitário com descarga reduzida e duplo acionamento.....	46
Figura 19 - Vaso sanitário com descarga reduzida e duplo acionamento.....	47
Figura 20 – Recirculador de Água Quente.....	48
Figura 21 – Recirculador de Água Quente (Esquema).....	48
Figura 22 - Funcionamento de uma ETAC (Estação de Tratamento de Água Cinza) .....	49
Figura 23 - Funcionamento de uma ETAC (Estação de Tratamento de Água Cinza) .....	50
Figura 24 - Exemplo esquemático de uma torre de resfriamento de água.....	52
Figura 25 - Exemplo de um gráfico de medição e monitoramento inteligente de água.....	53

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Pontos por reduzir o uso da água.....	42
Quadro 1 - Concentrações máximas para parâmetros na água do condensador.....	50
Quadro 2 - Pontos para ciclos da torre de resfriamento.....	51

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Profissões.....	58
Gráfico 2 – Tecnologias nacionais ou importadas .....	58
Gráfico 3 – Custo.....	59
Gráfico 4 – Tempo de instalação.....	59
Gráfico 5 – Tecnologias nacionais ou importadas .....	60
Gráfico 6 – Custo.....	60
Gráfico 7 – Tempo de instalação.....	61
Gráfico 8 – Tecnologias nacionais ou importadas .....	61
Gráfico 9 – Custo.....	62
Gráfico 10 – Tempo de instalação.....	62
Gráfico 11 – Tecnologias nacionais ou importadas .....	63
Gráfico 12 – Custo.....	63
Gráfico 13 – Tempo de instalação.....	64
Gráfico 14 – Tecnologias nacionais ou importadas .....	64
Gráfico 15 – Custo.....	65
Gráfico 16 – Tempo de instalação.....	65

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

LEED - Leadership in Energy and Environmental Design

USGBC - US Green Building Council

BD+C - Building Design + Construction

ID+C - Interior Design + Construction

O+M - Operation + Maintenance

ND - Neighborhood

LT - Location and Transportation

SS - Sustainable Sites

WE - Water Efficiency

EA - Energy and Atmosphere

MR - Materials and Resources

EQ - Indoor Environmental Quality

IN - Innovation in Design

RP - Regional Priorities

LWR - Landscape Water Requirement

EPA - Environmental Protection Agency

ETAP - Estação de Tratamento de Água Pluvial

ETAC - Estação de Tratamento de Esgoto Cinza

ETE - Estação de Tratamento de Esgoto Negro

EUA - Estados Unidos da América

## **PORQUE FALAR SOBRE A ÁGUA?**

Eu como autor desta monografia, escolhi abordar o tema da água devido a sua importância crucial para a sobrevivência humana. Embora sempre tenha sido um assunto relevante, a humanidade agora enfrenta uma realidade alarmante, com preocupações crescentes que podem ter consequências desastrosas.

É essencial chamar a atenção para o fato de que a falta de consciência sobre a reutilização desse recurso impactará a nossa geração e as futuras.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18</b>
1.1	APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	18
1.2	OBJETIVOS.....	19
1.3	JUSTIFICATIVA.....	19
1.4	ESTRUTURA DA MONOGRAFIA .....	20
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>22</b>
2.1	IMPORTÂNCIA DA ÁGUA.....	22
2.2	BENEFÍCIOS DAS CERTIFICAÇÕES.....	24
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA DE PESQUISA .....</b>	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>CERTIFICAÇÃO LEED.....</b>	<b>28</b>
4.1	O QUE É A CERTIFICAÇÃO LEED?.....	28
4.2	ONDE E PORQUE SURTIU A CERTIFICAÇÃO LEED? .....	28
4.3	COMO É ESTRUTURADA A CERTIFICAÇÃO LEED? .....	29
<b>5</b>	<b>USO DA ÁGUA NA CERTIFICAÇÃO LEED .....</b>	<b>32</b>
5.1	CRÉDITO IP: PROCESSO INTEGRADO (IP CREDIT: INTEGRATIVE PROCESS).....	32
5.1.1	Análise do Crédito .....	32
5.2	CRÉDITO SS: AVALIAÇÃO DO TERRENO (SS CREDIT: SITE ASSESSMENT) .....	33
5.2.1	Análise do Crédito: .....	33
5.3	CRÉDITO SS: GESTÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS (SS CREDIT: RAINWATER MANAGEMENT) .....	34
5.3.1	Análise do Crédito .....	34
5.4	CRÉDITO WE: REDUÇÃO DO USO DE ÁGUA EXTERIOR (WE CREDIT: OUTDOOR WATER USE REDUCTION) .....	36
5.4.1	Análise do Crédito .....	37
5.5	CRÉDITO WE: REDUÇÃO DO USO DE ÁGUA NO INTERIOR (WE CREDIT: INDOOR WATER USE REDUCTION).....	41

5.5.1	Análise do Crédito .....	42
5.6	CRÉDITO WE: USO DE ÁGUA DE TORRE DE RESFRIAMENTO (WE CREDIT: COOLING TOWER WATER USE) .....	50
5.6.1	Análise do Crédito .....	51
5.7	CRÉDITO WE: MEDIÇÃO DE ÁGUA (WE CREDIT: WATER METERING) .....	52
5.7.1	Análise do Crédito .....	53
<b>6</b>	<b>LEVANTAMENTO DE DADOS PRIMÁRIOS.....</b>	<b>54</b>
6.1	CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES .....	54
6.2	RESULTADOS DA ENTREVISTA .....	54
	Entrevista com CEO, juntamente com o coordenador projetista de sistemas hidráulicos de um escritório de projetos. ....	54
6.2.1	Gestão de Águas Pluviais (Estação de Tratamento de Esgoto).....	54
6.2.2	Redução do Uso da Água do Exterior (Sistema de Irrigação Automatizado).....	55
6.2.3	Redução do Uso de Água do Interior (Torneiras Automatizadas, Descargas de Duplo Acionamento, Estação de Tratamento de Esgoto). ....	55
6.2.4	Uso de Água de Torre de Resfriamento (Sistemas de Tratamento Químico, Análise e Controle de Qualidade Água, Sistemas de Filtração da Água). ....	56
6.2.5	Medição de Água (Medição Remota, Sensores de Vazamento, Sistema de Automação do Consumo).....	57
6.3	RESULTADO DO QUESTIONÁRIO .....	58
6.3.1	Qual é a sua profissão?.....	58
6.3.2	Gestão de Águas Pluviais .....	58
6.3.3	Redução do Uso da Água do Exterior.....	60
6.3.4	Redução do Uso de Água do Interior.....	61
6.3.5	Uso de Água de Torre de Resfriamento.....	63
6.3.6	Medição de Água.....	64
<b>7</b>	<b>DIAGNÓSTICO .....</b>	<b>66</b>
7.1	GESTÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS .....	66
7.1.1	Estações de Tratamento de Águas Pluviais (ETAP).....	66
7.2	REDUÇÃO DO USO DA ÁGUA DO EXTERIOR .....	66
7.2.1	Sistemas de Irrigação Automatizado .....	66

7.3	REDUÇÃO DO USO DA ÁGUA NO INTERIOR .....	67
7.3.1	Restritores de Vazão para Chuveiros e Torneiras, Torneiras Inteligentes, Bacias Sanitárias com Descarga Reduzida e Duplo Acionamento e Sistema de Recirculação de Água Quente.....	67
7.3.2	Estações de Tratamento de Águas Cinzas (ETAC) .....	67
7.4	USO DE ÁGUA DE TORRE DE RESFRIAMENTO .....	68
7.4.1	Sistemas de tratamento químico, análise e controle de qualidade água, sistemas de filtração da água.....	68
7.5	MEDIÇÃO DA ÁGUA.....	68
7.5.1	Sistemas de medição remota, sensores de vazamento e sistema de automação do consumo.....	68
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>69</b>
<b>9</b>	<b>PESQUISAS FUTURAS.....</b>	<b>71</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>72</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA

A água talvez seja o mais importante recurso natural do planeta. É fonte de vida para as espécies animais e vegetais, se faz necessário seu uso diário, seja, para higiene pessoal ou para a alimentação, além da extrema importância para fabricação e construção de produtos de forma geral (indústrias de todos os segmentos).

O crescimento populacional, principalmente nas grandes cidades, contribuiu para o uso de forma acelerada e irresponsável da água, o que acabou pressionando os recursos hídricos em todo o planeta.

Porém, nas últimas décadas já vem existindo uma preocupação com o uso irresponsável e com a escassez da água, principalmente nas regiões onde a reserva é bem limitada.

O Brasil é um país privilegiado por possuir a maior reserva de água doce do planeta, correspondendo a aproximadamente 12% de toda reserva mundial. Entretanto, mesmo com esse privilégio, o Brasil tem enfrentado por mais de uma década, desafios significativos relacionados à escassez de chuvas e grandes períodos de seca, fenômenos climáticos causados pelo efeito estufa.

Esse tipo de mudança climática compromete as reservas hídricas do Brasil, afetando tanto o sistema de abastecimento de água potável quanto o sistema de abastecimento de energia elétrica, predominantemente proveniente de usinas hidrelétricas, que representam cerca de 70% da energia produzida no Brasil.

Entrando no campo das novas construções ou retrofits das edificações, as certificações de sustentabilidade se tornaram muito importantes, sendo um caminho sem volta para atender estes novos padrões de construção. Dessa forma, elas representam um papel fundamental para o futuro do planeta e para as futuras gerações.

Devido a essa nova realidade, as certificações ganharam muita força no mercado brasileiro da construção civil e é necessário fazer uma análise de como o nosso mercado da construção civil está respondendo a essa necessidade de atender aos requisitos das certificações de sustentabilidade.

Assim, este trabalho se propõe a apresentar uma análise crítica do uso da água nas novas construções brasileiras, utilizando os requisitos da certificação LEED BD+C: Nova Construção (LEED BD+C: New Construction)”.

## **1.2 OBJETIVOS**

O objetivo deste trabalho é identificar nos créditos da certificação LEED, referentes ao uso da água, a existência de soluções/ tecnologias para atendimento dos créditos no mercado brasileiro. Consiste também em avaliar a disponibilidade e usabilidade dessas soluções/ tecnologias.

## **1.3 JUSTIFICATIVA**

A escolha da certificação LEED para este trabalho, se dá por se tratar de uma certificação muito conhecida mundialmente, além de ser referência em vários países.

Esta certificação é muito usada no Brasil e por estar padronizada para a realidade da construção brasileira, mostraremos através de uma análise crítica se o mercado brasileiro consegue atender aos créditos relacionados ao uso da água.

## 1.4 ESTRUTURA DA MONOGRAFIA

A pesquisa foi estruturada em 5 capítulos:

**Capítulo 1 – Introdução:** Contextualiza sobre a importância da água no planeta e apresenta o tema proposto (Análise Crítica do Uso da Água nas Novas Construções Brasileiras utilizando os Requisitos da Certificação LEED BD+C ou Building Design + Construction (Novas Construções e Grandes Reformas). Este capítulo apresenta os objetivos, justifica e mostra como será a estrutura deste trabalho.

**Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica:** Explora a contribuição de teorias de outros autores de monografia sobre a importância do uso da água e os benefícios associados ao uso das certificações de sustentabilidade. Este capítulo fundamenta a importância para essa análise crítica seja realizada.

**Capítulo 3 – Metodologia de Pesquisa:** Este capítulo descreve a abordagem metodológica adotada para o desenvolvimento deste trabalho, fundamentada na documentação da certificação LEED, bem como pesquisas com fornecedores de soluções/ tecnologias e com profissionais projetistas para o segmento de sistemas hidráulicos, engenheiros, arquitetos e construtores.

**Capítulo 4 – Certificação LEED:** Apresenta uma abordagem mais detalhada sobre a certificação, descrevendo o que é, onde e como surgiu a certificação LEED, como são classificadas suas categorias, tipologias, áreas, níveis, pontuações e quais são os pré-requisitos e créditos para as áreas de Espaço Sustentável (Sustainable Sites – SS) e Eficiência do uso da água (Water Efficiency – WE).

Neste capítulo também apresenta as possíveis soluções dos pré-requisitos e créditos para a Espaço Sustentável (Sustainable Sites – SS) e Eficiência do uso da água (Water Efficiency – WE) e apresenta uma análise crítica sobre do uso da água para novas construções (New Construction), abordando sobre a aquisição, custo e tempo de instalação dessas soluções/ tecnologias para atendimento da certificação.

**Capítulo 6 – Levantamento dos Dados Primários:** Este capítulo mostra como foi coletado algumas respostas com profissionais da construção civil em relação do comportamento do mercado brasileiro sobre o atendimento dos créditos da certificação LEED para o uso da água.

**Capítulo 7 – Diagnóstico:** Apresenta as análises finais sobre as soluções/ tecnologias baseadas nas informações coletadas através dos levantamentos de dados primários.

**Capítulo 8 – Considerações finais:** Consolida os resultados, destaca os principais pontos e apresenta qual é a conclusão final deste trabalho e aponta perspectivas para futuras investigações ou análises neste relevante tema.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 IMPORTÂNCIA DA ÁGUA

Como destacado na introdução deste trabalho, a água talvez seja o mais crucial recurso natural do nosso planeta. Conforme ressaltado por (Leite, 2011, p. 11)

“Um dos recursos naturais mais importantes para a sobrevivência da humanidade é a água doce. Somente 0,3% da água existente no planeta está disponível para o consumo humano. A manutenção deste recurso passa pelo seu uso responsável na agricultura e indústria, aumento do índice de tratamento de esgotos, redução da impermeabilização do solo nas grandes cidades e utilização de equipamentos que permitem a redução do consumo nos edifícios.”

(Silva, 2015, p12) destaca que

“As primeiras formas de vida surgiram nos oceanos há cerca de quatro milhões de anos. Nesse sentido, compreende-se que a água torna-se fundamental para a sobrevivência, porque é um recurso natural único, em que todas as formas de vida dependem desta, inclusive do homem.

O crescimento das grandes cidades resultou no o uso em grandes volumes exacerbado da água doce, sobrecarregando as fontes hídricas. “A água, entre os insumos necessários para o desenvolvimento socioeconômico das nações é, sem dúvida, o principal insumo a ser considerado no desenvolvimento sustentável” (Oliveira *et al.*, 2007, p. 6).

Nas últimas décadas o planeta tem demonstrado grande preocupação com o uso indiscriminado e com a escassez da água. “As preocupações sobre sua escassez são crescentes, desde a década de 1980, com a expansão da produção de bens e o crescimento demográfico, passou se a demandar excessivos volumes desse recurso” (Pereira, 2018, p.14).

De acordo com (Martins, 2014, p.015)

“Diante dessa situação, é necessária uma mudança no comportamento da população, pois muitas regiões já estão presenciando o agravamento da escassez de água. Acredita-se que uma alternativa para tentar solucionar o problema de diminuição e/ou falta de água disponível para uso humano seja a educação das novas gerações.”

Segundo (Silveira; Oliveira, 2019, p.12)

“A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, reunida em Estocolmo de 5 a 16 de junho de 1972 com os chefes de Estado, reconhecida como um marco nas tentativas de melhorar as relações do homem com o meio ambiente, declarou que “os países em desenvolvimento devem dirigir seus esforços para o desenvolvimento, tendo presente suas prioridades e a necessidade de salvaguardar e melhorar o meio ambiente.”. Bem como, coloca, em seu Princípio 3, que “Deve-se manter, e sempre que possível, restaurar ou melhorar a capacidade da terra em produzir recursos vitais renováveis.” (BRASIL, 1972).

Ainda, de acordo com (Tamaki; Gonçalves, 2004 *apud* Pereira, 2018, p. 14) “Como reflexo várias ações vêm sendo tomadas para sua conservação, no Brasil e no mundo, e tem envolvido os meios técnico e acadêmico, empresas e prestadores de serviços com grande abrangência.”

E as certificações de sustentabilidade para as novas construções e retrofits ganharam força e reconhecimento no meio da construção civil devido a importância de usarmos nossos recursos naturais com responsabilidade para conservarmos esses mesmos recursos do nosso planeta para as gerações futuras.

Ainda segundo (Oliveira *et al.*, 2007, p. 6)

“Na indústria da construção, em especial, na fase de operação dos edifícios, a água é responsável por significativa parcela do impacto sobre o meio ambiente. As perdas de água nos sistemas prediais, devido à má qualidade de materiais e de componentes e de procedimentos relacionados ao uso da água inadequados, resultam em maiores volumes de consumo e de insumos necessários para o tratamento de água e de esgoto, além da degradação ambiental para a produção desses insumos.”

(Rocha, 2021, p. 27 *apud* USGBC, 2019) reforça sobre ainda mais sobre a redução dos volumes dos rios e aquíferos que

“Tipicamente, a maioria dos ciclos de água dos prédios escoam fora do terreno com o esgoto. Em nações desenvolvidas, água potável geralmente vem de uma fonte pública de água longe do terreno, e o esgoto que sai do terreno deve ser levado a um processamento para ser despejado em um corpo d’água distante, esse sistema reduz o fluxo em rios e esgota os aquíferos de água potável, causando a queda dos níveis de água.”

## **2.2 BENEFÍCIOS DAS CERTIFICAÇÕES**

Como observado em outros trabalhos ao longo dos anos, a construção civil ainda se mantém como uma das atividades econômicas mais importantes, contribuindo para a geração de milhares de empregos.

Porém, essa atividade se caracteriza pelo alto consumo de matéria prima e geração de resíduos com descartes muitas vezes não controlados.

“A construção civil se caracteriza pela sua enorme importância, em termos econômicos e sociais, e, também, por ser um dos setores que mais agride o meio ambiente” (Rodrigues, 2020, p.8).

Repensar a maneira de construir é importante e urgente, e as certificações de sustentabilidade tornaram se um elemento crucial para que edificações sejam o mais alto sustentáveis possível, não somente em termos ambientais, mas econômicos também.

Conforme (Leite, 2011 *apud* Longuinho, 2021 p.21)

“Os benefícios de se ter uma edificação certificada são mais notáveis a longo prazo, como a redução do consumo de água e energia. Além disso, as empresas certificadas também possuem vantagens como empreendimentos diferenciados, maior potencial de atingir novos mercados e a redução de custos da produção.”

(Rocha, 2016, p.1) observa que

“Atualmente estão disponíveis no Brasil diversas certificações para edificações, inclusive algumas desenvolvidas no próprio país. O Brasil é o quinto país no mundo em número de certificações LEED (USGBC, 2015). A sustentabilidade no mercado da construção no Brasil tem crescido nos últimos anos, apesar das dificuldades encontradas no país como a falta de cultura e de preparo dos agentes da construção civil, com relação à sustentabilidade.”

E mesmo com ainda falta de cultura e preparo de alguns agentes que fazem parte do meio da construção civil, mencionado acima, as certificações emergiram como uma tendência no mercado brasileiro.

Esse movimento acaba não se limitando somente na questão ambiental, mas também é impulsionado pelos incentivos fiscais e pela compreensão de parte da população sobre os benefícios das edificações certificadas.

Em fevereiro de 2024, o USGBC (US Green Building Council), responsável pela certificação LEED, divulgou uma publicação sobre o ranking dos 10 países que estão fazendo avanços significativos no desenvolvimento de construções e operações de edifícios sustentáveis. O Brasil manteve-se na quinta colocação, ficando atrás de China, Canadá, Índia e Turquia.

Vendo essa publicação, é uma excelente notícia saber que o Brasil permanece entre os 5 países que estão comprometidos e preocupados com o meio ambiente ao usar as certificações de sustentabilidade.

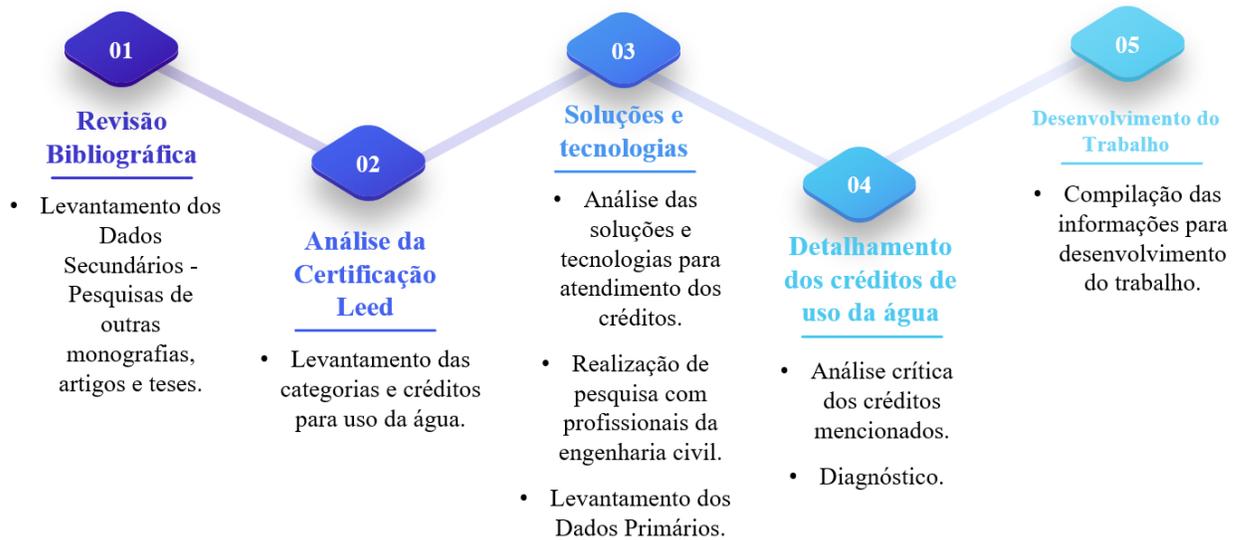
O LEED utiliza um sistema único de aplicação para todo o mundo. (Rech *et al.*, 2018) observa que

“Como forma de proporcionar o intercâmbio e o desenvolvimento técnico entre os diferentes países, foi criado o LEED International Roundtable. Formado por um grupo de 38 organizações, a maioria dos quais representam um país onde está presente e atuante através de seus Green Building Councils locais.”

Isso gera discussões de ganho de conhecimento e aplicação de soluções de forma global.

### 3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Figura 1 – Fluxograma da Pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor

A metodologia de pesquisa aplicada neste trabalho foi iniciada a partir da revisão bibliográfica de levantamentos secundários realizados em outros estudos que destacam a importância da água no planeta.

O levantamento secundário também focou nos benefícios das certificações de sustentabilidade, demonstrando que a certificação está bem estabelecida no mercado brasileiro e como a certificação LEED é estruturada através de sua aplicação em outros trabalhos.

A revisão bibliográfica também abordou um levantamento das áreas e créditos para o uso da água, com ênfase na tipologia Novas Construções e Grandes Reformas. Foram destacadas as áreas Espaço Sustentável (Sustainable Sites – SS) e Eficiência do uso da água (Water Efficiency – WE), identificando quais são esses créditos e seus respectivos requisitos.

Após organizar as categorias e créditos, através de pesquisas e o próprio conhecimento do autor deste trabalho, foram identificadas possíveis soluções e tecnologias. Em seguida, foram realizadas entrevistas com os profissionais do segmento da construção civil para avaliar a

viabilidade de aquisição, custo e tempo dessas soluções e tecnologias, complementando o levantamento secundário com informações mais específicas.

Com base nas respostas dos questionários, juntamente com as pesquisas de internet, fornecedores e o próprio conhecimento do autor deste trabalho, foi desenvolvido uma análise crítica dos critérios de viabilidade de aquisição, custo e tempo. Posteriormente, foi elaborado um diagnóstico baseado nos créditos referentes.

Após a coleta de todas as informações mencionadas, o trabalho foi desenvolvido e estruturado neste documento.

## **4 CERTIFICAÇÃO LEED**

### **4.1 O QUE É A CERTIFICAÇÃO LEED?**

O Leadership in Energy and Environmental Design ou LEED (em português significa Liderança em Energia e Design Ambiental), é um Sistema internacional de certificação e orientação ambiental para edificações utilizado em mais de 160 países e possui o intuito de incentivar a transformação dos projetos, obra e operação das edificações, sempre com foco na sustentabilidade de suas atuações.

É um sistema de classificação que mede a sustentabilidade de edifícios e estruturas. O sistema de classificação leva em consideração o impacto ambiental do edifício durante todo o seu ciclo de vida, desde o projeto e construção até a operação e manutenção.

### **4.2 ONDE E PORQUE SURTIU A CERTIFICAÇÃO LEED?**

A certificação foi criada em 1993 nos Estados Unidos da América, pela United States Green Building Council (USGBC, organização sem fins lucrativos criada em 1992 por Rick Fedrizzi, David Gottfried e Mike Italiano).

Surgiu com o objetivo de promover e fomentar práticas de construções sustentáveis, assim, atestar a responsabilidade social de uma empresa, junto da eficiência dos processos produtivos e da redução de impactos ambientais, trazendo vantagens como valorização da construção, melhoria na qualidade de vida do usuário e menores custos de manutenção.

Foi criada por diversos aspectos, entre eles: reconhecer a liderança ambiental na indústria da construção, definir edifícios verdes, estimular a concorrência verde, sensibilizar a sociedade para os benefícios das construções sustentáveis e transformar o mercado de construção.

Assim, exercendo influência significativa na indústria da construção civil, incentivando a adoção de práticas mais responsáveis no setor.

### 4.3 COMO É ESTRUTURADA A CERTIFICAÇÃO LEED?

Esta certificação é estruturada através de um sistema de pontuação para todos os edifícios e pode ser aplicado a qualquer momento no empreendimento, conforme será explicado abaixo:

O LEED possui 4 tipologias que consideram as diferentes necessidades para cada tipo de empreendimento.

Figura 2 – Tipologias da Certificação LEED



Fonte: Elaborado pelo autor

As tipologias acima analisam 8 áreas:

Figura 3 – Áreas da Certificação LEED



Fonte: Green Building Council Brasil (2024)

Essas 8 áreas possuem pré-requisitos e créditos:

Figura 4 – Pré-requisitos e Créditos da Certificação LEED



Fonte: Green Building Council Brasil (2024)

A pontuação total pode atingir até 110 pontos para todas as tipologias. Sendo obtida à medida que o empreendimento aplicar os créditos sugeridos pelo LEED. Essa pontuação é categorizada em 4 níveis abaixo:

Figura 5 – Níveis da Certificação Leed



Fonte: Gracon Llc (S. d.)

O principal objetivo desse sistema de certificação é promover a redução do consumo de água, energia, redução das emissões de CO<sub>2</sub> e resíduos de descarte, sendo os pilares de principais da certificação LEED.

## **5 USO DA ÁGUA NA CERTIFICAÇÃO LEED**

A eficiência do uso da água é a principal preocupação e adoção de soluções para a sustentabilidade das construções de edifícios no mundo.

As construções brasileiras também tem se preocupado em adotar soluções/ tecnologias para melhor usar e reusar a água doce de forma mais responsável possível, mesmo com o volume hídrico abundante disponível.

Neste capítulo serão abordados os créditos necessários relacionado as áreas do Processo Integrativo (Integrative Process - IP), Espaços Sustentável (Sustainable Sites – SS) e Eficiência do Uso da Água (Water Efficiency – WE) e serão destacadas soluções/ tecnologias utilizadas no mercado brasileiro e será analisado a viabilidade de aquisição dessa solução/ tecnologia para o uso dos respectivos créditos.

### **5.1 CRÉDITO IP: PROCESSO INTEGRADO (IP CREDIT: INTEGRATIVE PROCESS)**

A certificação menciona apoiar resultados de projetos econômicos de alto desempenho do projeto por meio de uma análise prévia dos inter-relacionamentos entre sistemas.

#### **5.1.1 Análise do Crédito**

Para os sistemas relacionados ao uso da água é possível e muito válido avaliar quais os volumes de consumo de água necessários para projeto e assim definir as melhores soluções possíveis para essa redução de consumo de água potável e assim alcançar as metas de economia e de sustentabilidade.

Essas soluções envolvem qualquer tipo de ação que reduza a utilização de consumo de água e reduza o escoamento de água para as galerias pluviais e esgoto.

Como aproveitar a permeabilidade do solo, arquitetura que projete e considere materiais que gerem menos calor no ambiente interno para melhor eficiência do sistema de ar condicionado, utilizar sistemas de placas solares para o pré-aquecimento da água quente, adoção do reuso da água para fins de não consumo humano, desenvolvimento do projeto hidráulico eficiente em conjunto com a arquitetura que reduza o máximo possível a energia elétrica da edificação. São sinergias entre sistemas e disciplinas do projeto que podem aumentar o desempenho da nova construção.

## **5.2 CRÉDITO SS: AVALIAÇÃO DO TERRENO (SS CREDIT: SITE ASSESSMENT)**

A certificação menciona avaliar as condições do terreno antes do projeto para verificar as opções sustentáveis e informar decisões relacionadas ao projeto do terreno.

### **5.2.1 Análise do Crédito:**

Para o uso da água, mais uma vez é possível e de muita inteligência de projeto fazer uma avaliação da hidrologia do terreno entender as possíveis soluções de reuso da água e posteriormente definir qual a solução/ tecnologia adequada conforme é mostrado neste trabalho.

Esses 2 primeiros créditos mostram que um projeto integrado entre sistemas juntamente com a avaliação dos recursos naturais que a própria natureza oferece são soluções/ tecnologias que aumentam o desempenho e eficiência da nova construção.

### **5.3 CRÉDITO SS: GESTÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS (SS CREDIT: RAINWATER MANAGEMENT)**

A certificação menciona que o objetivo deste crédito é reduzir o volume de escoamento superficial e melhorar a qualidade da água, replicando a hidrologia natural e o balanço hídrico do terreno, com base em condições históricas e ecossistemas não desenvolvidos na região, podendo obter de 1 a 3 pontos.

#### **5.3.1 Análise do Crédito**

É viável promover a diminuição do escoamento superficial e aprimorar a qualidade da água por meio do desenvolvimento sustentável, atenuando possíveis impactos adversos das novas construções. Essa meta pode ser alcançada através do aumento de pavimentos permeáveis, adoção de telhados verdes, instalação de cisternas de retenção de escoamento e implementação de Estações de Tratamento de Águas Pluviais (ETAPs) que são sistemas de filtragem que permitem o reuso dessas águas. Esse tipo de solução contribui significativamente para reduzir ou retardar o escoamento da água para as galerias pluviais.

Em áreas urbanas extensas, a redução ou retardamento do escoamento de água para as galerias pluviais é de grande importância devido às extensas áreas de cobertura impermeável. Nesse contexto de análise, destaca-se o papel das ETAPs, tecnologia que já é adotada no mercado brasileiro, com a presença de fornecedores nacionais, o que facilita sua aquisição. O custo dessa tecnologia é mediano para alto, mas torna-se vantajoso ao longo do tempo, graças ao retorno gerado pela economia de água. Além de aliviar a sobrecarga nas galerias pluviais das grandes cidades e minimizar o risco de enchentes, a economia financeira é um benefício significativo para os usuários.

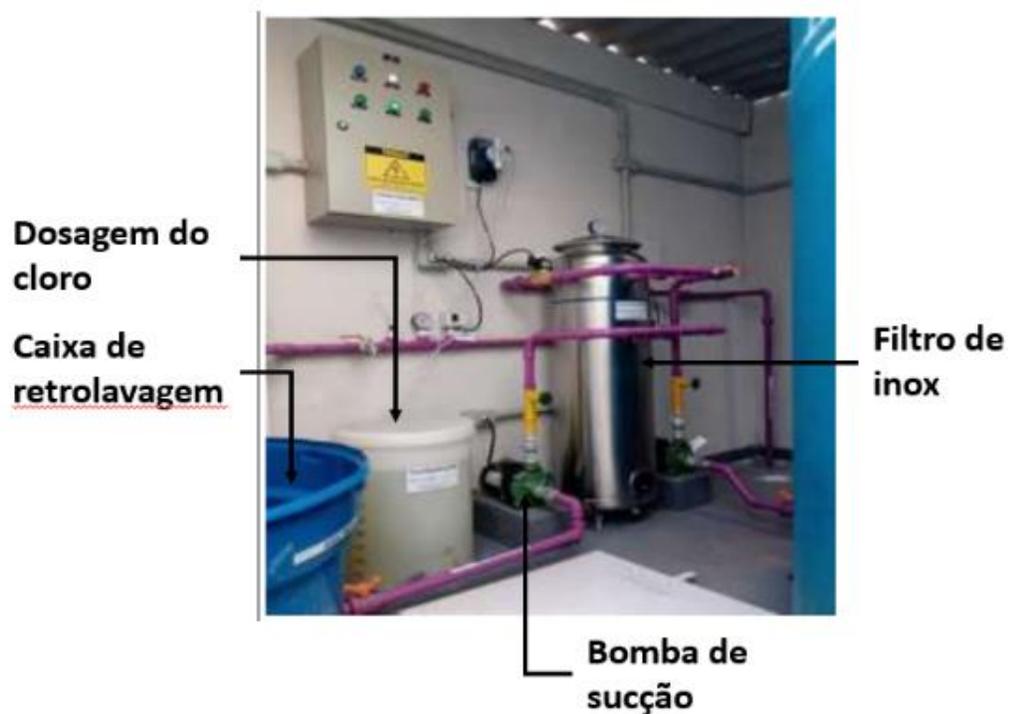
Para otimizar a eficácia dessa tecnologia, é essencial que a edificação proposta tenha um projeto de infraestrutura bem dimensionado e eficiente, em conformidade com as normas vigentes

e requisitos do sistema, facilitando e otimizando sua instalação que a torna relativamente rápida em comparação com o período de obra das novas construções.

O tratamento das águas pluviais visa seu reaproveitamento em atividades como irrigação de jardins, lavagens de garagens, pisos, calçadas e limpezas em geral. Esse ciclo se faz pela coleta preferencial das águas pluviais provenientes das coberturas de edifícios ou por meio de sistemas de drenagem subterrânea, que podem emergir em solos.

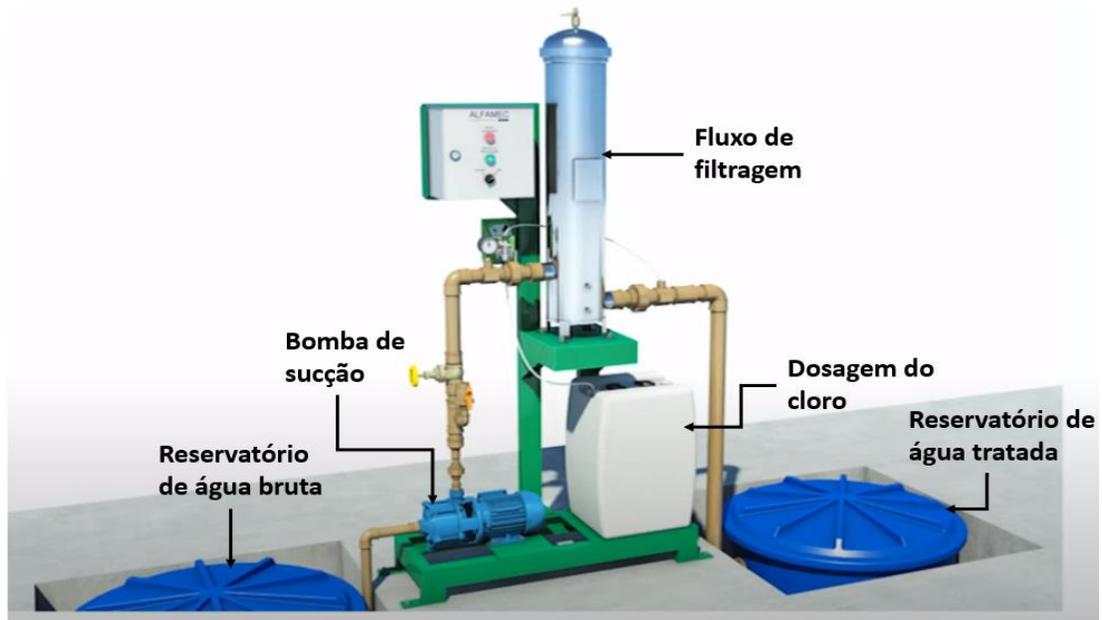
A água é tratada por meio de sistemas de filtragem e desinfecção, embora seu reuso não seja destinado ao consumo humano. Essa prática resulta na redução do consumo de água potável e otimiza o recurso hídrico para usos mais nobres, principalmente no consumo humano.

Figura 6 - Funcionamento de uma ETAP (Estação de Tratamento de Água Pluvial)



Fonte: NeoAcqua (2024).

Figura 7 - Funcionamento de uma ETAP (Estação de Tratamento de Água Pluvial)



Fonte: Alfamec (2024).

#### 5.4 CRÉDITO WE: REDUÇÃO DO USO DE ÁGUA EXTERIOR (WE CREDIT: OUTDOOR WATER USE REDUCTION)

A certificação menciona que o objetivo deste crédito é reduzir significativamente o uso da água em paisagismos e áreas externas. Este objetivo pode ser alcançado por meio de duas opções principais, cada uma oferecendo uma abordagem distinta para a gestão eficiente da água:

Opção 1: Eliminação do sistema de irrigação

Pontuação: 2 pontos (padrão), 1 ponto para Unidades de Saúde.

Descrição: Esta opção foca na eliminação do uso de sistemas de irrigação permanentes, demonstrando que o projeto paisagístico não requer irrigação além de um período inicial de no máximo dois anos. O foco é incentivar o desenvolvimento de paisagismos resilientes e autossuficientes, minimizando a dependência de irrigação artificial.

Opção 2: Irrigação reduzida

Pontuação: 1 a 2 pontos (padrão), 1 ponto Unidades de Saúde.

Descrição: Reduzir a demanda de água para paisagismo (Landscape Water Requirement – LWR) em pelo menos 50% em relação à baseline calculada para o mês com pico de irrigação do terreno. As reduções devem ser obtidas através da seleção criteriosa de espécies vegetais adaptadas ao clima local e sistemas de irrigação de alta eficiência. O cálculo para esta redução deve ser realizado na ferramenta de orçamento de água WaterSense da Agência de Proteção Ambiental (Environmental Protection Agency – EPA) dos EUA, que permite uma estimativa precisa do consumo de água. Além disso, é possível obter reduções adicionais de até 30% com qualquer combinação de eficiência, fontes de água alternativas e tecnologias inteligentes de programação da irrigação.

#### **5.4.1 Análise do Crédito**

Em conjunto com a seleção criteriosa de espécies vegetais que demandam menos irrigação, a adoção de sistemas de irrigação automatizados surge como uma tecnologia eficaz para gerenciar o uso da água em áreas verdes e jardins. Atualmente, os dois tipos mais utilizados encontrados nas novas construções são os sistemas de irrigação por gotejamento e por aspersão. Independentemente do modelo escolhido, a sustentabilidade da irrigação é otimizada quando integrada a um sistema de reuso de água e quando se utiliza automação para controlar o tempo, o volume e a área de irrigação para cada espécie vegetal ou área verde.

No mercado brasileiro, há uma variedade de fornecedores que facilitam a aquisição e instalação desses sistemas, embora os custos possam variar conforme a necessidade e o tipo de automação selecionado, porém em comparação a outros sistemas ou equipamentos utilizados nas edificações, o custo se torna acessível.

Quando a edificação proposta tem um projeto de infraestrutura bem dimensionado e eficiente, em conformidade com as normas vigentes e requisitos do sistema a ser implementado, facilita e otimiza sua instalação que torna relativamente rápida.

Sendo assim, os benefícios em termos de controle e monitoramento do uso da água justificam os investimentos necessários.

A seguir, será abordado o funcionamento dos sistemas de irrigação por gotejamento e por aspersão.

#### 5.4.1.1 Irrigação por Gotejamento

O sistema de irrigação por gotejamento é uma modalidade localizada, em que os gotejadores são posicionados próximos às plantas. Esse método permite a irrigação da planta sem molhar sua folhagem, direcionando a água exclusivamente para o solo. Esse sistema é ideal para jardins verticais ou canteiros menores, especialmente quando há grande quantidade de plantas. Para jardins verticais, é necessário um estudo de projeto por um profissional especializado, considerando não apenas a irrigação, mas também a instalação de um sistema de drenagem do solo.

Figura 8 - Sistema de irrigação de jardim vertical por gotejamento



Fonte: Research Gate (2016).

Figura 9 – Jardim Vertical



Fonte: Irrigar (2017).

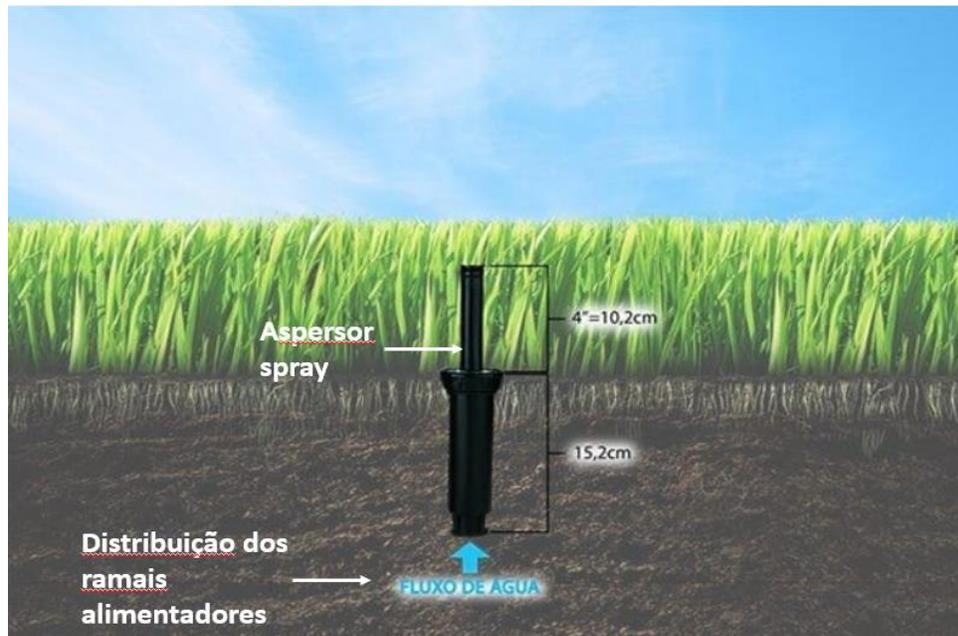
#### **5.4.1.2 Irrigação por Aspersão**

Existem dois tipos principais:

1. Irrigação por Aspersão Convencional: Este método simula uma chuva artificial, com um aspersor que lança água no ar, transformando-a em gotículas que caem sobre o solo e as plantas. É adequado para grandes áreas de jardim.

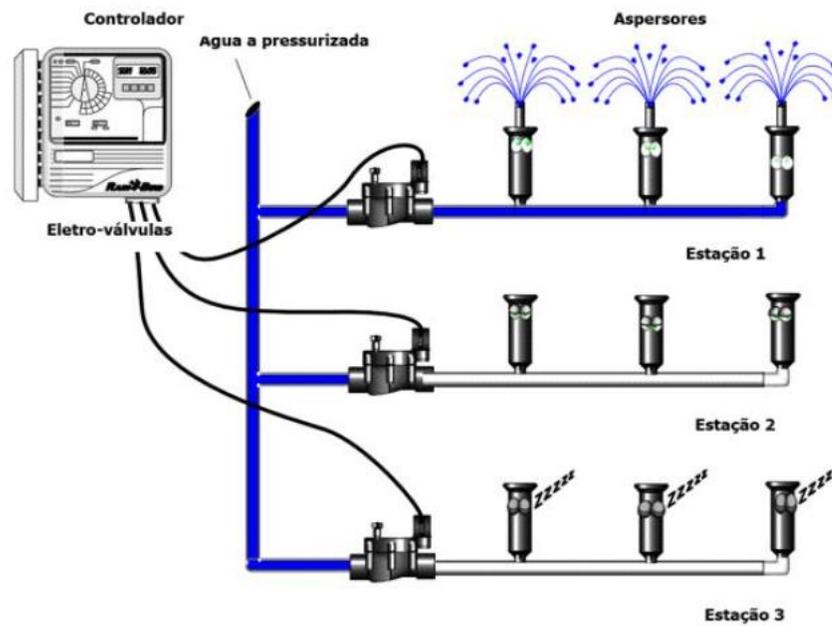
2. Microaspersão: Este método também simula uma chuva artificial, mas com jatos de água mais suaves e uniformes, tornando-o mais econômico em termos de consumo de água. Geralmente utilizado em áreas menores ou onde a irrigação frequente é necessária.

Figura 10 - Sistema de irrigação de jardim vertical por aspersão



Fonte: Agroclique (2021).

Figura 11 - Sistema de irrigação de jardim vertical por aspersão



Fonte: Agroclique (2021).

Figura 12 - Sistema de irrigação de jardim vertical por aspersão



Fonte: Agroclique (2021).

### **5.5 CRÉDITO WE: REDUÇÃO DO USO DE ÁGUA NO INTERIOR (WE CREDIT: INDOOR WATER USE REDUCTION)**

A certificação menciona que o objetivo deste crédito é reduzir ainda mais o uso de água de dispositivos e conexões em relação à baseline calculada no Pré-requisito WE: Redução do Uso da Água no Interior (WE Prerequisite: Indoor Water Use Reduction). O propósito é incentivar práticas que promovam economia adicional de água potável, permitindo a utilização de fontes alternativas quando possível. É fundamental incluir todos os dispositivos e conexões necessários para atender às necessidades dos ocupantes do espaço. Alguns desses dispositivos e conexões podem ficar fora do espaço do inquilino (Interiores Comerciais) ou além do limite do projeto (Nova Construção). Os pontos para este crédito são concedidos de acordo com a Tabela 1 (Pontos para reduzir o uso de água), em anexo:

Quadro 1. Pontos por reduzir o uso da água

Porcentagem de redução	Pontos (BD&C)	Pontos (Escolas, Lojas de Varejo, Hospedagem, Unidades de Saúde)
25%	1	1
30%	2	2
35%	3	3
40%	4	4
45%	5	5
50%	6	

Fonte: Manual LEED v4 para Projeto e Construção de Edifícios (Building Design and Construction) (2014).

### 5.5.1 Análise do Crédito

A eficácia na implementação de dispositivos hidráulicos desempenha um papel crucial na redução do consumo de água em edificações. Isso envolve a adoção de torneiras e chuveiros equipados com restritores de vazão, bacias sanitárias de descarga reduzida e sistemas de duplo acionamento e sistema de recirculação de água quente. Além disso, o uso de estações de tratamento de esgoto para águas cinzas (provenientes de máquinas de lavar, chuveiros e pias de banheiro) ou águas negras (originárias de vasos sanitários) proporciona uma abordagem integrada e sustentável, conferindo um valor excepcional às construções modernas.

A seguir, vamos explorar detalhadamente esses dispositivos de controle, economia e reuso de água:

### 5.5.1.1 Restritores de Vazão para Chuveiros e Torneiras:

Os restritores de vazão são eficientes para controlar pressões excessivas, proporcionando uma economia significativa, especialmente em chuveiros, onde a redução no consumo pode atingir até 50%.

Figura 13: Restritores de vazão



Fonte: Casa Mimosa (2023).

Figura 14: Restritor de vazão em chuveiros



Fonte: Casa Mimosa (2023).

Figura 15: Restritor de vazão em pias ou lavatórios



Fonte: Casa Mimosa (2023).

#### 5.5.1.2 Torneiras Inteligentes:

Esses dispositivos, acionados por uma leve pressão manual, ajustam automaticamente a saída de água por alguns segundos, garantindo uma economia de até 40% no consumo durante a lavagem das mãos. Ideal para locais com grande fluxo de pessoas, como shoppings, bares, restaurantes, clubes e escritórios, mas também adequado para uso doméstico.

Existem uma grande gama de produtos, sendo nacionais e importados e o custo pode variar de acordo com os modelos.

Figura 16: Torneira inteligente com temporizador



Fonte: Blukit (2023).

Figura 17: Torneira inteligente com temporizador



Fonte: Blukit (2023).

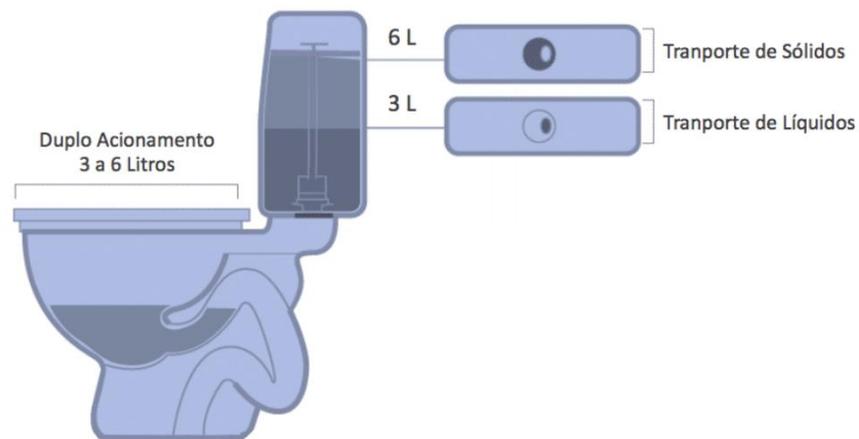
### 5.5.1.3 Bacias Sanitárias com Descarga Reduzida e Duplo Acionamento:

Essas bacias sanitárias representam uma contribuição valiosa para o controle do uso de água. Um estudo realizado pela professora Lúcia Helena de Oliveira, do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Epusp - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 2007, analisou os padrões médios de consumo de água desses dispositivos, revelando que o sistema de descarga dual (6/3 litros) resultou em uma impressionante redução de 18% em comparação com os modelos de descarga única de 6 litros.

O mercado oferece uma vasta seleção de bacias sanitárias, sendo nacionais e importados e o custo pode variar de acordo com os modelos.

Ao optar por tecnologias que promovem o uso eficiente da água, não apenas está atendendo os créditos da certificação LEED, mas também está contribuindo de maneira significativa para a mitigação dos impactos ambientais associados ao consumo excessivo de água.

Figura 18: Vaso sanitário com descarga reduzida e duplo acionamento



Fonte: Live Você Apto (2015).

Figura 19: Vaso sanitário com descarga reduzida e duplo acionamento



Fonte: Astra (2018).

#### **5.5.1.4 Sistema de Recirculação de Água Quente:**

O sistema de recirculação de água quente desempenha um papel muito importante para o sistema de aquecimento de água de passagem, afim de evitar o desperdício de água totalmente desnecessário.

É de extrema importância pensar nesse tipo de solução/ tecnologia para o aquecimento de água, pois o sistema evita o desperdício de água fria que fica parada nas tubulações e que é descartada sem utilidade até que a água quente chegue aos pontos de uso, seja, torneiras ou chuveiros.

Figura 20: Recirculador de Água Quente



Fonte: Rinnai (2024).

Figura 21: Recirculador de Água Quente (Esquema)



Fonte: Hidrogás (2017).

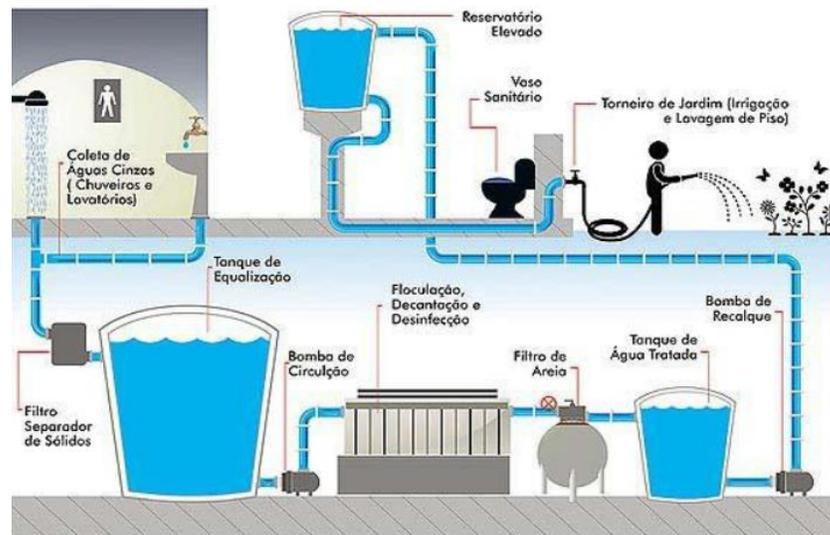
### 5.5.1.5 ETE Compactas:

As Estações de Tratamento de Esgoto Compactas são uma solução eficaz, podendo ser destinadas ao tratamento de esgoto cinza, chamada de ETAC (Estação de Tratamento de Esgoto Cinzas - originado de máquinas de lavar, chuveiros e pias de banheiro) ou negro, chamada de ETE (Estão de Tratamento de Esgoto Negro - relativo a vasos sanitários). Para novas construções, o tratamento compacto de esgoto cinza (ETAC) é uma opção viável em termos de custo e viabilidade técnica, demandando uma menor complexidade de tratamento em comparação ao esgoto negro (ETE).

Devido à sua natureza de efluentes predominantemente líquidos, com baixa carga orgânica, essas ETACs compactas resultam em instalações menores. O efluente tratado pode ser reutilizado em descargas de bacias sanitárias e mictórios, contribuindo para a sustentabilidade e aliviando a pressão sobre as redes de esgoto e estações de tratamento nas cidades, tanto grandes quanto pequenas. O custo dessa tecnologia é relativamente alto, mas torna-se vantajoso ao longo do tempo, graças ao retorno gerado pela economia de água.

A adoção integrada dessas práticas representa um passo significativo em direção à gestão responsável da água nas edificações, promovendo eficiência, economia e um impacto positivo no meio ambiente.

Figura 22: Funcionamento de uma ETAC (Estação de Tratamento de Água Cinza)



Fonte: Eco Sustentável (2021).

Figura 23: Funcionamento de uma ETAC (Estação de Tratamento de Água Cinza)



Fonte: Alfamec (2023).

## 5.6 CRÉDITO WE: USO DE ÁGUA DE TORRE DE RESFRIAMENTO (WE CREDIT: COOLING TOWER WATER USE)

A certificação menciona que o objetivo deste crédito é conservar a água usada para reposição da torre de resfriamento enquanto se controla micróbios, corrosão e crostas no sistema de água no condensador.

Quadro 1. Concentrações máximas para parâmetros na água do condensador

Parâmetro	Nível máximo
Ca (como CaCO <sub>3</sub> )	1000 ppm
Alcalinidade	1000 ppm
SiO <sub>2</sub>	100 ppm
Cl	250 ppm
Condutividade	2000 µS/cm

ppm = partes por milhão

µS/cm = micro siemens por centímetros

Fonte: Manual LEED v4 para Projeto e Construção de Edifícios (Building Design and Construction) (2014).

Quadro 2. Pontos para ciclos da torre de resfriamento

<i>Ciclos da torre de resfriamento</i>	<i>Pontos</i>
Número máximo de ciclos alcançados do sistema de água do condensador (até filtração nem afetar a operação do sistema de água do condensador (até no máximo 10 ciclos)	1
Alcançar no mínimo 10 ciclos aumentando o nível de tratamento na água do condensador ou de reposição OU Cumprir com número mínimo de ciclos para obter 1 ponto e usar no mínimo 2% de água reciclada não potável	2

Fonte: Manual LEED v4 para Projeto e Construção de Edifícios (Building Design and Construction) (2014).

### 5.6.1 Análise do Crédito

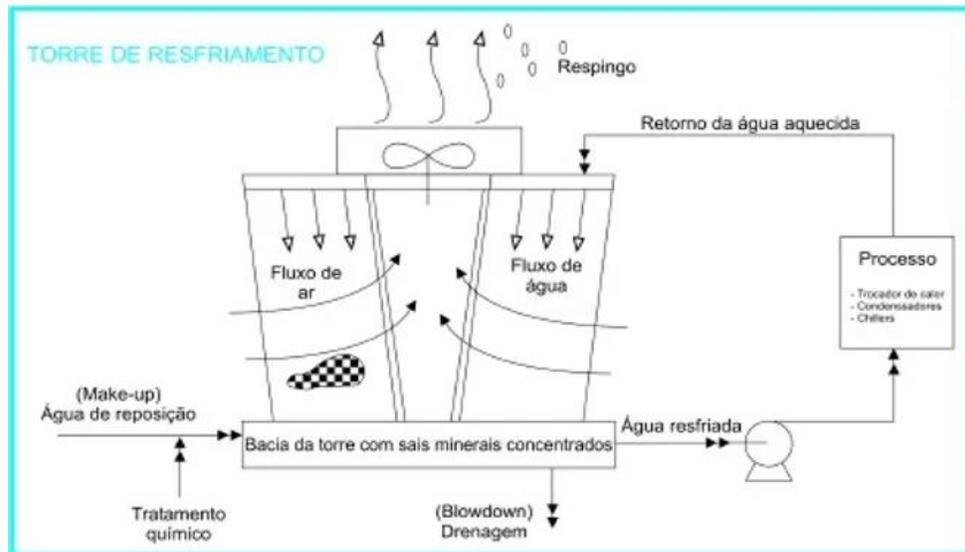
A eficácia do controle de qualidade da água em torres de resfriamento pode ser substancialmente melhorada por meio da implementação de sistemas de tratamento de controle da saturação e químico da mesma. Monitorar a qualidade da água é de extrema importância para prevenir a corrosão e incrustação na torre de resfriamento. Além disso, a utilização de sistemas de filtração altamente eficientes é crucial para eliminar partículas sólidas e impurezas presentes na água. A adoção de práticas regulares de manutenção e adoção de monitoramento, equipamentos automatizados e análises laboratoriais contribui significativamente para verificar e manter a qualidade da água em padrões aceitáveis.

A integração desses sistemas de controle e tratamento não apenas aprimora a qualidade da água, mas também prolonga os ciclos de concentração de água na torre de resfriamento, assim atendendo as exigências dos créditos da certificação LEED.

Existem empresas brasileiras e estrangeiras que atendem o mercado brasileiro e fornecem esse tipo de demanda, sendo o que pode variar são as necessidades, expertise técnica ou capacidade de atendimento, os custos que são relativamente altos, devido a isso, é importante um bom trabalho sobre a qualidade e preservação da água para compensar os custos.

Essa extensão pode resultar em melhorias substanciais, podendo atingir até 2 pontos, conforme indicado na Tabela 2 anexa, referente aos pontos para ciclos da torre de resfriamento e com certeza influencia no consumo de água, viabilizando os custos de tratamento e monitoramento.

Figura 24: Exemplo esquemático de uma torre de resfriamento de água



Fonte: Stella Ar (2013).

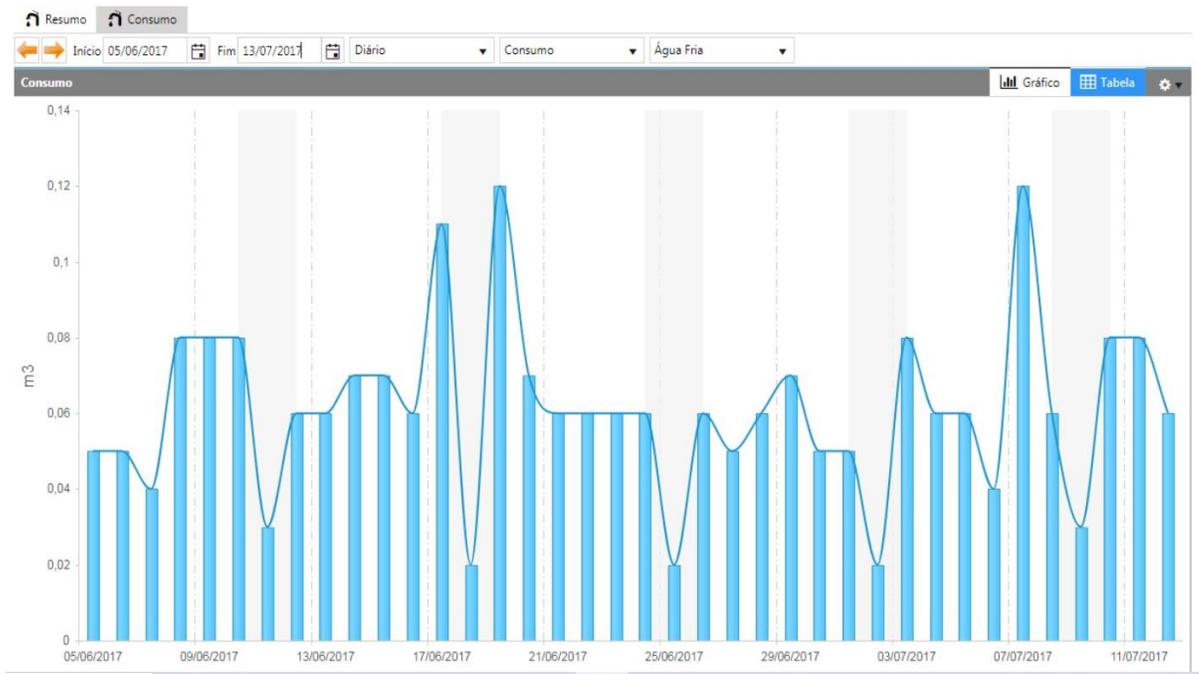
## 5.7 CRÉDITO WE: MEDIÇÃO DE ÁGUA (WE CREDIT: WATER METERING)

A certificação menciona que o objetivo deste crédito é apoiar a gestão da água e identificar oportunidades de economias adicionais de água rastreando o consumo de água.

### 5.7.1 Análise do Crédito

É possível atender este crédito identificando as oportunidades de economias adicionais através do monitoramento e rastreamento do consumo de água, conhecida como gestão inteligente da água. Essa prática envolve o uso de tecnologias e sistemas para coletar dados, identificar padrões de consumo e implementar estratégias eficientes do seu uso através da utilização de sistemas de medição remota, sensores de vazamento, sistemas de automação, além de efetuar a análise dos dados coletados e chegar na melhor solução de redução do consumo de água. Existe uma boa oferta de fornecedores no mercado brasileiro e com isso o custo se torna muito mais acessível, porém cada necessidade, tamanho e complexidade da edificação pode variar esse custo. Isso vale para o tempo de instalação do sistema. Como mencionado em outras soluções anteriores para o melhor uso da água, a economia diária dará retorno do investimento em período mediano.

Figura 25: Exemplo de um gráfico de medição e monitoramento inteligente de água



Fonte: Live T. (2024).

## **6 LEVANTAMENTO DE DADOS PRIMÁRIOS**

### **6.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES**

Foram entrevistados cerca de onze profissionais do setor da construção civil, entre os perfis escolhidos estão: um CEO e um coordenador projetista de sistemas hidráulicos de um grande escritório de projetos, um fornecedor de tecnologia para estações de tratamento de águas pluviais e esgoto, engenheiros e arquitetos.

A pesquisa foi enviada para grupos profissionais de WhatsApp, grupos profissionais do LinkedIn e para contatos do meu grupo de relacionamento profissional.

Esses profissionais foram selecionados por atuarem diretamente no setor da construção civil e, conseqüentemente, vivenciarem diariamente o ambiente de desenvolvimento de projetos e construção. As perguntas foram elaboradas com o objetivo de viabilizar e estabelecer parâmetros para a conclusão da análise crítica dos créditos da certificação LEED relacionados ao uso da água.

### **6.2 RESULTADOS DA ENTREVISTA**

Entrevista com CEO, juntamente com o coordenador projetista de sistemas hidráulicos de um escritório de projetos.

#### **6.2.1 Gestão de Águas Pluviais (Estação de Tratamento de Esgoto).**

No Brasil:

1. Existem equipamentos/ tecnologias disponíveis?

Sim, existem algumas ETAPS, que são basicamente compostas por um sistema de bombeamento e filtragem por filtro cartucho.

Existem ainda filtro de pé coluna que imitam filtros Vortex, para instalações mais simples.

2. Qual facilidade ou dificuldade de aquisição de equipamentos/ tecnologias?

De acesso fácil via internet.

3. Qual é o custo de implementação de equipamentos/ tecnologias?

Custo depende da capacidade, mas são relativamente baratos, considerando o retorno pelo custo x benefício da água economizada.

4. Qual é o tempo de implantação de equipamentos/ tecnologias?

Implantação rápida, para sistemas onde já exista previsão da infraestrutura.

### **6.2.2 Redução do Uso da Água do Exterior (Sistema de Irrigação Automatizado).**

No Brasil:

1. Existem equipamentos/ tecnologias disponíveis?

Sim, vários fornecedores (principal – rain bird)

2. Qual facilidade ou dificuldade de aquisição de equipamentos/ tecnologias?

Internet.

3. Qual é o custo de implementação de equipamentos/ tecnologias?

Relativamente barato, o custo aumenta de acordo com o nível de automatização requerido.

4. Qual é o tempo de implantação de equipamentos/ tecnologias?

Implantação rápida, equipamentos de pronta entrega e de fácil montagem.

### **6.2.3 Redução do Uso de Água do Interior (Torneiras Automatizadas, Descargas de Duplo Aacionamento, Estação de Tratamento de Esgoto).**

No Brasil:

1. Existem equipamentos/ tecnologias disponíveis?

Ampla disponibilidade para descargas *dual flux* e bombas de pressurização, valido para todos os itens a seguir.

Para estações de tratamento de esgoto que são mais específicas, devendo o assunto ser dividido em estações de tratamento de esgoto cinza (ETAC) e esgoto negro (ETE).

2. Qual facilidade ou dificuldade de aquisição de equipamentos/ tecnologias?

ETAC – Existem poucas compactas importadas;

ETE – O processo pode ser químico ou biológico, sendo necessário projeto específico, as ETEs de processo químico são mais eficazes para utilização em edifícios, mas tem custos mais elevados e poucos fornecedores com essa tecnologia no Brasil (misque).

3. Qual é o custo de implementação de equipamentos/ tecnologias?

Dependem da capacidade (m<sup>3</sup>/dia) e da tecnologia empregada.

4. Qual é o tempo de implantação de equipamentos/ tecnologias?

Da ordem de 240 dias;

#### **6.2.4 Uso de Água de Torre de Resfriamento (Sistemas de Tratamento Químico, Análise e Controle de Qualidade Água, Sistemas de Filtração da Água).**

No Brasil:

1. Existem equipamentos/ tecnologias disponíveis?

Falando especificamente de torres, existem torres, de circuito aberto fechado e hibrido;

Existem diversas empresas que fazem o controle da qualidade da água, utilizada no processo das torres de resfriamento em circuito aberto que são mais sensíveis a esse fator.

2. Qual facilidade ou dificuldade de aquisição de equipamentos/ tecnologias?

Torres de circuito aberto são mais comuns, a torres de circuito fechado são mais raras e geralmente com tecnologia importada.

3. Qual é o custo de implementação de equipamentos/ tecnologias?

Variável de acordo com a capacidade, material e tecnologia empregada.

4. Qual é o tempo de implantação de equipamentos/ tecnologias?

Da ordem de 90 dias, para circuito aberto e 240 para circuito fechado.

### **6.2.5 Medição de Água (Medição Remota, Sensores de Vazamento, Sistema de Automação do Consumo).**

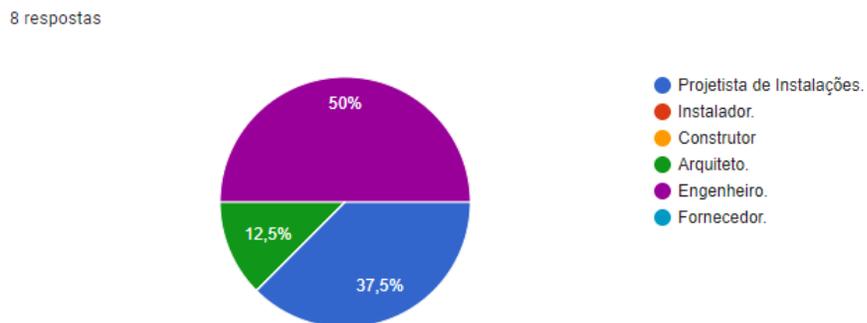
No Brasil:

1. Existem equipamentos/ tecnologias disponíveis?  
Vários fabricantes amplamente empregados.
2. Qual facilidade ou dificuldade de aquisição de equipamentos/ tecnologias?  
Internet.
3. Qual é o custo de implementação de equipamentos/ tecnologias?  
Relativamente barato em relação ao resultado.
4. Qual é o tempo de implantação de equipamentos/ tecnologias?  
Da ordem de 30 a 60 dias

## 6.3 RESULTADO DO QUESTIONÁRIO

### 6.3.1 Qual é a sua profissão?

Gráfico 1: Profissões

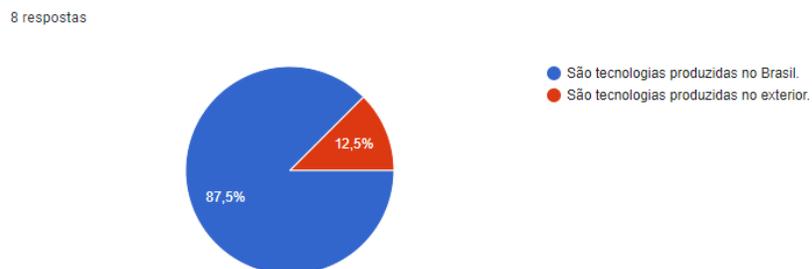


Fonte: Elaborado pelo autor a partir das respostas do questionário

### 6.3.2 Gestão de Águas Pluviais

As estações de tratamento de águas pluviais aplicadas nas novas construções brasileiras, você afirmaria que:

Gráfico 2: Tecnologias nacionais ou importadas

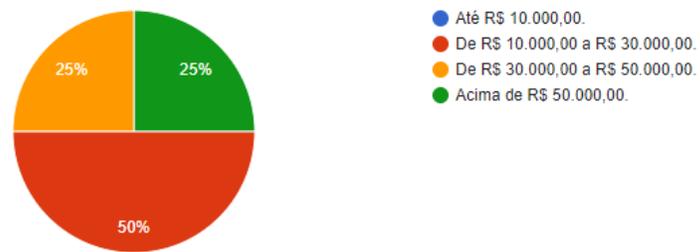


Fonte: Elaborado pelo autor a partir das respostas do questionário

Qual é o custo das estações de tratamento de águas pluviais aplicadas nas novas construções brasileiras?

Gráfico 3: Custo

8 respostas

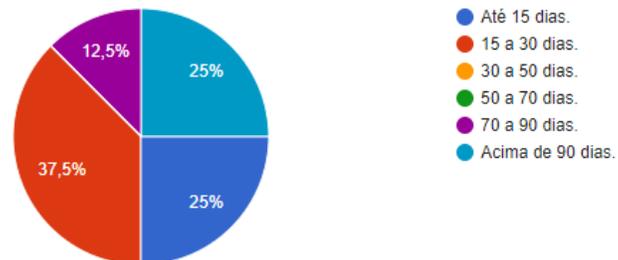


Fonte: Elaborado pelo autor a partir das respostas do questionário

Qual é o tempo de instalação das estações de tratamento de águas pluviais aplicadas nas novas construções brasileiras?

Gráfico 4: Tempo de instalação

8 respostas

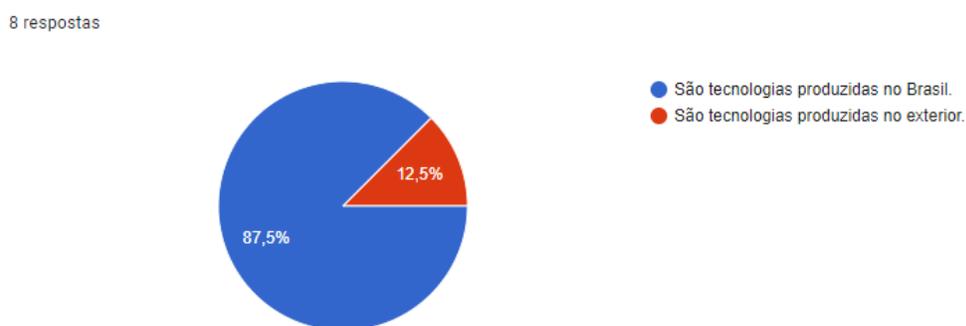


Fonte: Elaborado pelo autor a partir das respostas do questionário

### 6.3.3 Redução do Uso da Água do Exterior

Os sistemas de irrigação automatizado aplicados nas novas construções brasileiras, você afirmaria que:

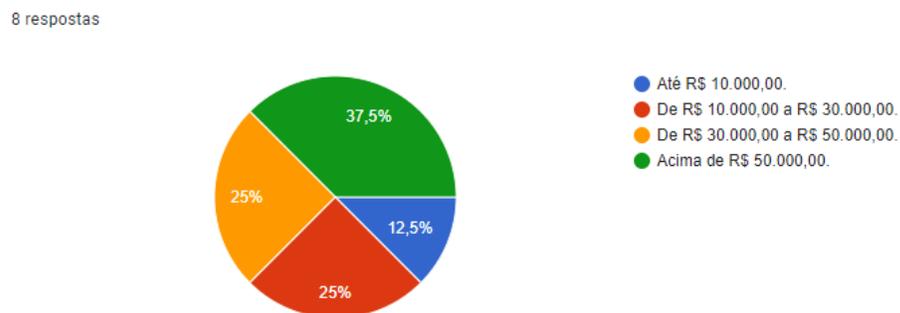
Gráfico 5: Tecnologias nacionais ou importadas



Fonte: Elaborado pelo autor a partir das respostas do questionário

Qual é o custo dos sistemas de irrigação automatizado aplicados nas novas construções brasileiras?

Gráfico 6: Custo

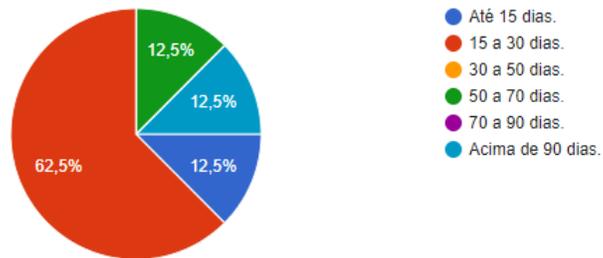


Fonte: Elaborado pelo autor a partir das respostas do questionário

Qual é o tempo de instalação dos sistemas de irrigação automatizado aplicados nas novas construções brasileiras?

Gráfico 7: Tempo de instalação

8 respostas



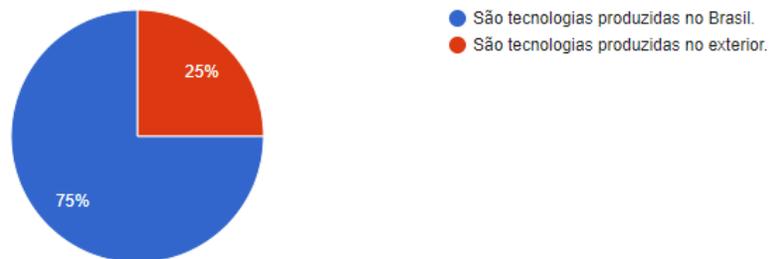
Fonte: Elaborado pelo autor a partir das respostas do questionário

### 6.3.4 Redução do Uso de Água do Interior

Estações de tratamento de esgoto cinza aplicadas nas novas construções brasileiras, você afirmaria que:

Gráfico 8: Tecnologias nacionais ou importadas

8 respostas

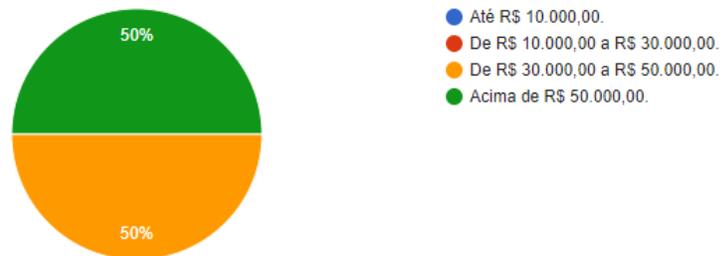


Fonte: Elaborado pelo autor a partir das respostas do questionário

Qual é o custo estações de tratamento de esgoto cinza aplicadas nas novas construções brasileiras?

Gráfico 9: Custo

8 respostas

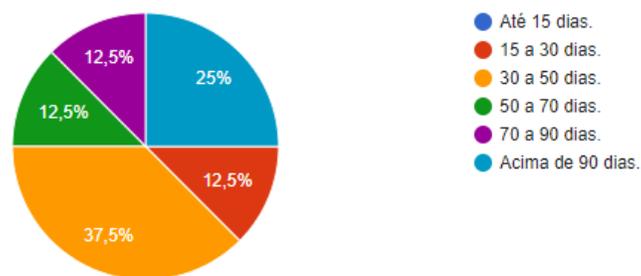


Fonte: Elaborado pelo autor a partir das respostas do questionário

Qual é o tempo de instalação das estações de tratamento de esgoto cinza aplicadas nas novas construções brasileiras?

Gráfico 10: Tempo de instalação

8 respostas

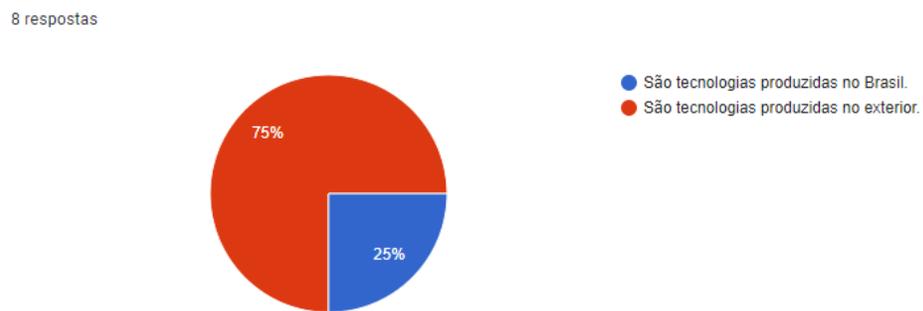


Fonte: Elaborado pelo autor a partir das respostas do questionário

### 6.3.5 Uso de Água de Torre de Resfriamento

Sistemas de tratamento químico, análise e controle de qualidade água, sistemas de filtração da água aplicadas nas torres de resfriamento de água nas novas construções brasileiras, você afirmaria que:

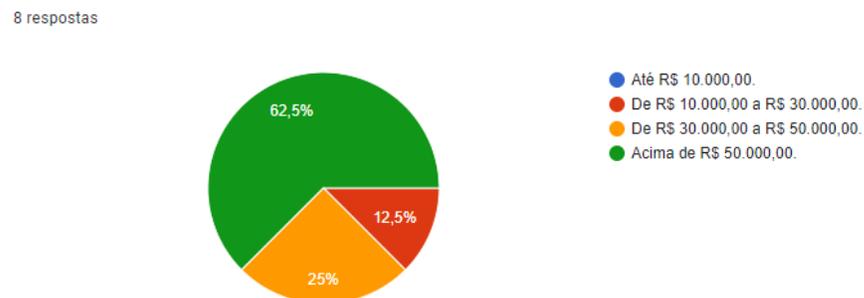
Gráfico 11: Tecnologias nacionais ou importadas



Fonte: Elaborado pelo autor a partir das respostas do questionário

Qual é o custo dos sistemas de tratamento químico, análise e controle de qualidade água, sistemas de filtração da água aplicadas nas torres de resfriamento de água aplicadas nas novas construções brasileiras?

Gráfico 12: Custo

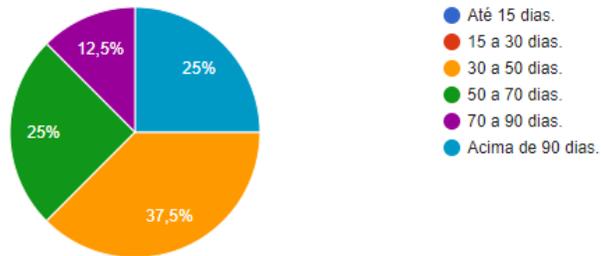


Fonte: Elaborado pelo autor a partir das respostas do questionário

Qual é o tempo de instalação dos sistemas de tratamento químico, análise e controle de qualidade água, sistemas de filtração da água aplicadas nas torres de resfriamento de água aplicadas nas novas construções brasileiras?

Gráfico 13: Tempo de instalação

8 respostas



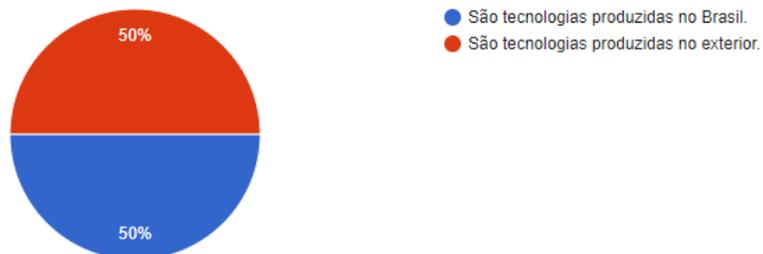
Fonte: Elaborado pelo autor a partir das respostas do questionário

### 6.3.6 Medição de Água

Sistemas de medição remota, sensores de vazamento, sistema de automação do consumo nas novas construções brasileiras, você afirmaria que:

Gráfico 14: Tecnologias nacionais ou importadas

8 respostas

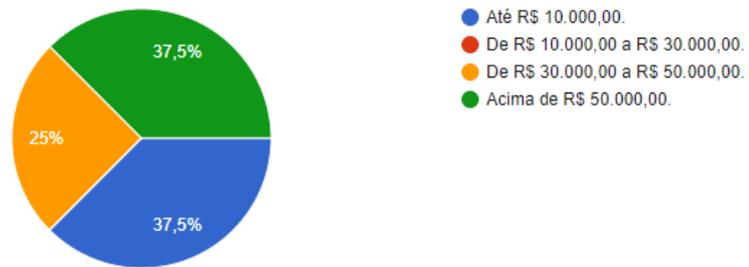


Fonte: Elaborado pelo autor a partir das respostas do questionário

Qual é o custo dos sistemas de medição remota, sensores de vazamento, sistema de automação do consumo aplicadas nas novas construções brasileiras?

Gráfico 15: Custo

8 respostas

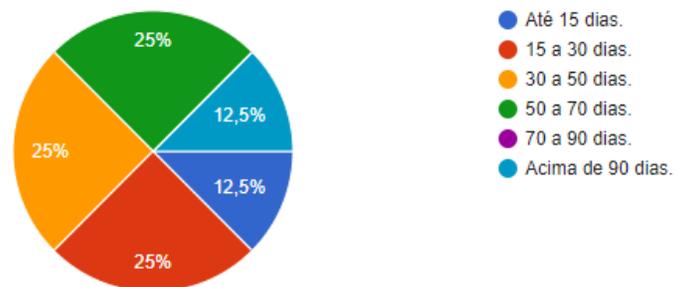


Fonte: Elaborado pelo autor a partir das respostas do questionário

Qual é o tempo de instalação dos sistemas de medição remota, sensores de vazamento, sistema de automação do consumo aplicadas nas novas construções brasileiras?

Gráfico 16: Tempo de instalação

8 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor a partir das respostas do questionário

## **7 DIAGNÓSTICO**

Através dos dados de pesquisas, entrevistas, respostas do questionário e também o conhecimento do autor deste trabalho sobre o mercado brasileiro, é apresentado abaixo o diagnóstico sobre as soluções e tecnologias disponíveis para o mercado brasileiro atender os créditos relacionados ao uso da água, conforme a certificação LEED.

### **7.1 GESTÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS**

#### **7.1.1 Estações de Tratamento de Águas Pluviais (ETAP)**

O mercado nacional disponibiliza uma variedade de fornecedores de tecnologias, cujo o custo pode variar de acordo com o tamanho de cada projeto, mas minha análise indica que o custo-benefício ao longo dos anos torna a instalação dessas tecnologias econômica e acessível. O tempo de instalação é rápido, considerando o período de obra. Reforço que a infraestrutura de instalação precisa estar de acordo com as necessidades da tecnologia para garantir o melhor tempo de instalação e assim obter a melhor eficiência.

### **7.2 REDUÇÃO DO USO DA ÁGUA DO EXTERIOR**

#### **7.2.1 Sistemas de Irrigação Automatizado**

O mercado nacional disponibiliza uma variedade de fornecedores.

Os custos dessas tecnologias podem variar muito e vai depender do tipo de sistema e do tamanho do projeto, podendo se tornar um custo mais alto.

O tempo de instalação dessas tecnologias são relativamente rápidos, vai depender novamente do tamanho do projeto, principalmente.

### **7.3 REDUÇÃO DO USO DA ÁGUA NO INTERIOR**

#### **7.3.1 Restritores de Vazão para Chuveiros e Torneiras, Torneiras Inteligentes, Bacias Sanitárias com Descarga Reduzida e Duplo Acionamento e Sistema de Recirculação de Água Quente**

O mercado nacional obtém uma ampla variedade de fornecedores para essas soluções/tecnologias.

Pode se dizer que o custo dessas tecnologias é barato, devido a variedade de produtos.

Isso vale para o tempo de instalação que é muito rápido.

Principalmente se o sistema de recirculação de água quente for considerado na fase de execução do projeto.

#### **7.3.2 Estações de Tratamento de Águas Cinzas (ETAC)**

O mercado nacional obtém uma variedade limitada de fornecedores para esse tipo de tecnologia.

O custo se torna mais caro, devido a não variedade de fornecedores e devido a maior complexidade de filtragem do sistema.

O tempo de instalação exige um prazo maior em relação a uma ETAP, por exemplo.

Vai depender do tipo e finalidade de construção para tornar o investimento acessível.

## **7.4 USO DE ÁGUA DE TORRE DE RESFRIAMENTO**

### **7.4.1 Sistemas de tratamento químico, análise e controle de qualidade água, sistemas de filtração da água.**

O mercado nacional possui uma variedade de fornecedores para esse tipo de demanda, porém o que pode limitar sua atuação são algumas necessidades ou expertises técnicas específicas.

O custo é relativamente alto e pode variar com as necessidades específicas do projeto. Devido a isso, é importante manter um bom trabalho de manutenção dos equipamentos e assim evitar custos elevados com reparos.

O tempo para a implementação dessas tecnologias também depende das necessidades específicas de cada situação, podendo ser prolongado.

## **7.5 MEDIÇÃO DA ÁGUA**

### **7.5.1 Sistemas de medição remota, sensores de vazamento e sistema de automação do consumo**

O mercado nacional disponibiliza uma variedade de fornecedores de tecnologias, cujo o custo pode variar de acordo com o tamanho de cada projeto e tipo de tecnologia, seja ela simples ou complexa.

Mais uma vez, o custo-benefício ao longo do tempo pode tornar esse investimento viável.

O tempo de instalação é relativamente rápido quando o sistema é considerado na fase de projeto, porém quando incorporado em uma edificação pronta, o tempo pode ser longo devido a diversos fatores envolvidos.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o desenvolvimento deste trabalho, foi escolhido um tema atual e crucial: o impacto das grandes estiagens e enchentes nos reservatórios das cidades, afetando diretamente a vida da população e consequentemente afetando o uso e a economia de água nos edifícios. O objetivo foi realizar uma análise crítica do uso da água em novas construções no Brasil, utilizando como referência os requisitos do Manual LEED v4 para Projeto e Construção de Edifícios (Building Design and Construction) (2014).

Ao longo deste estudo, foi aprofundada a compreensão sobre a importância da sustentabilidade e a preservação dos recursos hídricos disponíveis. Isso incluiu a análise de discussões menos recentes, realizadas no passado, como evidenciado na revisão bibliográfica desta monografia. Este estudo buscou apresentar a operacionalização da certificação LEED, compreendendo suas diferentes áreas, tipologias, sistemas de pontuação e categorias específicas.

A análise se concentrou nos créditos relacionados nas áreas de Processo Integrativo (Integrative Process - IP), Espaço Sustentável (Sustainable Sites – SS) e Eficiência do Uso da Água (Water Efficiency – WE), permitindo-me examinar algumas soluções/ tecnologias para otimização do consumo hídrico. Para isso, foram consultados projetistas, construtores e fornecedores do setor, por meio de questionários e entrevistas individuais de informações, além de pesquisas bibliográficas e recursos online sobre sustentabilidade, incluindo o site do GBC Brasil, responsável pela certificação LEED no país.

Durante essas consultas e pesquisas, foram abordados os tipos de soluções/ tecnologias disponíveis, sua origem (nacional ou importado), bem como os custos associados e o tempo médio necessário para implementação dos sistemas.

Foi constatado que o mercado brasileiro é capaz de fornecer soluções/ tecnologias para atender efetivamente aos requisitos de Espaço Sustentável (Sustainable Sites – SS) e Eficiência do Uso da Água estabelecidos pelo Manual LEED v4 para Projeto e Construção de Edifícios (Building Design and Construction) (2014). Constatou-se também que a oferta de fornecedores é bastante diversificada, tanto em termos de soluções/ tecnologias como na oferta de produtos nacionais e importados. Embora os custos associados a essas aplicações sejam inicialmente elevadas, muitos deles proporcionam um retorno financeiro a médio prazo bastante factível. Além disso, o tempo de

implementação das soluções/ tecnologias e dos sistemas analisados pode ser considerado relativamente curto para médio, desde que as infraestruturas sejam dimensionadas e fornecidas de acordo com as necessidades específicas de cada projeto.

É crucial que os demais projetos de instalações sejam elaborados e executados de forma eficiente, econômica e de acordo com as exigências das normas técnicas brasileiras, a fim de maximizar os benefícios das soluções e fazer sentido os esforços para a adoção dessas soluções/ tecnologias.

Como mencionado anteriormente, é possível alcançar as pontuações na certificação LEED em relação ao uso e reuso da água, demonstrando o valor e a importância dessas certificações.

Em última análise, este estudo reforça a relevância do Manual LEED v4 para Projeto e Construção de Edifícios (Building Design and Construction) (2014) ao destacar os benefícios das práticas sustentáveis não apenas em termos de preservação ambiental e autossuficiência, mas também em termos financeiros.

## 9 PESQUISAS FUTURAS

Os aprofundamentos e análises apresentados nesta monografia sobre o uso e reúso da água estabelecem uma base para investigações futuras em diversas áreas de interesse. Algumas das possíveis direções para pesquisas subsequentes incluem:

**Novas Soluções e Tecnologias:** Explorar alternativas inovadoras e gestão inteligente para o uso da água, visando tanto o tratamento eficiente das águas residuais quanto a administração do consumo de forma sustentável, minimizando o desperdício.

**Urbanização e Expansão das Cidades:** Investigar como a urbanização em curso influencia as práticas de uso e reúso da água, com foco na redução do desperdício e na minimização da poluição dos recursos hídricos urbanos, como rios e lagos. Além da necessidade de revisão dos sistemas de captação de águas residuais e pluviais, visto que muitas cidades cresceram e estão crescendo com as construções de prédios de forma demasiada, será que as galerias públicas destas cidades estão preparadas para esse crescimento?

**Mudanças Climáticas:** Analisar o impacto das mudanças climáticas no fornecimento e armazenamento de água, bem como explorar estratégias de adaptação para lidar com eventos extremos, como chuvas intensas e inundações, visando a redução de danos e a promoção da resiliência das cidades.

**Cidades Esponjas:** Conhecer e trazer um estudo de forma mais aprofundada sobre as cidades esponjas que é uma solução muito relevante para se evitar as enchentes nas grandes cidades pelo mundo e fazendo assim um melhor uso das águas pluviais.

**Outras Certificações de Sustentabilidade:** Examinar como outras certificações de sustentabilidade abordam a questão do uso da água, identificando semelhanças, diferenças e melhores práticas que possam ser aplicadas em contextos diversos.

Essas áreas representam apenas algumas das muitas oportunidades para pesquisas futuras, e é nosso objetivo incentivar uma investigação contínua e aprofundada sobre o tema do uso responsável da água. Ao abordar esses tópicos, esperamos contribuir para o avanço do conhecimento e a implementação de práticas sustentáveis em relação ao recurso hídrico.

## REFERÊNCIAS

AC; **Avaliação do desempenho de bacias sanitárias de volume de descarga reduzido quanto à remoção e transporte de sólido.** c2002. Disponível em:

<https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3434>. Acesso em: Março de 2024.

ACQUA CONTROL; **Projeto reuso de água cinza.** S. d. Disponível em:

<https://www.acquacontroll.com.br/projeto-reuso-aguas-cinzas>. Acesso em: Março 2024.

AGROCLIQUE; **Dicas de testes para automação de irrigação de jardim.** c2021. Disponível em: <https://agroclique.com.br/dicas-de-testes-para-automacao-de-irrigacao-de-jardim/>. Acesso em: Março de 2024.

AGROCLIQUE; **Tipos de aspersor para irrigação de gramado e jardim.** c2021. Disponível em: <https://agroclique.com.br/tipos-de-aspersor-para-irrigacao-de-gramado-e-jardim/>. Acesso em: Março de 2024.

ÁGUA CONSULTORIA AMBIENTAL; **Uso inteligente da água.** c2022. Disponível em: <https://aguaconsultoria.com.br/servicos-de-irrigacao-automatizada/>. Acesso em: Dezembro de 2023.

ALFAMEC; **ETA Cinza – Tratamento e Reuso de Águas Cinzas.** c2023. Disponível em: <https://alfamec.com.br/blog/2023/02/15/eta-cinza-tratamento-e-reuso-de-aguas-cinzas/>. Acesso em: Março de 2024.

ALFAMEC; **Tratamento de Água de Chuva.** c2024. Disponível em: <https://alfamec.com.br/produtos/tratamento-de-agua/tratamento-de-agua-de-chuva/>. Acesso em: Março de 2024.

AQUECENORTE; **Sistema de Recirculação de Água Rinnai Smartstart RCS-9 BR.** c2024. Disponível em: <https://aquecedoragasdigital.com.br/products/sistema-de-recirculacao-de-agua-rinnai-smartstart-rcs-9-br>. Acesso em Julho de 2024.

ASTRA; **Mecanismo duplo. O que é?** S. d. Disponível em: <https://astra-sa.com/mecanismo-duplo.asp>. Acesso em: Março de 2024.

BABLE; **Gestão inteligente da água.** S. d. Disponível em: <https://www.bable-smartcities.eu/pt/explorar/solucoes/solucao/smart-water-management.html>. Acesso em: Fevereiro de 2024.

BLUKIT; **Mecanismo para torneira temporizada Blukit.** S. d. Disponível em: <https://www.blukit.com.br/produto/detalhe/mecanismo-para-torneira-temporizada-blukit-1>. Acesso em: Março de 2024.

C&C; **Economize água com as torneiras inteligentes.** S. d. Disponível em: <https://www.cec.com.br/blog/economize-agua-com-as-torneiras-inteligentes?postId=14>. Acesso em: Janeiro de 2024.

C&S; **Restritor de Vazão.** c2020. Disponível em: <https://cesconstrucao.com.br/restritor-de-vaz-o-8l-min-9593-c-05-pcs-censi.html>. Acesso em: Março de 2024.

CAMPO VERDE; **Projetos personalizados para o uso consciente de água e um jardim bem cuidado.** c2023. Disponível em: <https://campoverdeirrigacao.com.br/>. Acesso em: Dezembro de 2023.

CASA MIMOSA; **Redutor de Vazão.** c2023. Disponível em: <https://www.casamimosa.com.br/redutor-de-vazao-6lmin-abs-9530-censi-9530-01001/p>. Acesso em: Março de 2024.

CONEXÃO; **Bacias sanitárias com sistema dual de descarga: quanto é possível reduzir o consumo de água?** c2007. Disponível em: <https://sites.usp.br/construinova/wp-content/uploads/sites/97/2016/07/Bacias-sanitarias-com-sistema-dual-de-descarga.pdf>. Acesso em: Janeiro de 2024.

CTE; **LEED: O que é e qual sua importância?** c2019. Disponível em: <https://cte.com.br/blog/sustentabilidade/certificacao-leed/>. Acesso em: Fevereiro de 2024.

DAS DO BRASIL; **Águas Cinzas.** S. d. Disponível em: <https://www.dasbrasil.com.br/aguas-cinzas>. Acesso em: Fevereiro de 2024.

ECO SUSTENTÁVEL; **Reuso de esgoto. Como fazer?** c2021. Disponível em: <https://www.ecosustentavel.eng.br/post/reuso-de-esgoto-como-fazer>. Acesso em: Março 2024.

ECOTELHADO; **Sistema de irrigação para telhados verdes: conheça os principais tipos e suas vantagens.** c2023. Disponível em: <https://ecotelhado.com/blog/sistema-de-irrigacao/>. Acesso em: Novembro de 2023.

ECYCLE; **As cores dos efluentes: entenda as diferenças entre água cinza e água negra.** c2023. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/entenda-a-diferenca-entre-agua-cinza-e-agua-negra-definicao-tratamento-reuso/>. Acesso em: Janeiro de 2024.

FLUXO; **Por quê tratar o esgoto?** S. d. Disponível em: <https://fluxoambiental.com.br/ete-compacta/>. Acesso em: Fevereiro de 2024.

G1; **Ranking do saneamento básico: veja quais são as grandes cidades com os melhores e os piores serviços do país.** c2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2022/03/22/ranking-do-saneamento-basico-veja-quais-sao-as-grandes-cidades-com-os-melhores-e-os-piores-servicos-do-pais.ghtml>. Acesso em: Novembro de 2023.

GHIDRO; **Sistema de monitoramento de água: Qual a Importância?** c2024. Disponível em: <https://www.ghidro.com.br/sistema-de-monitoramento-de-agua/>. Acesse o em: Março de 2024.

GRACON LLC; **LEED Certification Badges**. S.d. Disponível em: <https://graconllc.com/what-is-a-leed-certified-building/leed-certification-badges/>. Acesso em Julho de 2024.

HIDRGÁS; **Linha de retorno com Smart Start Rinnai**. c2017. Disponível em: <http://www.hidrogas.com.br/portfolio-posts/linha-de-retorno-com-smart-start-rinnai/>. Acesso em: Julho de 2024.

HIDROMETRIC; **Gestão e Monitoramento de Água e Energia**. S.d. Disponível em: <https://hidrometric.com.br/>. Acesso em: Fevereiro de 2024.

ILHA, Marina S. de O.; GONÇALVES, Orestes M.; JÚNIOR, Osvaldo B. de O. **Avaliação do desempenho de bacias sanitárias de volume de descarga reduzido quanto à remoção e transporte de sólidos**. Antac. Porto Alegre. Volume 2, número 4, p. (47-61), Dezembro, 2002.

IRRIGAR; **Irrigação automatizada para jardins verticais**. c2017. Disponível em: <https://irrigar.com.br/parede-verde/>. Acesso em Março de 2024.

LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN; **Conheça a Certificação LEED**. c2024. Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/certificacao/certificacao-leed/>. Acesso em: Fevereiro de 2024.

LEED; **The top 10 countries for LEED in 2023 demonstrate that the green building movement is truly global**. c2024. Disponível em: <https://www.usgbc.org/articles/top-10-countries-leed-2023-demonstrate-green-building-movement-truly-global>. Acesso em: Março de 2024.

LEITE, Vinicius F. **Certificação ambiental na construção – Sistemas LEED e AQUA**. p. 11, 2011. Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2011.

LIVE; **O que são bacias de duplo acionamento e porque elas são importantes**. c2024. Disponível em: <https://live.apto.vc/o-que-sao-bacias-de-duplo-acionamento-e-porque-elas-sao-importantes/>. Acesso em: Março de 2024.

LIVET; **Gestão de consumo de água e de gás - Medição inteligente**. c2024. Disponível em: <https://www.livet.com.br/gestao-de-consumo>. Acesso em: Março de 2024.

LONGUINHO, Giulia M. **Análise das Certificações LEED e AQUA visando a avaliação do desempenho ambiental de edificações existentes**. p. 21, 2021. Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2021.

MACKENZIE; **Regras da ABNT: 4 dicas essenciais para o seu TCC**. c2020. Disponível em: <https://blog.mackenzie.br/mundo-mackenzie/vida-universitario/regras-da-abnt-4-dicas-essenciais-para-o-seu-tcc/>. Acesso em: Novembro de 2023.

MARTINS, Janice A. P. **Avaliação de atividades investigativas e os impactos sobre a água**. p. 15, 2014. Curso de Especialização ENCI-UAB, CECIMIG FAE/UFMG, Belo Horizonte, 2014.

NEO ACQUA; **Aproveitamento e gestão de águas pluviais.** c2022. Disponível em: <https://neoacqua.com.br/aproveitamento-e-gestao-de-aguas-pluviais/>. Acesso em: Março de 2024.

OLIVEIRA, Lúcia H. de; ILHA, Marina, S. de O.; GONÇALVES, Orestes M.; YWASHIMA, Lais; REIS, Ricardo P. A.; **Levantamento do estado da arte: Água. Tecnologias para construção habitacional mais sustentável. Habitação mais sustentável.** São Paulo. Projeto Finep. 2386/04, p. (6 - 63), 2007.

PRÉ - VALE; **Certificação LEED: Saiba o que é e quais são suas vantagens.** c2021. Disponível em: <https://www.prevale.com.br/post/35/certificacao-leed-saiba-o-que-e-e-quais-sao-suas-vantagens>. Acesso em: Fevereiro de 2024.

RECH, Alexandre da S.; DEBRASSI, Jean; LIRA, Leonardo H.; THOMAZ, Otávio; SOUZA, Maicon A. de Souza; **CERTIFICAÇÃO LEED E SUA IMPORTÂNCIA NAS CONSTRUÇÕES BRASILEIRAS.** Florianópolis. Volume 7, número 2, p. (300-312), Junho, 2018.

RESEARCH GATE; **Sistema de irrigação por gotejamento em parede viva de vasos.** c2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-7-Sistema-de-irrigacao-por-gotejamento-em-Parede-Viva-de-Vasos\\_fig7\\_316177364](https://www.researchgate.net/figure/Figura-7-Sistema-de-irrigacao-por-gotejamento-em-Parede-Viva-de-Vasos_fig7_316177364). Acesso em: 2024.

RHEEM; **Recirculador de Água Quente: banho frio? Nunca mais!** S. d. Disponível em: <https://www.rheem.com.br/recirculador-de-agua-quente-banho-frio-nunca-mais/>. Acesso em: Julho de 2024.

RINNAI; **Recirculador de Água Quente.** c2024. Disponível em: <https://www.rinnai.com.br/acessorios/recirculacao-automatizada/rcs-9-brv-smartstart-1-1-1-1/>. Acesso em: Julho de 2024.

ROCHA, Raphael K. **Certificação LEED de edificações: Aspectos relacionados a materiais e recursos.** p. 1, 2016. Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

RODRIGUES, Daniel da S. **Sistema predial hidráulico de água fria e água quente com tubos e conexões pex: Análise crítica de execução em estudo de caso.** p. 8, 2024. Curso de Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2024.

RODRIGUES, Larissa S. **Certificação ambiental na construção civil: Sistema LEED e AQUA.** p. 8, 2020. Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

SANTOS, Gabriela B. de. **Certificação LEED: Estudo de caso para a implantação em um condomínio de baixo/ médio padrão.** p. 27, 2021. Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.

SILVA, Juliana B. da. **Estudo da situação atual da qualidade da água do açude de São Gonçalo - PB.** p. 12, 2015. Curso de Geografia, Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras, 2015.

SILVEIRA, Heitor K. da; OLIVEIRA, Lucas G. **Certificações ambientais LEED, AQUA e EDGE aplicáveis a edifícios residência: Comparativo e estudo de caso.** p.12, 2019. Curso de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2019.

STELLA AR; **Tratamento de água da torre de resfriamento.** S.d. Disponível em: <https://marcelstella.wixsite.com/stella-ar-/tratamento-da-agua-de-torre>. Acesso em: Março de 2024.

SYNGENTA DIGITAL; **Irrigação por aspersão: o guia completo.** c2022. Disponível em: <https://blog.syngentadigital.ag/irrigacao-por-aspersao/>. Acesso em: Dezembro de 2023.

TERMOPARTS; **Água de torre de resfriamento, porquê mantê-la limpa?** S. d. Disponível em: <https://www.termoparts.com.br/artigos/agua-de-torre-de-resfriamento-porque-mante-la-limpa/>. Acesso em: Dezembro de 2023.

UGREEN; **O que é a Certificação LEED? Um guia para profissionais de construção.** C 2024. Disponível em: <https://www.ugreen.com.br/certificacao-leed-o-guia-completo-mais-video/>. Acesso em: Fevereiro de 2024.