

**PROJETO RESIDENCIAL BASEADO NO CONCEITO DE NET ZERO WATER BUILDING****RESIDENTIAL PROJECT BASED ON THE NET ZERO WATER BUILDING CONCEPT**

Eduarda Morais da Silva<sup>1</sup>, Eliezio Nascimento Barboza<sup>2</sup>, Andriely Tiburtino Leite Chaves<sup>3</sup> Vitoria Regia Ferreira Sales de Melo<sup>4</sup>, Gilvania Pereira da Costa<sup>5</sup>, José de Carlos Batista<sup>6</sup>, Anelyse Esequiel de Lucena Neves<sup>7</sup>, Dalieva Lopes Alves<sup>8</sup>, Wallace Ruan Nobre Pereira<sup>9</sup> e Leonardo de Sousa Alves<sup>10</sup>

**ARTIGO***Recebido:*

21/12/2022

*Aprovado:*

24/12/2022

*Palavras-chave:**net zero water building. aparelhos economizadores. construção sustentável.**Key words:**net zero water building. saving devices. sustainable construction.***RESUMO**

O atual cenário mundial evidencia o problema da escassez de água, sendo estudo alternativas para suprir essa necessidade, como o reuso e alternativa do reaproveitamento de água. Diante desse contexto, o objetivo geral do estudo foi trazer à tona a problemática de escassez de água nos grandes centros urbanos, onde a demanda cada vez maior tende a suplantar a oferta e vem sendo grande motivo de alerta. Como alternativa para a economia do insumo é o seu reuso e alternativas que possam economizar o mesmo no conceito NZWB que vamos estimular durante o projeto. Com essa proposta, a metodologia do estudo, fundamentou-se em uma revisão bibliográfica, mediante análise descritiva e exploratória, com dados secundários, cujo principal instrumento de coleta de dados foram livros e artigos científicos, complementado com um estudo do conceito NZWB. No caso específico deste estudo, foram elaborados dois cenários: um cenário com edifício tradicional e outro com edifício Água Net Zero Ideal, prevendo o abastecimento com água de chuva, abastecimento de águas pluviais, abastecimento de água potável, abastecimento de água não potável, assim como também descarga de água cinza, descarga de água negra e água reutilizável. Assim sendo, ao final do estudo pode-se dizer que os resultados foram alcançados e que o conceito NZWB pode proporcionar diversos benefícios, não somente para sociedade, mas também para o meio ambiente.

**ABSTRACT**

The current world scenario highlights the problem of water scarcity, and alternatives are being studied to meet this need, such as the reuse and alternative of water reuse. Given this context, the general objective of the study was to bring to light the problem of water scarcity in large urban centers, where the increasing demand tends to supplant the supply and has been a great reason for alert. As an alternative for the economy of the input is its reuse and alternatives that can save the same in the NZWB concept that we will encourage during the project. With this proposal, the study methodology was based on a bibliographic review, through descriptive and exploratory analysis, with secondary data, whose main data collection instrument were books and scientific articles, complemented with a study of the NZWB concept. In the specific case of this study, two scenarios were developed: one with a traditional building and another with Água Net Zero Ideal building, providing for the supply of rainwater, rainwater supply, drinking water supply, non-potable water supply, as well as as well as gray water flush, black water flush and reusable water. Therefore, at the end of the study it can be said that the results were achieved and that the NZWB concept can provide several benefits, not only for society, but also for the environment.

<sup>1</sup>Discente do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Instituto Federal do Ceará. Email: [eduarda.morais.silva07@aluno.ifce.edu.br](mailto:eduarda.morais.silva07@aluno.ifce.edu.br)

<sup>2</sup>Discente do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Instituto Federal do Ceará. Email: [eliezio.nascimento.barboza05@aluno.ifce.edu.br](mailto:eliezio.nascimento.barboza05@aluno.ifce.edu.br);

<sup>3</sup>Discente do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Instituto Federal do Ceará. Email: [andriely.tiburtino.leite07@aluno.ifce.edu.br](mailto:andriely.tiburtino.leite07@aluno.ifce.edu.br);

<sup>4</sup>Discente do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Instituto Federal do Ceará. Email: [vitoria.regia.ferreira06@aluno.ifce.edu.br](mailto:vitoria.regia.ferreira06@aluno.ifce.edu.br);

<sup>5</sup>Discente do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Instituto Federal do Ceará. Email: [gilvania.pereira.costa09@aluno.ifce.edu.br](mailto:gilvania.pereira.costa09@aluno.ifce.edu.br);

<sup>6</sup>Engenheiro Civil e Professor da Faculdade Luciano Feijão. E-mail: [j.carlosegurancadotrabalho@gmail.com](mailto:j.carlosegurancadotrabalho@gmail.com);

<sup>7</sup>Advogada, graduada em Direito pela Universidade Federal de Campina Grande, pós-graduanda em Direito Civil e Processo Civil pela Esa/PB. E-mail: [annelyse.neves@gmail.com](mailto:annelyse.neves@gmail.com);

<sup>8</sup>Graduada em Direito pela Universidade Federal de Campina Grande, Analista Judiciário do TJPB. E-mail: [dalieva.analista@hotmail.com](mailto:dalieva.analista@hotmail.com);

<sup>9</sup>Graduando em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de Campina Grande. Email: [walaceruan14@gmail.com](mailto:walaceruan14@gmail.com);

<sup>10</sup>Engenheiro Agrônomo e Mestre pela Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: [leo\\_agro22@hotmail.com](mailto:leo_agro22@hotmail.com)

## **1. INTRODUÇÃO**

A importância dos recursos hídricos é indubitável, e sua exploração para o desenvolvimento socioeconômico de um país é indispensável, visto que diversas atividades do cotidiano dependem de seu uso para serem realizadas (TUNDISI, 2015).

Independentemente do segmento da sociedade em que este recurso é usado, seja agrícola, industrial ou comercial, deve-se atentar e buscar sempre o uso sustentável e racional, pois, apesar da água ser um bem teoricamente renovável, seu emprego irresponsável juntamente com a demanda crescente por água potável pela sociedade podem acarretar em implicações negativas ao meio ambiente, gerando o surgimento de crises hídricas que levam à sua escassez, comprometendo sua disponibilidade, captação e distribuição para a população (REBOUÇAS, 2016).

No caso do Brasil, além do uso irresponsável dos recursos hídricos, alguns dos problemas encontrados na disponibilidade de água ocorrem por questões demográficas, geográficas e pluviométricas, pois, mesmo o país possuindo privilégio quanto à disponibilidade hídrica total, sua distribuição e demanda ao longo do território são desiguais assim como sua ocorrência durante o ano. Por conta desses fatos, nota-se a contínua substituição da cultura de abundância hídrica pela ideia da água como bem finito com o intuito de conscientizar todos os setores à adotarem o uso correto deste recurso (BRASIL, 2019).

Tendo em vista o cenário de sustentabilidade crescente nas últimas décadas, fica em evidência a necessidade da busca por novos métodos que visam o uso racional e responsável dos recursos hídricos, com destaque para as temáticas de sustentabilidade e construções sustentáveis. Uma construção sustentável é uma estrutura capaz de atingir o máximo aproveitamento dos recursos naturais e integração com o meio ambiente, enquanto seu impacto negativo no ecossistema permanece o menor possível, proporcionando conforto, segurança e maior economia quando comparado à uma construção comum. Dentre alguns dos métodos inovadores sustentáveis aplicados nestes tipos específicos de construções, pode-se citar o projeto residencial baseado no conceito de Net Zero Water Building (NZWB) (SILVA et al., 2019).

Assim, o estudo se justifica, pois, embora a água seja um recurso renovável, a necessidade humana requer uma qualidade desse bem que não é comum a todos os estados da água. Essa diferença é evidenciada quando há uso indiscriminado, tornando ainda maior a parcela hídrica que ocupa o estado impróprio para consumo.

Um dos dados que fundamenta o quão limitado é a quantidade de água potável é o percentual de água que se encontra nos oceanos e, portanto, é salgada e imprópria para consumo: segundo Bloch, 97% de toda a água da Terra. Já a água doce corresponde a apenas uma minúscula parcela dessa quantia. Essa grande diferença foi e tem sido ainda mais agravada em decorrência das ações humanas de interferência no ciclo hidrológico ao longo de nossa história: como

construção de novas metrópoles, impermeabilização do solo, desmatamento, modificação do fluxo natural da água para uso em represas e etc. (WWF, 2022).

A distribuição de água doce não é homogênea sobre o planeta, e embora o Brasil esteja situado em uma região favorável com disponibilidade significativa, a distribuição dentre suas regiões também é desigual. Uma imediata aplicação de novas formas de gerenciamento dos recursos hídricos, integrada a métodos de reutilização e maior aproveitamento de toda a água de que já dispomos seria uma alternativa mais viável para uma visão analítica e que compreende todo o ciclo de uso desse recurso natural renovável tão indispensável.

Com base nessa contextualização, o objetivo geral do estudo é trazer à tona à problemática de escassez de água nos grandes centros urbanos, onde a demanda cada vez maior tende a suplantar a oferta e vem sendo grande motivo de alerta. Como alternativa para a economia do insumo é o seu reuso e alternativas que possam economizar o mesmo no conceito NZWB que vamos estimular durante o projeto.

Como objetivos específicos pretende-se: a) fazer uma análise de um maior aproveitamento das águas cinzas e das chuvas, para implantação de um sistema desperdício nulo; b) compreender os sistemas de captação, sistema duplo de distribuição de água, fontes alternativas, substituições de aparelhos sanitários tradicionais e também um tratamento adequado para reaproveitamento das águas na residência. Para alcançar essa proposta, na revisão bibliográfica foi feita uma explanação sobre os recursos hídricos no Brasil e sobre NZWB, seguida da metodologia, em que foram explicadas as etapas do projeto. Na sequência tem-se os resultados e discussão e por fim, a conclusão, com as principais considerações e limitações do estudo.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 A importância da água**

Não tem como negar que a água é fonte da vida. Não importa qual a classe social do homem, o que faz, onde ele vive, o que realmente vale destacar é a importância da água para vida humana. No entanto, o que se percebe atualmente, embora toda a sociedade seja conhecedora dessa importância, é um verdadeiro descaso, pessoas persistem em poluir os rios e suas nascentes, perdendo a noção do quanto a água é essencial para vida do homem (DANTAS NETO, 2018).

Provavelmente, a água seja o único recurso natural que apresente relação em comum com todos os aspectos da civilização humana, no qual abrange desde o crescimento agrícola, incluindo ainda o setor industrial até os valores culturais e religiosos enraizados na sociedade (TUNDISI, 2015).

De um modo geral, a água é um recurso natural essencial, seja no ponto de vista bioquímico de seres vivos, como meio de vida de diferentes espécies vegetais e animais, como ainda um componente representativo de importância social e cultural e até como fator de cultivo de diversos bens de consumo final e intermediário (DANTAS NETO, 2018).

De acordo com as estatísticas, o planeta Terra é composto por 70% de água, no entanto, apenas 3% são de água doce sendo que desse total, 98% estão presentes em reservas subterrâneas e em calotas polares. Isto significa que a maior porcentagem da água disponível e adequada para consumo é mínima ao se comparar com a quantidade total de água existente no planeta. Diante desse cenário, nas sociedades modernas, a procura pelo conforto, está diretamente ligada a um aumento vultoso das necessidades diárias de água (REBOUÇAS, 2016, p. 75).

Segundo Tundisi (2015) a distribuição da água no planeta não é homogênea, onde 97,5% do total das águas da Terra são salgadas e somente 2,5% do total são doces. No entanto, desses 2,5% de águas doces, 68,9% provém de calotas polares e geleiras, 29,9% de água subterrânea doce, 0,9% de outros reservatórios e 0,3% de água doce nos rios e lagos.

Percebe-se ainda que, em várias atividades econômicas, os recursos hídricos têm uma grandiosa importância nos seus desenvolvimentos. Analisando o consumo da água na produção agrícola, esta chega a representar até 90% da composição física das plantas. Em temporada de crescimento dos vegetais, a falta d'água pode resultar em destruição das lavouras e até dos ecossistemas devidamente implantados. No caso da indústria, para se conseguir diversos produtos, o volume de água necessário é bem maior do que o volume produzido (TUNDISI, 2015). O homem precisa começar a usar a água de maneira mais racional e sensata, evitando principalmente o desperdício e a poluição.

De acordo com o exposto, embora o planeta seja formado, na sua maior parte, por água, ainda é possível identificar um grande percentual da população no país sem esse bem tão precioso, devido ao desperdício ou mesmo devido a grandes secas, principalmente na região nordeste. No que se refere à quantidade de água, pode-se dizer que o Brasil é um país privilegiado, pois apresenta em seu território a maior reserva de água doce existente na Terra, ou seja, 13,7% do total mundial.

No entanto, vale ressaltar que a sua distribuição não é igual em todo o território nacional. Um exemplo bem claro disso está no estado do Amazonas, que apresenta em sua região a maior bacia fluvial do mundo. No rio Amazonas, o volume de água é o maior do globo, em contrapartida é também uma das regiões menos habitadas do Brasil (MOTA, 2016).

Nota-se ainda que, no Brasil, as maiores concentrações populacionais localizam-se nas capitais, afastadas dos grandes rios brasileiros, como o rio Amazonas, o rio São Francisco e ainda o rio Paraná. Vale destacar ainda que na região Nordeste existe o maior problema de escassez, onde a falta d'água, que muitas vezes dura mais que o período previsto, acaba contribuindo para o

abandono das terras, resultando na migração para os estados de São Paulo e Rio de Janeiro, acentuando ainda mais o problema da insuficiência de água nestas cidades (MOTA, 2016).

## 2.2 Desperdício da água

Um Estudo realizado pela Organização das Nações Unidas (ONU) indica que pelo menos 55 países, até o ano de 2025, correm o risco de sofrer sérias dificuldades com o abastecimento ou ainda com a falta total de água para consumo humano (MOTA, 2016). O Brasil, de certa forma, sustenta uma posição privilegiada em relação aos outros países, pois dispõe em seu território 13,7% de toda a água doce disponível no planeta.

No entanto, mesmo sendo considerada uma das maiores reservas mundiais de água doce, o país não está livre das sérias crises de escassez devido a distribuição irregular deste recurso em seu território. Juntamente com esse problema, a falta de tratamento, que atinge cerca de 90% do esgoto doméstico gerado no território nacional, eleva o perigo existente (DANTAS NETO, 2018). Devido a essa preocupação com o desperdício de água, a população deve adotar no seu dia a dia algumas medidas para economizar água como:

- molhar a escova e manter a torneira fechada. Utilizar um copo de água para o enxágue.
- consumo de 0,2/0,35 litro/dia; encher a pia d'água o suficiente para se barbear ou barbear-se com a torneira fechada.
- consumo de 2 litros/dia; banho com ducha durante 5 minutos, tendo o cuidado de fechar a torneira enquanto se ensaboa.
- consumo de 80 litros/dia; banho com chuveiro elétrico durante 5 minutos, tendo o cuidado de fechar a torneira ao se ensaboar.
- consumo de 48 litros/dia e lavar o veículo uma vez por mês, utilizando balde (AMBIENTE BRASIL, 2022, p. 1).

Atualmente, percebe-se um crescente número de rios poluídos, principalmente nas grandes cidades e regiões metropolitanas do país, resultado do esgoto doméstico e industrial sendo depositado irregularmente sem qualquer tratamento, e ainda na Amazônia, onde a contaminação é causada pelo mercúrio decorrente dos garimpos (MOTA, 2016).

Outro fator que tem contribuído para o desperdício de água é o crescimento caótico das cidades, com o surgimento de novos empreendimentos imobiliários, assim como as invasões irregulares, o que acaba gerando grandes problemas para o poder público durante o planejamento das suas ações (REBOUÇAS, 2016).

Deve-se ressaltar ainda uma série de problemas originados quando as ocupações acontecem em áreas próximas dos mananciais, que além de provocar o desmatamento, provocam a

obstrução dos reservatórios, passando pelo lançamento de águas servidas nas represas, incapacitando a coleta de lixo e a falta de rede coletora de esgotos. No entanto, vale destacar que a falta de chuva é outro agravante (MOTA, 2016). Frente a esse triste cenário do abastecimento de água, faz-se necessário que as pessoas tenham conhecimento real do problema, e se conscientizem a respeito do uso coerente da água e de técnicas para detecção da existência de possíveis vazamentos domiciliares (THEODORO et al., 2012).

Diante dessa preocupação mundial, foi realizado o Fórum Mundial da Água em março de 2000 em Haia, Holanda, com a participação de 130 países, numa ação para que se criasse um pacto internacional que tivesse como principal objetivo a água como um direito universal, acessível e disponível aos homens e aos ecossistemas (FURRIELA, 2017).

O objetivo do fórum foi encontrar opções para que a água desperdiçada seja recuperada, no qual se estende a sociedade como um todo, conscientizando das pequenas contribuições diárias, o que significa ficar atento ao consumo atual e passar a realizar o consumo racional da água (FURRIELA, 2017).

Nota-se ainda um grande desperdício devido à falta de manutenção nos encanamentos, a evaporação durante as irrigações, assim como o não tratamento depois que as águas são poluídas, sendo estas algumas das ações que geram uma ameaça ainda maior ao abastecimento brasileiro. De acordo com Agência Nacional de Águas (ANA), cerca de 40% da água retirada do Brasil acaba sendo desperdiçada (BRASIL, 2019).

Diante de todos esses problemas, faz-se necessário que seja tomada uma ação emergencial por parte do poder público, a fim de minimizar os futuros problemas causados pelo uso inadequado da água.

Silva et al. (2020, p. 2) explicam sobre as instalações do edifício tradicional, sem o conceito de sustentabilidade, ou seja: “[...] a água potável suprida pela concessionária vigente abastece o edifício, o efluente gerado (águas cinza e águas negras) é conectado à rede de esgoto, e a água de chuva é direcionada para a rede de drenagem, sem nenhum aproveitamento”. No estado do Rio de Janeiro, a Lei nº 9.164/2020 de autoria dos deputados Samuel Malafaia (DEM) e Luiz Paulo (Cidadania) determina que as novas edificações devem ter reservatório de acumulação de águas pluviais, conforme texto do art. 1º:

Art. 1º As edificações unifamiliares, a serem projetadas e construídas em perímetro urbano, a partir da publicação desta Lei, que tenham coberturas e telhados, superior a 100 (cem) metros quadrados, deverão ser dotadas de reservatórios de acumulação de águas pluviais para fins não potáveis e de reservatório de retardo, destinado ao acúmulo de águas pluviais, como preservação ambiental da água proveniente das chuvas, e posterior descarga na rede pública de drenagem das mesmas. § 1º Entende-se por águas pluviais as provenientes das chuvas. § 2º São os seguintes os reservatórios de que trata o caput deste artigo:

I - reservatórios de acumulação de águas pluviais, para fins não potáveis;

II - reservatórios de retardo, destinado ao acúmulo de águas pluviais e posterior descarga na rede pública de drenagem;

a) ficam dispensados da obrigatoriedade de reservatório de retardo destinado ao acúmulo de águas pluviais as edificações unifamiliares que possuírem superfície permeável equivalente a 25% (vinte e cinco por cento) ou mais da área total do terreno.

Observa-se assim que a preservação dos recursos hídricos está sendo uma realidade no país, visando a preservação da água, contribuindo não somente para o meio ambiente, mas também promovendo economia e sustentabilidade para a sociedade.

### 2.3 Construção sustentável e métodos de avaliação da sustentabilidade

A origem e evolução do desenvolvimento sustentável confundem-se com a própria disseminação de ideias sobre a necessidade de implantação de um novo modelo econômico baseado em iniciativas mais sociais por meio de visões mais sistêmicas, questionando o padrão de acumulação de capital vigente. Segundo Franco (2002, p. 17), “tais visões foram se formando a partir do encontro de várias contribuições, que vão desde a experiência das comunidades alternativas, passando pelo movimento socioambiental, até a chamada ação cidadã”.

É verdade que as pessoas que compõem as comunidades alternativas que apareceram na década de 1960, em todos os lados, não duraram muito. Mas, verificou-se que elas deixaram certa tradição, que se materializa, hoje em dia, em diversos e múltiplos empreendimentos, organizados, com o propósito de desenvolver as origens das relações econômicas com tecnologia moderna, agricultura orgânica, saúde, mudanças interpessoais, formas e projetos mais democráticos e participativos de gestão administrativa, política com controle social (FRANCO, 2002).

As mudanças dos diversos modelos de economia são defendidas por Franco (2002, p. 19), a partir do ponto em que os teóricos ressaltam a necessidade de promover melhorias na qualidade de vida, indicadores de desenvolvimento humano e sustentável, ao invés do simples crescimento material da produção. Assim, começaram a ser organizadas ações de promoção da inclusão social e de novas experiências cidadãs, por meio da implantação de espaços capazes de promover o desenvolvimento local e humano, possibilidade a efetivação da solidariedade com cidadania, melhorias na qualidade de vida e conservação do meio ambiente (MOTA, 2016).

Ao analisar o desenvolvimento local sustentável ao final dos anos 1980, Franco (2002, p. 20) menciona que:

Mais recentemente, as reflexões de vários teóricos contemporâneos nas áreas de sociologia, da política, da antropologia social, da geografia e do urbanismo, sobre o poder local e as políticas públicas, sobre a formação de identidades socioculturais locais sobre a conformação das novas territorialidades sobre a distribuição espacial do desenvolvimento, sobre o habitat como totalidade sistêmica, enfim, sobre o surgimento de novos espaços de vivência integral, de moradia e sócio-produtivos, de lazer e de ócio, têm introduzido novos conceitos que possibilitam um tratamento mais sistemático da questão do desenvolvimento local.

Nessa linha, algumas pessoas e instituições começaram então a indicar para a necessidade de desenvolver experiências cidadãs que, sem perder de vista o objetivo de propagar a vida, ou seja, garantir a vida e melhorar a condição de vida das pessoas, que captassem as carências

humano-sociais básicos como um todo e atuassem, desde várias frentes, de maneira integrada e convergente (FRANCO, 2002).

No entanto, Barral e Pimentel (2006) com os resultados dos seus estudos, destacaram a preocupação no princípio sustentável de que se referiam as ações racionais de preservação do meio ambiente, incluindo os sistemas primordiais para a vida e equilíbrio ecológico. Complementando esse entendimento, Motta (2016, p. 56) explica que:

[...] um recurso ambiental mostra o seu valor econômico quando se institui a partir do bem-estar das pessoas devido às mudanças na quantidade de bens e, na apropriação por uso ou não. Essa percepção de valor econômico, na busca do desenvolvimento sustentável, está presente, no Brasil, principalmente, no tocante às políticas de gerir os recursos hídricos.

Assim, no desenvolvimento sustentável, sob o olhar nos recursos naturais, os recursos hídricos atualmente são considerados como sendo uma das mais urgentes das preocupações, no que diz respeito a sua finitude e preservação (MOTTA, 2016).

A construção sustentável engloba todas as técnicas, meios e materiais que podem conduzir à construção de um local que possua a harmonia entre o meio ambiente, a natureza e o empreendimento. Nas obras as práticas da construção sustentável estão presentes em todas as fases do processo construtivo e da vida útil de um empreendimento que abrange aspectos como: “escolha de terrenos, implantação adequada evitando prejudicar o entorno, redução da geração de resíduos, relação com os trabalhadores, sociedade e usuários, escolha de materiais, manutenção e demolição” (FERREIRA, 2016, p. 395).

Para ser sustentável a construção deve levar em conta os aspectos econômico, ambiental e social, de forma que todos estejam presentes desde a primeira ideia, o início da construção, o descarte de materiais, o uso, a utilização e posterior demolição. Durante vários anos foram realizados diversos encontros e conferências no intuito de propor a qualidade ambiental, tendo como base tecnologias novas no intuito de ajudar as empresas, assim como a criação de modelos de gestão novos. Nesse sentido, surgem mecanismos e ferramentas com foco na responsabilidade social e ambiental, ou seja, a certificação na construção civil. Devido a sua importância, Corbella e Yannas (2019, p. 25) apresentam o Quadro 1 com os principais sistemas responsáveis por fazer uma avaliação ambiental nas construções civis.

**Quadro 1:** Principais sistemas existentes para avaliação ambiental de edifícios

PAÍS	SISTEMA	COMENTÁRIO
Reino Unido	BREEAM (BRE <i>Environmental Assessment Method</i> )	Sistema com base em critérios e benchmarks, para várias tipologias de edifícios. Um terço dos itens avaliados é parte de um bloco opcional de avaliação de gestão e operação para edifícios em uso. Os créditos são ponderados para gerar um índice de desempenho ambiental do edifício. O sistema é atualizado regularmente.



ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE MUDANÇA DE INJEÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS NO TRATAMENTO DE  
ÁGUA PRODUZIDA EM UMA PLATAFORMA (FPSO)

	PROBE ( <i>Post-occupancy Review of Building Engineering</i> )	Projeto de pesquisa para melhorar a retroalimentação sobre desempenho de edifícios, através de avaliações pós- ocupação (com base em entrevistas técnicas e com os usuários) e de método publicado de avaliação e relato de energia.
Estados Unidos	LEED ( <i>Leadership in Energy and Environmental Design</i> )	Inspirado no BREEAM. Sistema com base em critérios e benchmarks. O sistema é atualizado regularmente (a cada 3-5 anos) e versões para outras tipologias estão em estágio piloto. Na versão para edifícios existentes, a linguagem ou

		as normas de referência foram modificados para refletir a etapa de operação do edifício.
	MSDG ( <i>Minnesota Sustainable Design Guide</i> )	Sistema com base em critérios (emprego de estratégias de projeto ambientalmente responsável). Ferramenta de auxílio ao projeto
Internacional	GBC ( <i>Green Building Challenge</i> )	Sistema com base em critérios e benchmarks hierárquicos.
Hong Kong	HK-BEAM ( <i>Hong Kong Building Environmental Assessment Method</i> )	Adaptação do BREEAM 93 para Hong Kong, em versões para edifícios de escritórios novos ou em uso e residenciais. Não pondera.
Alemanha	EPIQR	Avaliação de edifícios existentes para fins de melhoria ou reparo.
Suécia	EcoEffect	Método de LCA para calcular e avaliar cargas ambientais causadas por um edifício ao longo de uma vida útil assumida. Avalia uso de energia, uso de materiais, ambiente interno, ambiente externo e custos ao longo do ciclo de vida (LCC). A avaliação de uso de energia e de uso de materiais é feita com base em LCA; enquanto a avaliação de ambiente interno e de ambiente externo é feita com base em critérios.
	<i>Environmental Status of Buildings</i>	Sistema com base em critérios e benchmarks, modificado segundo as necessidades dos membros. Sem LCA ou ponderação
Dinamarca	BEAT 2002	Método de LCA, desenvolvido pelo SBI, que trata os efeitos ambientais da perspectiva do uso de energia e materiais.
Noruega	EcoProfile	Sistema com base em critérios e benchmarks hierárquicos, influenciado pelo BREEAM. Possui duas versões: edifícios comerciais e residenciais.
Finlândia	<i>PromisE Environmental Classification System for Buildings</i>	Sistema com base em critérios e benchmarks, com ponderação fixa para quatro categorias: saúde humana (25%), recursos naturais (15%), consequências ecológicas (40%) e gestão de risco (20%).
Canadá	BEPAC ( <i>Building Environmental Performance Assessment Criteria</i> )	Inspirado no BREEAM e dedicado a edifícios comerciais novos ou existentes. O sistema é orientado a incentivos, e distingue critérios de projeto e de gestão separados para o edifício-base e para as formas de ocupação que ele abriga.
	BREEAM Canadá	Adaptação do BREEAM.
Áustria	<i>Comprehensive Renovation</i>	Sistema com base em critérios e benchmarks, para residências para estimular renovações abrangentes em vez de parciais.
França	ESCALE	Sistema com base em critérios e benchmarks. Pondera apenas os itens nos níveis inferiores. O resultado é um perfil de desempenho global, detalhado por sub-perfis
Japão	CASBEE ( <i>Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency</i> )	Sistema com base em critérios e benchmarks. Composto por várias ferramentas para diferentes estágios do ciclo de vida. Inspirada na GBTool, a ferramenta de projeto trabalha com um índice de eficiência ambiental do edifício (BEE), e aplica ponderação fixa e em todos os níveis
	BEAT ( <i>Building Environmental assessment Tool</i> )	Ferramenta LCA publicada pelo BRI ( <i>Building Research Institute</i> ), em 1991.
Austrália	NABERS ( <i>National Australian Building Environment Rating Schem</i> )	Sistema com base em critérios e benchmarks. Para edifícios novos e existentes. Atribui uma classificação única, a partir de critérios diferentes para proprietários e usuários. Em estágio-piloto.

Fonte: Corbella e Yannas (2019, p. 25).

Dentre os sistemas de avaliação apresentados no quadro 1, o LEED e CASBEE, por exemplo, orientam para a questão da água, avaliando a gestão da água da chuva e o uso eficiente da água no paisagismo, usando tecnologias inovadoras para reutilização e conservação da água. Segundo Ferreira (2016), a criação de referências precisa ser considerada durante um processo de certificação, pois estes serão responsáveis pela determinação de critérios que irão conferir a certificação do empreendimento, haja vista que serão levados em consideração os cuidados e preocupações com o meio ambiente, com os recursos naturais, assim como a sociedade e seus usuários. Nesse sentido é identificado no contexto mundial alguns órgãos responsáveis pela certificação, os quais dispõem sistemas para classificação e parâmetros distintos de avaliação.

#### 2.4 *Net Zero Water Buildings*

Pensando na sustentabilidade, vem sendo cada vez mais comum o interesse por projetos sustentáveis na construção civil. Isso porque, o foco está em diminuir os índices de degradação, o desperdício e, por conseguinte, a diminuição de sua disponibilidade. Pensando nesse cenário sustentável, estratégias estão sendo propostas na área da construção civil, como no caso do conceito de Edifícios com Balanço Hídrico Nulo, conhecido em inglês como Net Zero Water Buildings (NZWB) (SILVA et al. 2019).

Complementando essa temática, Morton (2013, p. 39) afirma que:

Uma edificação Net Zero Água é uma inovação tecnológica onde a unidade construtiva é totalmente responsável por produzir sua água potável, assim como por tratar todo o efluente gerado por ela. Em outros termos, a edificação se torna autossuficiente em relação aos recursos hídricos, e funciona como um ciclo fechado, operando de forma independente dos sistemas coletivos de abastecimento de água e coleta de esgoto.

Segundo o referido autor, para atender a demanda de água da edificação, faz-se necessário que sejam projetados sistemas de captação não convencional, ou seja, captar água de outro local não convencional. Englehardt et al. (2016, p. 199) explica que: “[...] a água utilizada poderá ser obtida por meio da captação de águas pluviais, ou extraída de poços subterrâneos, desde que autorizados”.

Nesse Contexto, Joustra e Yeh (2015) mencionam que na edificação baseada na proposta NZWB, o ciclo da água pode ser definido como sendo um sistema criado para que a movimentação da água acontece em toda a área construtiva, ou seja, apresenta como um ciclo que naturalmente acontece no meio ambiente.

Para que o sistema NZWB atenda às necessidades da edificação, fazendo o tratamento do afluente produzido é preciso que seja feita uma avaliação completa, envolvendo os seguintes aspectos: “[...] o regime pluviométrico da região, as características hidrológicas, as necessidades de consumo da edificação e

os tipos de efluentes gerados. Além disso, o sistema deve ser corretamente dimensionado para que sua eficiência seja máxima” (JOUSTR, YEH, 2015, p. 128).

Esse tipo de avaliação possibilita o bom aproveitamento da água, assim como proporciona diversos benefícios, dentre eles: “[...] diminuição do uso de energia e a erradicação da produção de resíduos sólidos, contribuindo para a saúde ambiental, promovendo economia, resiliência e sustentabilidade para a sociedade” (SILVA et al. 2019, p. 25).

Como alguns casos já implantado no Brasil, cita-se o Harmonia 57, concluído em 2007 na cidade de São Paulo. Para sua construção os projetistas implementaram o conceito do manejo integrado de água, contando com o projeto de aproveitamento e manejo de água de chuva e aproveitamento de água de rebaixamento de lençol freático (FLUXOS DESIGN ECOLÓGICO, 2002). Assim, de acordo com os especialistas o sucesso do sistema NZWB está relacionado ao uso das tecnologias, assim como das técnicas disponíveis.

### **3. METODOLOGIA**

A metodologia do estudo fundamentou-se em três etapas. Na primeira etapa foi feita uma revisão da literatura, em que foi feita uma explanação sobre a importância da água, construção sustentável e métodos de avaliação da sustentabilidade nas edificações e sobre o sistema NZWB.

Na segunda etapa foi feita uma pesquisa sobre o aproveitamento da água pluvial de uma edificação residencial baseado no conceito de net zero water building. Na terceira etapa foi feita uma identificação em um esquema genérico considerando as possíveis opções de consumo de combinação do uso racional da água.

### **4. RESULTADOS DISCUSSÕES**

Existiu um período em que se acreditava que os recursos naturais eram inesgotáveis, no qual era considerado ainda que a natureza tivesse a capacidade de se regenerar no momento em que fosse necessário, no entanto, essa concepção já não é apreciada como correta, pois a natureza tem se mostrado contraditória a essa teoria (BRASIL, 2014).

Em meio aos constantes debates sobre o aquecimento global, bem como sobre a urgência em se preservar o meio ambiente, constata-se que o mercado da construção civil brasileira decidiu aderir na onda do “ecologicamente correto”. Percebe-se que, os empreendimentos imobiliários sustentáveis, vêm ganhando força na tentativa de diminuir o desperdício e ao mesmo tempo preservar o meio ambiente.

A tendência atual no setor da construção civil é a construção verde ou sustentável, baseando-se em materiais ecologicamente corretos, soluções eficazes, com técnicas de pontas, mas não caras, haja vista que

objetivam a promoção do uso de materiais bons, de baixo custo e que primam pela redução no consumo de energia elétrica, água, além de não aumentarem a produção de gases tóxicos.

Assim, com toda a preocupação com o meio ambiente, pode-se dizer que, edifícios verdes são prédios que adotam parâmetros pré-estabelecidos e com uma aplicação adequada dos recursos naturais indispensáveis a sua correta aplicação, como ainda a apropriada destinação dos resíduos originados por essa utilização. Assim sendo, o cuidado com a eficácia e com a qualidade procura estar sempre voltada para o mínimo impacto ambiental possível.

Em complemento ao tema, Feldmann (2022, p. 1) afirma que:

No Brasil, a iniciativa mais importante e recente no assunto foi a criação do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável - CBCS ([www.cbcs.org.br](http://www.cbcs.org.br)), que surgiu da necessidade de integrar boas práticas de sustentabilidade e criar uma maneira estruturada de interagir com outros setores, além de promover o desenvolvimento sustentável por meio da geração e disseminação de conhecimento e da mobilização da cadeia produtiva da construção e seus consumidores. Para tanto pretende-se desenvolver metodologias adequadas à realidade brasileira para avaliação da sustentabilidade de serviços e empreendimentos e promover a elaboração de publicações e referências técnicas direcionadas às empresas e profissionais do setor.

Diante dessa proposta, edifícios sustentáveis e autossuficientes em relação questões relacionadas a energia e recursos hídricos não são mais apenas um sonho e apesar de ser pequeno, percebe-se que o mercado está em ascensão. Sobre esse contexto, destaca-se que:

À primeira vista, dar adeus à conta de luz ou de água parece um sonho distante. Mas essa já está sendo a realidade de cada vez mais edifícios no país. São os chamados Net Zero: edifícios inteligentes e eficientes que, graças a investimentos e visão de futuro, se tornaram autossustentáveis energética e/ou hidricamente. Engana-se quem pensa que esse é um processo viável apenas a edifícios. Os Net Zero têm se espalhado pelos mais diversos segmentos do mercado, se tornando mais acessíveis e economicamente atrativos inclusive para residências (GBCBRASIL, 2017, p. 1).

Diante dessa proposta, diversos autores vêm destacando que o NZWB apresenta características importantes que vão desde a etapa da elaboração do projeto, tendo como propósito um melhor aproveitamento dos recursos hídricos disponíveis, focando também na minimização do desperdício e manutenção dos recursos gastos.

Para o reuso planejado da água pressupõe-se que há um sistema de tratamento de afluentes, criados de acordo com as normas de qualidade exigidos pelo novo uso da água. Complementando essa linha de raciocínio, Florêncio et al. (2006, p. 44) classifica o reuso de acordo com o tipo de utilização, a saber:

**Quadro 2:** Classificação do reuso de acordo com o tipo de utilização

<b>- Reuso Indireto não Planejado</b>	Ocorre quando a água já usada, uma ou mais vezes em alguma atividade humana é descarregada no meio ambiente e novamente utilizada a jusante, em sua forma diluída, de maneira não intencional e não controlada.
---------------------------------------	---

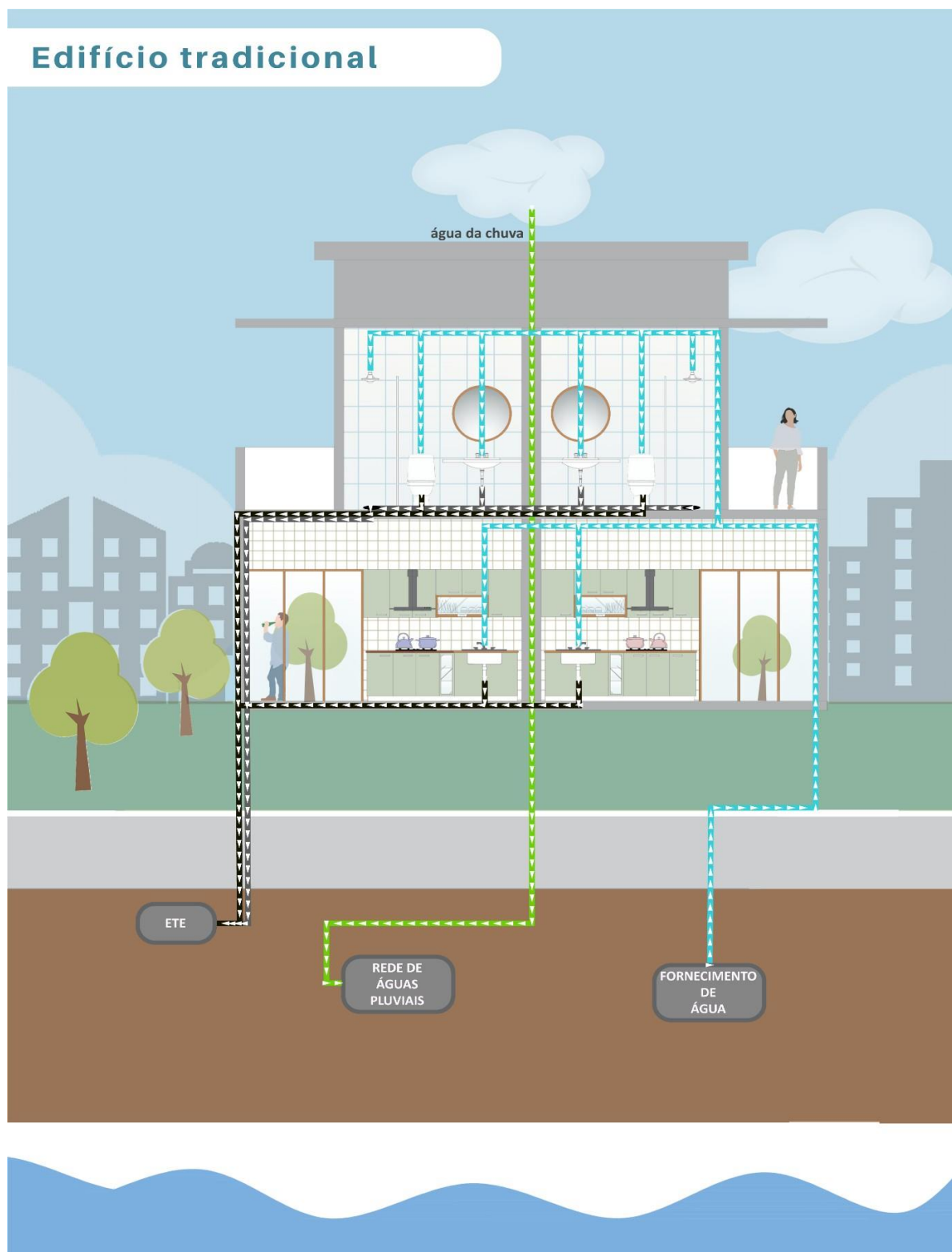
<b>- Reuso Planejado</b>	Ocorre quando o reuso é resultado de uma ação humana consciente, adiantado ponto de descarga do efluente a ser de forma direta ou indireta.
<b>- Reuso Direto Planejado</b>	Ocorre quando os efluentes, após devidamente tratados, são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o local de reuso.
<b>- Reuso Interno planejado</b>	Ocorre quando os efluentes, depois de convenientemente tratados, são despejados de forma planejada nos corpos d'água superficiais ou subterrâneos, para serem utilizados a jusante em sua forma diluída e de maneira controlada, no intuito de algum uso benéfico.

Fonte: Florêncio et al. (2006, p. 44).

Já na percepção de Mancuso e Santos (2003) o reuso da água pode ser classificado também em potável e não potável, o qual pode ser utilizado para fins domésticos, industriais, agrícola, recreativo e outros.

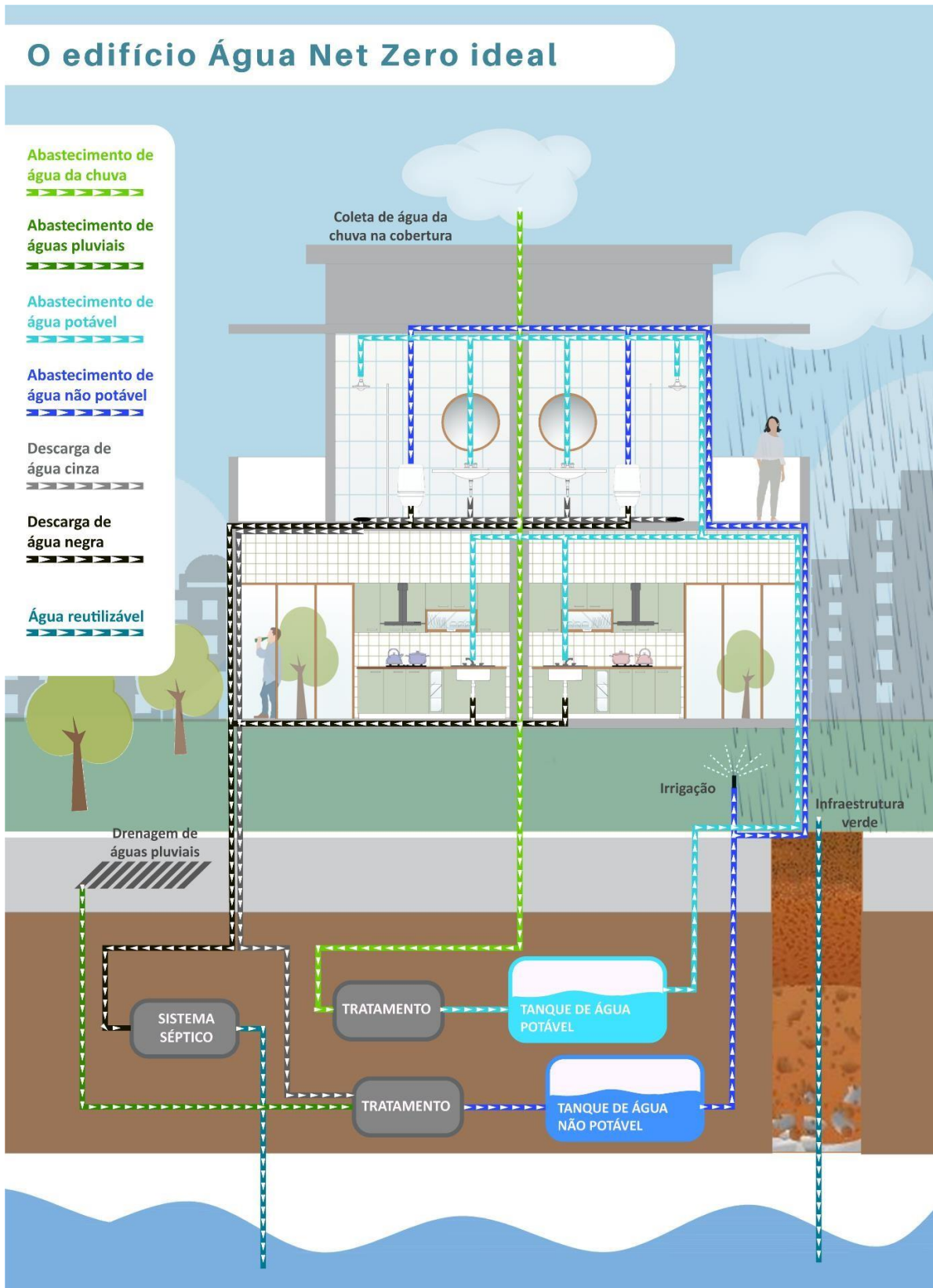
Para o estudo em questão foram criados: Cenários 1: Edifício tradicional (Figura 1), e Cenário 2: edifício Água Net Zero Ideal (Figura 2). O projeto prever o abastecimento de água de chuva, abastecimento de águas pluviais, abastecimento de água potável, abastecimento de água não potável, assim como também descarga de água cinza, descarga de água negra e água reutilizável.

Figura 1: Cenário 1: edifício tradicional



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 2: Cenário 2: edifício Água Net Zero Ideal



Fonte: Autoria própria (2022).



Complementando essa temática, apresenta-se a Tabela 1 com o perfil do uso da água na economia doméstica para quatro pessoas.

**Tabela 1:** Perfil do uso da água na economia doméstica para quatro pessoas

Uso	Consumo para 1 mês (litro)	Consumo para 1 dia (litro)	Consumo per capita (litro)
Escovar os dentes (3 vezes por dia cada pessoa)	120	4	1
Banho de chuveiro elétrico (5 minutos, 1 vez ao dia cada pessoa)	2400	80	20
Descarga do sanitário (5 vezes ao dia)	2400	80	20
Lavar a louça (3 vezes ao dia)	1800	60	15
Lavar roupa/tanque (15 minutos 3 vezes por semana)	1920	64	15
Água para ingestão	240	8	2
Preparo de alimentos	600	20	5
Limpeza da casa (1 balde por dia)	600	20	5
Total	10080	236	84

Fonte: Sanepar (2020).

Observa-se com os dados apresentados na tabela 1, que o consumo total para um mês é de 10.080 litros para uma residência familiar composta por 4 pessoas. Como pode ser visto no cenário 1 a água potável é suprida somente pela companhia de abastecimento, sem nenhum tipo de aproveitamento de águas cinza ou da chuva.

Já no cenário 2, a água da chuva é captada e direcionada para o reservatório semienterrado (SER), onde é feito o tratamento, sendo a água transportada para um tanque de água potável e posteriormente usada para consumo na cozinha e banheiro. No caso do abastecimento de águas pluviais, a partir da drenagem feita, a água é encaminhada para um reservatório também semienterrado e após o tratamento direcionado para um tanque de água não potável, sendo esta utilizada para irrigação e uso na descarga nos banheiros.

Na descarga de água cinza, ou seja, da água utilizada na pia da cozinha e banheiro é feito o mesmo processo do abastecimento de águas pluviais, sendo após o tratamento também utilizada na irrigação e descarga dos banheiros. Com relação a descarga da água negra, está é direcionada para o sistema séptico e descartada.

O aproveitamento provocaria uma redução dos custos familiar, haja vista que o tratamento da água da chuva e das águas cinzas seria feito na própria residência, sendo reutilizada para outras finalidades, ou seja, a água da chuva, após tratamento seria potável e as águas de tratamento cinza seria não potável,

podendo ser utilizada na descarga dos banheiros e não mais a água potável fornecida pela companhia de abastecimento pública.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante do apresentado ao longo deste artigo, analisou-se a fundamental importância da sustentabilidade no setor da construção civil como forma de contribuir com o meio ambiente e o bem-estar social. Para isso, além das construtoras terem consciência de sua relevância, as empresas e profissionais dessa área precisam aderir a esta prática, não apenas como forma de obter a vantagem competitiva desejada, mas sim, e principalmente por saberem que as pequenas ações em conjunto têm como consequência a melhoria da qualidade de vida, assim como da preservação do meio ambiente.

Como pode ser visto, no sistema tradicional, a água da companhia de abastecimento público chegar até o edifício. A água da chuva se conecta nas redes pluviais e encaminha para o esgoto para tratamento também na companhia de rede pública. Já no sistema Net zero é feito o reaproveitamento das águas pluviais, fazendo com que o consumidor use menos da água fornecida pela rede pública, sendo tratado o esgoto na residência, de acordo com as pesquisas

A implantação de um sistema de reuso deve ser feita de forma que os usuários que se beneficiarão com esse método conheçam as vantagens para o meio ambiente que o sistema apresenta, sobre a economia financeira e hídrica gerada, além de informar os riscos que estarão sujeitos e os cuidados que devem ser tomados, sendo assim um importante recurso para auxiliar na diminuição do custo com água e preservação do meio ambiente. Assim, para o desenvolvimento de outros estudos, deixa-se como sugestão a realização comparativo de investimento versus retorno, para dessa forma evidenciar a viabilidade econômica da prática do NZWB.

## **REFERÊNCIAS**

AMBIENTE BRASIL. **Brasil desperdiça 45% da água captada.** Disponível em: <<http://noticias.ambientebrasil.com.br/noticia/?id=34776>>. Acesso em: 28 ago. 2022.

ANA. **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil.** Disponível em: <[http://www.brasildasaguas.com.br/brasil\\_das\\_aguas/importancia\\_agua.html](http://www.brasildasaguas.com.br/brasil_das_aguas/importancia_agua.html)>. Acesso em: 22 ago. 2022.

BARRAL, Welber; PIMENTEL Luis Otávio. **Direito ambiental e desenvolvimento.** Florianópolis: Fundação Boiteux, 2006.

BRASIL. **Conservação e reuso da água em edificações.** 2014. Disponível em: <<http://az545403.vo.msecnd.net/uploads/2014/08/conservacao-e-reuso-de-aguas-2005.pdf>>. Acesso em: 4 out. 2022.

BRASIL DAS ÁGUAS. **A importância da água.** Disponível em: <[http://www.brasildasaguas.com.br/brasil\\_das\\_aguas/importancia\\_agua.html](http://www.brasildasaguas.com.br/brasil_das_aguas/importancia_agua.html)>. Acesso em: 22 ago. 2022.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental.** Rio de Janeiro: Revan, 2019.

SILVA, Amanda Oliveira et al. Proposta de Projeto de uma Edificação Sustentável Baseada no Conceito de Net Zero Water Buildings. **Gestão e Gerenciamento**, v. 13, n. 13, p. 1-8, 2020. Disponível em: <<https://nppg.org.br/revistas/gestaoegerenciamento/article/view/498>>. Acesso em: 31 out. 2022.

DANTAS NETO, J. **Uso eficiente da água:** aspectos teóricos e práticos. Edición electrónica gratuita, 2018.

ENGLEHARDT et al. Net Zero Water management: Achieving energy positive municipal water supply. Environmental Science: **Water Research & Technology**, n. 2, p. 250-260, mar. 2016.

FELDMANN, Fábio. **Sustentabilidade:** a vez da construção civil. Disponível em: <<http://terramagazine.terra.com.br/interna/00I1877652-EI6586,00.html>>. Acesso em: 20 out. 2022.

FERREIRA, Oswaldo Poffo. **Manual da madeira:** uso sustentável na construção. Instituto de Pesquisas Tecnológicas: SVMA: SindusCon-SP. 2016.

FERREIRA, Oswaldo Poffo. **Manual da madeira:** uso sustentável na construção. Instituto de Pesquisas Tecnológicas: SVMA: SindusCon-SP. 2016.

FLUXUS DESIGN ECOLÓGICO. HARMONIA 57. Disponível em: <<http://fluxus.eco.br/portfolio/harmonia-57/#toggle-id-1>>. Acesso em: 20 out. 2022.

FURRIELA, Rachel Biderman. **Educação para o consumo sustentável.** Ciclo de Palestras sobre Meio Ambiente - Programa Conheça a Educação do Cibec/Inep- MEC/SEF/COEA, 2017.

FLORÊNCIO, L.; BASTOS, R. K. X.; AISSÉ, M. M.; et al. **Tratamento e Utilização de Esgotos Sanitários.** PROSAB 4 – Programa de Pesquisas em Saneamento Básico. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

FRANCO, Augusto de. Porque precisamos de desenvolvimento local e integrado e sustentável. In: **Gestão do Desenvolvimento e Poderes Locais:** marcos teóricos e avaliação. Tania Fischer (Org.). Salvador: Casa de Qualidade, 2002.

GREENBUILDING BRASIL – GBCBRASIL. **Net Zero:** realidade mais viável do que se imagina. 21/03/2017. Disponível em: <<https://www.gbcbrazil.org.br/net-zero-realidade-mais-viavel-do-que-se-imagina/>>. Acesso em: 20 out. 2022.

JOUSTRA, Caryssa; YEH, Daniel. Framework for Net Zero and net-positive building water circle management, **Building research and information**, v. 43, n. 1, p. 121- 132, 2015.

LEGISWEB. Informação rápida e confiável. **Lei nº 9164** de 28 de dezembro de 2020. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=407102>>. Acesso em: 31 out. 2022.

MANCUSO, P. C. S., SANTOS, H. F. **Reuso de Água.** São Paulo: Manole. 2003.

MORTON, Jennie. A path to Net Zero water: flood your building with these waterreclamation strategies. **Buildings**, p. 28-31, ago. 2013.

MOTA, Suetônio. **Gestão ambiental de recursos hídricos**. 3. ed. atual. e rev. Riode Janeiro: ABES, 2016.

REBOUÇAS, A. C. **Águas doces no Brasil**. São Paulo: Escrituras, 2016.

SANEPAR. **Economia**. Disponível em: <<https://site.sanepar.com.br/informacoes/economia>>. Acesso em: 31 out. 2022.

SILVA, A. O.; ARGÔLO, A. L. L.; MELLO, L. B. M. D.; CUNHA, T. D., FIGUEIREDO, K.;

HADDAD, A. N.; MIGUEZ, M. G.; VERÓL, A. P. **Aproveitamento de água de chuva em edificações multifamiliares considerando o conceito de Net Zero Water Buildings**. EUROELECS, Santa Fé-Paraná, Argentina, 2019.

THEODORO, S. H. et al. **Conflitos e uso sustentável dos recursos naturais**. Rio de Janeiro: Garamond, 2012.

TUNDISI, J. G. **Água no Século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: Rima, IIE, 2. ed., 2015.

WWF. **Dia mundial da água**. Disponível em: <[https://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/areas\\_prioritarias/pantanal/dia\\_da\\_agua/#:~:text=Do%20total%20de%20%C3%A1gua%20dispon%C3%ADvel,1%25%20est%C3%A1%20dispon%C3%ADvel%20para%20consumo](https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/pantanal/dia_da_agua/#:~:text=Do%20total%20de%20%C3%A1gua%20dispon%C3%ADvel,1%25%20est%C3%A1%20dispon%C3%ADvel%20para%20consumo)>. Acesso em: 22 ago. 2022.