



CIDADES
RESILIENTES E
A URGÊNCIA
POR PROJETOS
NET ZERO WATER

CBIC

SENAI

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
PELO FUTURO DO TRABALHO

FICHA TÉCNICA

José Carlos Martins

Presidente da Câmara Brasileira da indústria da Construção - CBIC

Nilson Sarti

Presidente da Comissão de Meio Ambiente e Sustentabilidade - CMA/CBIC

Celso Petrucci

Vice-presidente da área da Indústria Imobiliária da CBIC

Patrícia Ribeiro Rêgo

Gerente Executiva - CBIC

Mariana Silveira Nascimento

Gestora dos Projetos da CMA/CBIC

EQUIPE TÉCNICA

Coordenadora do projeto

Infinitytech Engenharia e Meio Ambiente

Ana Carolina Vieira de Paula

Coordenadora Técnica Infinitytech

Virginia Dias de Azevedo Sodré

Diretora Técnica Infinitytech

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Andreza Figueiredo

Assessora de Imprensa - CBIC

DIAGRAMAÇÃO E PROJETO GRÁFICO

Evo Marketing (@evomkt)

Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC

SBN Quadra 01 – Bloco I – Edifício: Armando Monteiro Neto, 3º e 4º Andar

CEP 70.040-913 - Brasília/DF

Telefone: (61) 3327-1013

E-mail: cma@cbic.org.br

www.cbic.org.br

ÍNDICE

1. Cidades Resilientes e a urgência por projetos Net Zero Water	4
2. A atual Gestão Hídrica no Brasil	7
3. Net Zero Water	10
4. Cidades Resilientes e a importância de projetos Net Zero Water	17
5. Os Desafios para os projetos Net Zero Water	25
6. Referências	30

CIDADES RESILIENTES E A URGÊNCIA POR PROJETOS NET ZERO WATER

O aumento da população mundial e da migração para cidades em busca de melhores condições de vida contribuem para o crescimento urbano acelerado e desordenado. Atualmente mais da metade da população mundial vive em áreas urbanas e a ONU estima que até 2050 dois terços da humanidade viverão em cidades, fazendo-se necessárias novas edificações e infraestruturas para atender a essa população, aumentando a insegurança hídrica e pressão sobre os recursos hídricos.

No Brasil, 70% do PIB Industrial e 71% da população brasileira estão localizados na região Nordeste e Sudeste, onde há somente 9% da água doce disponível. Podemos observar que o impacto da indústria da construção civil na gestão dos recursos hídricos tem inegável relevância: um estudo da CBIC (2020) demonstra que nestas regiões há uma concentração de 68% das novas habitações no Brasil e uma projeção de crescimento de novas moradias 3,7 vezes superior ao crescimento demográfico. Além disso, há a crescente impermeabilização dos solos, ou seja, estamos intensificando o desenvolvimento urbano do Brasil em regiões que já possuem stress hídrico.

O setor da construção civil tem uma grande responsabilidade no desenvolvimento das cidades, influenciando a infraestrutura urbana, o saneamento ambiental, o transporte e os serviços públicos de maneira que as ações daquele setor impactam o entorno e trazem reflexos importantes para a gestão de água das cidades.

Os recursos hídricos, por sua vez, são considerados bens cada vez mais escassos, especialmente por meio da ótica que considera sua disponibilidade em termos de quantidade e de qualidade. Segundo pesquisas da World Weather Attribution, o aquecimento global ampliou em 20% a possibilidade de ocorrência de chuvas extremas. Em Pernambuco, na cidade do Recife, entre os dias 27 e 28 de maio choveu 70% do esperado para o mês. As chuvas torrenciais causaram a morte de mais de 130 pessoas devido a deslizamentos e inundações, além de afetar mais de 25 mil pessoas e gerar um grande prejuízo econômico à população (Estadão, 2022). O estudo também apontou a falta de preparo do poder público na prevenção e mitigação de eventos climáticos deste tipo.

Além do prejuízo das vidas que são ceifadas pela chuva extrema e pela falta de infraestrutura adaptada nas cidades, temos os prejuízos econômicos que são gerados pelas inundações. Uma pesquisa realizada pelo Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos (Depe-

480 empresas da grande São Paulo, o prejuízo econômico chegou a aproximadamente R\$ 1,3 bilhão, sendo este causado pela ausência de mão de obra no trabalho, transporte e atraso na entrega de mercadorias e insumos, dentre outros.

De acordo com CRED (2021), as enchentes correspondem ao principal tipo de desastre no mundo, tendo sido registradas 223 ocorrências. Somente no ano de 2021 foram registradas 223 ocorrências cujas quais relataram 4.143 mortes, 29,2 milhões de casos de pessoas afetadas e U\$74,4 bilhões

Segundo a Confederação Nacional de Municípios (CNM), os prejuízos decorrentes das chuvas no Brasil entre 2017 e 2022 contabilizaram R\$ 55,5 bilhões, sendo o período chuvoso de 2020/2021 o mais afetado, com R\$ 18,9 bilhões em prejuízos. Já as secas, apesar de menos frequentes, foram responsáveis em 2021, no mundo, por afetar 52,7 milhões de pessoas e causar um prejuízo de U\$ 12,1 bilhões de dólares. Segundo CNM, os prejuízos econômicos causados pela seca no Estado Rio Grande do Sul, de janeiro de 2020 a março de 2022, já ultrapassaram R\$ 42 bilhões. A falta de água para abastecimento humano e animal foi um dos problemas enfrentados, atingindo mais de 3,6 milhões de pessoas.

FOTO: RICARDO MORAES /REUTERS



BOMBEIROS ATUAM EM BUSCAS NO MORRO DA OFICINA, EM PETRÓPOLIS.

Documento publicado pelo Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), relatou que o Brasil teve entre 1991 a 2020 aproximadamente 63 mil ocorrências de desastres em quase todos os seus municípios, cerca de 5.182 foram afetados por eventos extremos, sejam chuvas intensas, secas, vendavais, erosões, ondas de frio, dentre outros.

O Brasil, como um país em desenvolvimento, ainda conta com um saneamento precário. Cerca de 100 milhões de pessoas não possuem acesso a coleta e tratamento de esgoto, mais da metade dos resíduos sólidos gerados no país ainda são descartados de maneira irregular em aterros controlados e lixões, que resulta em uma ocupação desordenada de boa parte dos municípios. Esses fatores ocasionam impactos na infraestrutura urbana e, em especial, no sistema de drenagem, agravando ainda mais a poluição dos mananciais, o assoreamento de rios e córregos, a contaminação do solo, a obstrução dos sistemas de drenagem urbana e a intensificação de enchentes, refletindo, também, em impactos à saúde da população e acentuando os efeitos ocasionados pelas mudanças climáticas no país.

O manejo do uso e ocupação do solo tem se mostrado relevante na contribuição do aumento da severidade de enchentes e secas, amplificando o efeito das mudanças climáticas. A impermeabilização das áreas urbanas, relacionadas a urbanização e novas construções, reduzem a infiltração da água de chuva no solo e aumentam o escoamento superficial promovendo o aumento das vazões dos corpos hídricos durante precipitações e reduzem, por outro lado, a recarga de águas subterrâneas, diminuindo a vazão dos rios durante os períodos de seca (Chagas et al., 2022).

Segundo estudo realizado pelo MapBiomias, em 30 anos, o Brasil perdeu 3,1 milhões de hectares da sua superfície de água, uma redução de 15,7%, indicando uma tendência clara de redução de água no país. A diminuição do volume de chuvas tem o desmatamento da Floresta Amazônica como um dos fatores (Baudena et al., 2021).

Nesse sentido, é urgente a necessidade de uma maior responsabilidade da indústria da construção, com a adoção de infraestruturas mais resilientes e adaptadas, que visam a gestão sistêmica e integrada da água, frente à problemática atual relacionado às infraestruturas de saneamento vigentes e o clima. A resiliência urbana, de acordo com Meerow et al. (2016), se refere à capacidade de um sistema urbano e todos os seus componentes, ao longo de escalas temporais e espaciais, de se manter ou rapidamente retornar às funções desejadas em face de alguma perturbação, de se adaptar à mudança e rapidamente transformar sistemas que limitem a atual ou futura capacidade adaptativa.

Por urgente a necessidade de uma gestão participativa, sendo de vital importância que o setor compreenda o impacto causado pela apropriação dos recursos hídricos em seus processos e atue de forma a minimizar as externalidades negativas e impulsionar as positivas.



NET ZERO
WATER

A ATUAL GESTÃO

HÍDRICA NO BRASIL

CBIC

A ATUAL GESTÃO HÍDRICA NO BRASIL

A gestão tradicional de água ainda é preponderante no nosso país. Ela é baseada essencialmente no incremento da oferta de água por meio do aumento da exploração de novos mananciais localizados em bacias hidrográficas cada vez mais distantes dos pontos de consumo. Além do aumento da pressão sobre os corpos hídricos, esse modelo resulta em maiores volumes de esgoto produzidos, os quais nem sempre ou raramente recebem tratamento adequado e são lançados no meio ambiente, agravando o estresse hídrico no qual muitas regiões brasileiras se encontram hoje (CNI, 2019).

Os impactos ocasionados pelas mudanças climáticas, com seus eventos extremos, e a crescente concentração populacional em meios urbanos, com a ocupação desordenada do solo e a limitação natural de disponibilidade hídrica levam a quadros cada vez mais frequentes de estresse hídrico crônico, racionamento de água, degradação da qualidade de rios e inundações, demonstrando, assim, que a gestão de recursos hídricos é complexa e exige abordagens múltiplas e coordenadas.

Os setores público e privado, assim como a sociedade civil em geral, têm dado especial visibilidade ao tema, havendo consenso de que a busca por soluções requer abordagens integradas e sistemáticas que atuem tanto em escala micro (como uma única edificação), escala meso (a nível da infraestrutura urbana de saneamento) e com escala macro (a nível da bacia hidrográfica), sendo necessária a adoção de soluções mais sustentáveis e resilientes para lidar com a falta de infraestrutura e com as mudanças climáticas, tendo em vista que é esperado que esse fenômeno aumente a frequência e intensidade de eventos extremos (IPCC, 2021).

Segundo WMO (2022), entre 2001 e 2018, 74% de todos os desastres naturais foram relacionados à água, sendo esta a grande causa do século 21, estando cada vez mais no centro das atenções. A Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), formulada em 2015, apresenta os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e suas 169 metas, abordando o tema água, direta ou indiretamente, em diversos deles. Destacam-se aqui os Objetivos 6, 11 e 13 que tratam, respectivamente, sobre assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos, tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis e, por fim, tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos.

As cidades são vulneráveis a riscos relacionados ao clima porque o ambiente construído pode exacerbar os riscos climáticos, que podem exercer pressão sobre os sistemas urbanos. Edifícios e estradas, por exemplo, absorvem e emitem o calor do sol, causando o que é conhecido como efeito de ilha de calor urbana. Infraestrutura mal planejada, como córregos pavimentados, pode interferir na drenagem da água. Além disso, a infraestrutura urbana moderna e seus sistemas operacionais estão intimamente conectados. Uma falha em uma parte de uma rede pode afetar outra parte, multiplicando os danos.

As cidades deveriam estar na vanguarda da luta contra as alterações climáticas. Estas estão frequentemente localizadas em zonas vulneráveis aos efeitos das alterações climáticas; no entanto, estas também reúnem pessoas e organizações que podem trabalhar juntas para encontrar soluções. Além da descarbonização, as cidades terão que se adaptar para evitar ou mitigar os piores efeitos de um clima em mudança (Mackynsie, 2021). O ambiente construído pode exacerbar o impacto climático, desta forma, para proteger a vida e os meios de subsistência dos residentes urbanos, logoas cidades devem melhorar sua resiliência.

Para combater os efeitos das mudanças climáticas se faz necessário adotar mudanças nos negócios: é preciso apresentar soluções para acelerar a corrida para o impacto zero, como também adotar soluções adaptadas e resilientes para mitigar os efeitos e minimizar os prejuízos ocasionados pela agenda do clima e do meio ambiente nas cidades. Desta forma, os compromissos Net-Zero têm se tornado comuns entre companhias e governos conforme estas preocupações aumentaram, embora muito do que esteja sendo feito tem por foco o refreamento das emissões de gases do efeito estufa, visando atingir Net Zero Emissions (Emissões Líquidas Zero), como abordado anteriormente grande parte dos impactos das mudanças climáticas nas cidades estão relacionados a água, e esta tem se tornado a nova meta ambiental em muitos países, onde os compromissos com o Net Zero Water estão ganhando espaço.



NET ZERO
WATER

CBIC

NET ZERO WATER

À medida que as cidades se adensam e enfrentam ameaças crescentes das mudanças climáticas, incluindo chuvas fortes, eventos de calor extremo e secas, estas precisam repensar a sua infraestrutura existente e adaptá-las para esta nova realidade. É urgente a necessidade de infraestruturas e soluções mais resilientes, adaptadas para consumir menos água, e com a capacidade de absorver água e liberá-la mais lentamente em lagos e rios, ajudando a evitar enchentes, neutralizando os impactos ocasionados pela água no entorno e na bacia.

Há um novo conceito que vem ganhando destaque no cenário internacional: cidades esponjosas., Sendo este associado a infraestruturas mais resilientes com capacidade de absorver a água da superfície, trabalhando em sintonia com a natureza. Para a infiltração rápida das fortes chuvas, em vez de depender apenas de infraestruturas cinzas, como tubulações e bombas, tendo, assim, mais capacidade de lidar com climas mais extremos e aumento do nível do mar. Estas soluções fazem parte das soluções de infraestrutura verdes e azuis, que trazem uma nova visão para a gestão hídrica municipal e de novas edificações, na qual uma quantidade significativa de água não é importada nem exportada da bacia. Almeja-se independência hídrica local e ao utilizar fontes alternativas de água e a compensação do uso da água da bacia por meio da recuperação pelo retorno desta à fonte original, estas novas soluções quando estruturadas de forma integrada, fazem parte do conceito do Net Zero Water.

Estas estratégias do Net Zero Water estão surgindo como alternativa viável, trazendo não só soluções mais resilientes para as edificações e indústrias como também estas podem ser aplicadas para a gestão da água municipal.

O principal objetivo do Net Zero Water consiste na preservação dos recursos hídricos tanto em termos quantitativos quanto qualitativos. Edifícios Net Zero Water visam minimizar o consumo total de água, maximizar fontes alternativas de água e minimizar o lançamento de efluentes sanitários, bem como retornar a água para a fonte original com qualidade igual ou superior (Figura 1). Ao seguir estratégias net-zero water, é possível construir cidades e empreendimentos que preservam os recursos hídricos e contribuem com a melhoria da infraestrutura e segurança hídrica local.



Figura 1. Conceito Net Zero Water. Fonte: Adaptado de EERE (2022).

Os principais elementos de uma construção Net Zero Water incluem: redução da demanda por meio da implantação de tecnologias que consomem menos água e da redução de perdas no sistema hidráulico predial; diversificação da matriz hídrica pelo uso de fontes alternativas de água; possível estratégia do tratamento dos efluentes residuais in loco e/ou reúso destes ou devolução para o manancial explorado; e, implementação de infraestruturas verdes para neutralizar o impacto da drenagem urbana do local, favorecendo a infiltração e recarga do aquífero, neutralizando o consumo de água potável no local.

A gestão da demanda objetiva a utilização eficiente da água disponível, combatendo o desperdício. Alguns dos instrumentos do gerenciamento da demanda de água consistem na medição setorizada, com a instalação de hidrômetros em pontos estratégicos do sistema hidráulico predial, detecção e controle de perdas de água nesse sistema e instalação e utilização de equipamentos economizadores. Este conceito pode-se estender para a gestão de água municipal, sendo importante a gestão efetiva das perdas físicas de água. Entende-se por perda toda a água que escapa do sistema antes de ser utilizada para uma atividade fim.

As premissas das soluções de gestão da demanda já devem ser concebidas no projeto da edificação e devem ser mantidas durante toda sua vida útil, garantindo que os consumos eficientes projetados sejam atingidos. O uso eficiente da água consiste na utilização apenas da quantidade necessária e suficiente para o desempenho esperado de determinada atividade ou equipamento, sem comprometer a qualidade da atividade e a saúde dos usuários.

A gestão contínua da demanda hídrica em edificações é fundamental para manter a redução observada dos indicadores de consumo após a implantação de ações para a redução do consumo de água, podendo a falta dessa prática contribuir para novas elevações após um determinado período. Através do monitoramento contínuo e com o uso do IOT, é possível detectar elevações injustificadas ou indesejadas e, rapidamente, proceder com ações corretivas para o retorno ao patamar original.

Já a gestão da oferta tem por objetivo avaliar e promover o uso de fontes alternativas de água potável ou não potável na edificação, possibilitando diversificar a matriz hídrica do empreendimento e reduzir o consumo de água potável, com a adoção de fontes de água não potável para atendimento às demandas não potáveis, tais como descarga de bacias sanitárias e mictórios, irrigação e torres de resfriamento.

A diversificação da oferta hídrica pode se dar por meio do reúso de efluentes tratados, aproveitamento de água de chuva e ou pluvial, água de rebaixamento de lençol, entre outros. Ressalta-se que o índice pluviométrico das regiões, áreas técnicas disponíveis, tarifas de água da concessionária de saneamento e, principalmente, o volume das demandas não potáveis irão afetar a viabilidade técnica, econômica e financeira para a adoção destas fontes. No Brasil, diferente de outros países, a legislação local não permite o aproveitamento de água de chuva para fins potáveis, mesmo que estas atendam aos padrões de qualidade definidos na Portaria

GM/MS nº 888 do Ministério da Saúde, que trata sobre a potabilidade da água. Em outros países como os Estados Unidos, observa-se estados que permitem a adoção desta fonte para atendimento a fins potáveis.

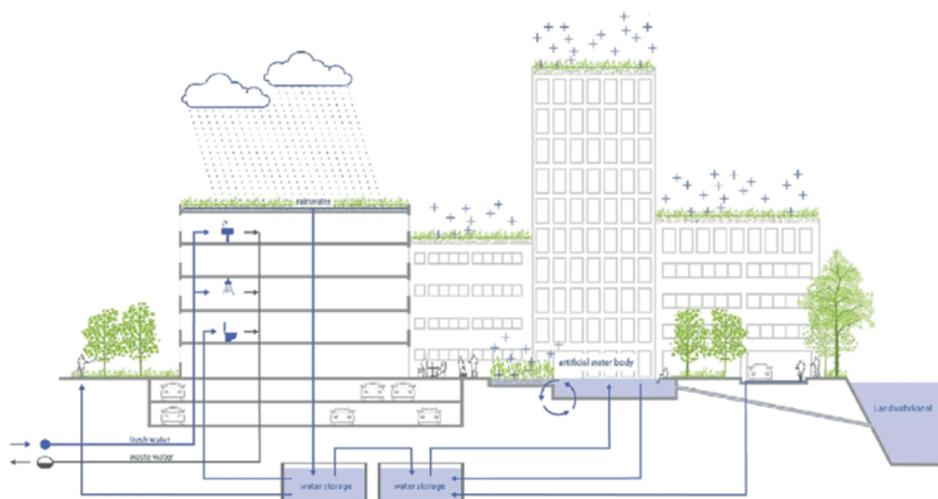
É importante ressaltar que o Brasil avançou nos últimos anos na regulamentação técnica do programas de conservação de água: com a criação das novas normas técnicas da ABNT, a NBR 16.782 e a NBR 16.783, passou-se a abordar critérios técnicos importantes para a conservação de água em edificações e a adoção de fontes alternativas de água potável e não potável. A CBIC lançou em 2019 um guia eletrônico para abordagem dessas normas (**Guia Orientativo das Normas de Conservação de Água, Fontes Alternativas Não Potáveis e Aproveitamento de Água de Chuva em Edificações, 156p**), que traz orientações que são imprescindíveis para a gestão adequada e segura da água em edificações.

Os projetos Net Zero Water fecham o ciclo do sistema de água através da devolução desse recurso à fonte original, seja por meio da infiltração dos efluentes residuais tratados ou água pluvial por meio de infraestruturas verdes. O aumento da permeabilidade do terreno através de infraestruturas verdes para manejo das águas pluviais traz diversos benefícios, como menor sobrecarga dos sistemas urbanos de drenagem, diminuição do transporte de sedimentos e contaminantes pelo escoamento superficial, redução de processos erosivos, menor assoreamento em corpos hídricos e aumento do reabastecimento dos aquíferos subterrâneos, promovendo, assim, serviços ecossistêmicos à comunidade através da gestão sustentável da paisagem. Exemplos de infraestruturas verdes, a nível da edificação, incluem biovaletas, jardins de chuva, pavimentos permeáveis, telhados verdes, wetlands, dentre outros.

O conceito de Net Zero Water já era aplicado em construções até mesmo mais antigas, como o projeto Potsdamer Platz, que realiza a coleta de água da chuva numa escala de desenvolvimento urbano. O projeto foi concebido para lidar com inundações, trazendo a conservação de água e a redução das ilhas de calor urbanas, por meio do telhado verde e espelhos d' água. Em média cerca de 20.000 m³/ano de água de chuva são captados e utilizados para irrigação, para os espelhos d' água e canais. O restante é utilizado nos banheiros em bacias sanitárias e mictórios e como abastecimento para sistemas de combate a incêndios.



A água da chuva é coletada em cinco grandes cisternas subterrâneas, dimensionadas para amortecimento de chuvas intensas. A instalação do canal na Potsdamer Platz ajudou a tornar a praça uma das maiores atrações turísticas de Berlim, destacando o uso sustentável da água e criando uma paisagem aquática recreativa para os cidadãos e visitantes da cidade. As soluções baseadas na natureza, pelo uso de plantas nos canais, auxiliam a filtrar naturalmente a água do local antes que ela seja liberada para um rio adjacente.



As técnicas de manejo de águas pluviais por meio de infraestrutura verde nada mais são do que uma tentativa de reproduzir os componentes naturais do ciclo hidrológico em bacias urbanizadas. Por exemplo, um empreendimento onde há o reúso parcial de efluente tratado pode utilizar o excedente para a recarga do manancial, neutralizando o impacto na bacia pela reprodução do ciclo hidrológico natural da água.

Um edifício neutro, em termos hídricos, é aquele onde a quantidade de água utilizada de fontes potáveis e não potáveis é balanceada com a quantidade de água devolvida à fonte original, conforme exemplo ilustrado na figura abaixo.

Projeto Net Zero Water - Comercial

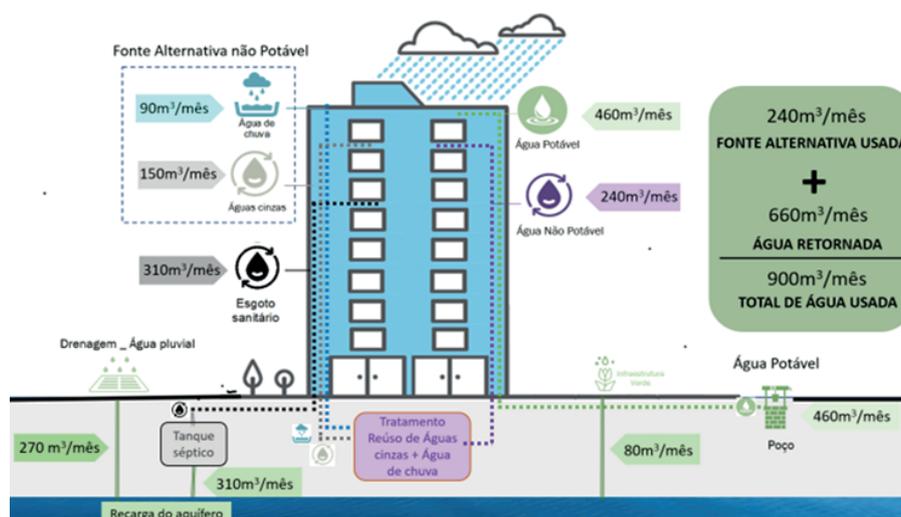
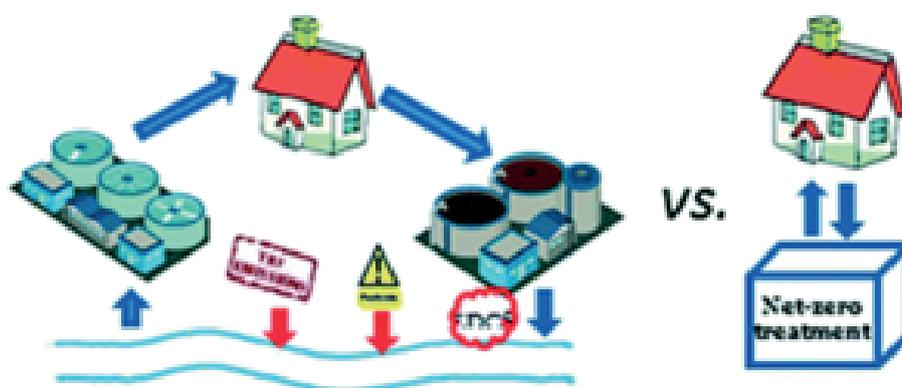


Figura 2. V. Sodré, Infrinlytech, adaptado EPA

Em maior escala, a nível de bacia hidrográfica, a conservação de áreas de mata nativa e a restauração de florestas também se categorizam como infraestruturas verdes ou naturais. Estudos mostram que a restauração florestal em áreas degradadas pode contribuir no abastecimento de água dessas regiões por meio do favorecimento da produção de água verde, pela evapotranspiração das árvores e pela redução da erosão, e consequente melhoria na qualidade da água que chega às estações de tratamento e, portanto a redução dos custos das empresas públicas e privadas de saneamento com produtos químicos e energia elétrica (WRI, 2018a; WRI, 2018b; WRI, 2021).

O conceito Net Zero Water pode ser ampliado para a gestão municipal de água, na qual a água não é importada nem exportada da área de serviço, ou seja, existe a independência hídrica local. Os sistemas descentralizados são preponderantes em áreas rurais com população escassa, porém, vários estudos apontam para as vantagens econômicas e sustentáveis dessa medida, sendo, atualmente, estimulada a sua implantação em praticamente qualquer bacia hidrográfica moderna por meio do uso de infraestrutura verde e tecnologia emergente para o reúso de água, seja esta potável ou não potável. Estudos demonstram balanços positivos de economia de energia e proteção à bacia hidrográfica por neutralização do impacto nesta. Este novo conceito está trazendo para as cidades uma nova abordagem em relação à gestão de água, estimulando a adoção de soluções integradas nos três níveis da gestão hídrica – micro, meso e macro – com um olhar mais amplo e sistêmico para gestão das águas urbanas.



Gestão líquida zero de água: alcançar um abastecimento de água municipal positivo em termos energéticos - Ciência Ambiental: Investigação e Tecnologia da Água (RSC Publishing)

Os projetos Net Zero Water são grandes aliados de medidas Net Zero Carbon (medidas de descarbonização).

Tem-se observado um aumento no número de certificações e projetos Net Zero Water ao redor do mundo, com países como África do Sul, Estados Unidos, Índia e Escócia se destacando. No Brasil, o Green Building Council (GBC) está desenvolvendo a primeira certificação Net Zero Water do país.

Na Cidade do Cabo, na África do Sul, o edifício comercial Estuaries Plaza adotou diversos princípios sustentáveis que contribuiram para a economia de água, resultando em uma redução de quase 89% no consumo de água potável. Nos Estados Unidos, a fábrica de papel da empresa Green Bay Packaging alcançou o título de Net Zero Water em função do seu sistema de reutilização de água no processo de produção do papel.

O novo escritório da Microsoft em Mountain View, na Califórnia, é outro projeto certificado Net Zero Water, tendo a conservação da água como parte fundamental do projeto. O campus, que é ocupado pela Microsoft desde 1999, foi reconstruído e, apesar de comportar 20% a mais de pessoas, conseguiu reduzir o consumo de água potável em 55%. A construção foi finalizada em junho de 2021 e conta com 100% da demanda não potável de água sendo atendida por meio de água de chuva ou de reuso, paisagismo feito com plantas nativas da região e gestão das águas pluviais sendo feita por meio de jardins de chuva e biovaletas.



Figura 3. Estuaries Plaza, Cidade do Cabo, África do Sul.



Figura 4. Fábrica de papel da empresa Green Bay Packaging, em Wisconsin, EUA.



Figura 5. Campus da Microsoft em Mountain View, Califórnia, EUA.



NET ZERO
WATER

**CIDADES RESILIENTES
E A IMPORTÂNCIA DO
NET ZERO WATER**

CBIC

CIDADES RESILIENTES E A IMPORTÂNCIA DO NET ZERO WATER

As cidades são complexas, caracterizadas por uma grande variedade de recursos naturais, recursos econômicos, condições sociais, instituições, infraestruturas urbanas e ambientes construídos. Eles também enfrentam diferentes riscos climáticos e têm níveis variados de vulnerabilidade. Algumas opções de adaptação que são eficazes na maioria das cidades podem não ser viáveis em outros, dadas as condições do solo, topografia, elevação, composição de energia, infraestrutura existente, idade dos edifícios e outros fatores. Essa complexidade significa que existe uma gama de soluções para adaptação, dificultando muitas vezes a definição de prioridades e a priorização das ações (McKinsey (2021)).

Para a construção de cidades resilientes pode-se adotar uma série de ações de infraestrutura, como medidas de resiliência a inundações e tempestades para edifícios em regiões costeiras propensas a inundações, a ações comportamentais, como incentivar a conservação da água durante as secas, que (de forma isolada ou em conjunto) possuem o potencial de redução de risco, custo, com viabilidade e complexidade distintas.

Dentre as ações, podemos citar soluções que visam a neutralização do impacto na bacia, as quais também contribuem com o conceito do net zero water, sendo estas ações de resiliência sistêmica, tais como:

Soluções baseadas na natureza, como plantar árvores nas ruas, gerenciar a captação de rios, usar soluções de drenagem urbana sustentável baseadas na natureza (infraestruturas verdes) e criar barreiras costeiras baseadas na natureza. Tais ações estão entre as mais atraentes em termos de impacto na redução de riscos e viabilidade. Além disso, podem contribuir com a descarbonização (McKinsey 2021).

Diversificação da Matriz Hídrica, através do Reúso direto ou indireto planejado na bacia, ocasiona o aumento da disponibilidade hídrica e consequente aumento da segurança hídrica das cidades. Ao se considerar o reúso como fonte complementar de água para atendimentos de fins não potáveis, os efluentes tratados de estações de tratamento de esgoto (ETEs) municipais convertem-se de passivo ambiental a “matéria-prima”, uma mudança de paradigma que pode resultar em menores custos e maior segurança no fornecimento e alívio das pressões sobre as bacias hidrográficas.

Existem algumas iniciativas interessantes implantadas no Brasil, como o projeto Aquapolo que, atualmente, ainda é o maior projeto de reúso direto planejado para fins não potáveis de grande porte, foi projetado para $1\text{m}^3/\text{s}$ (valor abaixo da capacidade do projeto). Podemos, também, citar o case da CAESB no Distrito Federal, que se trata de um Reúso Indireto Planejado de Água para Fins Potáveis, na qual o esgoto é tratado e descartado no Lago Paranoá, onde existe um monitoramento contínuo da qualidade da água e, na jusante, é realizada a captação para potabilização da água e posterior distribuição para atendimento a parte da população situada na mesma bacia hidrográfica.

Programas de Eficiência Hídrica, que visem a redução do desperdício de água nos sistemas de distribuição de água, reduzindo os índices de perdas físicas de água, que trazem melhoria na gestão a nível meso e outros programas de gestão a nível micro, que podem trazer (quando em escala) benefícios de disponibilidade hídrica para a população.

Como exemplo, podemos citar um estudo que foi realizado pela Secretaria de Recursos Hídricos de São Paulo, no qual foi comparado o custo relacionado à exploração de um novo manancial *versus* um programa de gestão de água a nível micro em escala urbana. A ação de exploração de um novo sistema produtor de água, o Sistema São Lourenço, teve um investimento de R\$ 2,2 bilhões para produzir uma vazão média de $4,7\text{m}^3/\text{s}$ para atendimento à Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Já o programa de gestão a nível micro, onde seriam adquiridas e substituídas 1,9 milhões de bacias sanitárias, de empreendimentos de habitação pública popular, por vasos equipados com caixa acoplada de 6,8L, custaria R\$ 574 milhões, no qual seria possível atingir uma redução de consumo de $4,7\text{m}^3/\text{s}$, ou seja, disponibilizaria a mesma oferta hídrica do Sistema Produtor São Lourenço, com investimento 25% inferior.

Criação de arcabouços técnicos e legais tais como diretrizes para o desenvolvimento urbano em áreas afetadas por inundações. Atualmente vários estudos apontam a falta de preparo do poder público como um dos fatores preponderantes para prevenção e mitigação de eventos climáticos, como o que ocorreu em Pernambuco. Desta forma, a criação de um arcabouço legal pode trazer informação e dar suporte para o desenvolvimento urbano no nosso país, trazendo, também, diretrizes técnicas para a infraestrutura e novas construções.

Os municípios devem mapear suas áreas de risco (como áreas sujeitas a deslizamentos) antes mesmo dos sinais dos eventos extremos e planejar o reassentamento da população que habita esses locais; deve-se prever, também, obras de infraestrutura e de prevenção, como canais de drenagem, obras de contenção de encostas e projetos de reconstrução de matas ciliares para mitigar os casos de enchente e deslizamento. Tais diretrizes deveriam estar previstas/baseadas em arcabouços técnicos e legais.

A Austrália criou um Guia de Diretrizes para Desenvolvimento em Áreas Afetadas por Inundações, onde apresenta, além de informações básicas sobre gestão de risco de enchentes e mudanças climáticas, orientações sobre o uso e a ocupação do solo, regulamentando a tomada de decisões. Com a criação de arcabouços legais, definindo funções e responsabilidades, bem como os processos administrativos para preparar, avaliar e revisar licenças de planejamento em regiões vulneráveis. Essas diretrizes fornecem uma estrutura e um método de avaliação para auxiliar nas decisões sobre o desenvolvimento em áreas afetadas por enchentes. Como objetivo primordial o desenvolvimento urbano não deve intensificar os impactos das inundações.

É importante também citar que a resiliência de uma cidade passa por uma **infraestrutura de saneamento ambiental adequada**. Esta é primordial para reduzir os impactos na bacia, e não agravar os efeitos causados pelas alterações do clima. Sendo assim, deve-se estudar de forma integrada e planejada a infraestrutura urbana com a disposição de resíduos sólidos, o esgotamento sanitário, o controle ambiental, o tráfego, o urbanismo, dentre outros, para gerenciar e minimizar os impactos gerados pelo contato do escoamento do excesso das águas pluviais com esses sistemas e solucionar os problemas ambientais de modo global, uma vez que todas estas infra estruturas funcionam interligadas umas às outras.

Estudos recentes realizados nos Estados Unidos (US Water Alliance, 2021) estimam que as fontes de água doce e os serviços de água e esgoto respondem por pelo menos 10% das emissões globais dos gases de efeito estufa. Estas emissões são oriundas do consumo de energia para o tratamento de água e esgoto, das emissões de metano provenientes das águas residuárias e de seus subprodutos como o lodo, dentre outros fatores, e segundo a US Water Alliance, a adoção de soluções mais resilientes e eficientes para gestão da água, contribuem para a redução também das emissões de carbono oriundas desses sistemas.

Deve-se prever também ações que reduzam o impacto do perigo, pode-se citar planos de adaptações e o uso de tecnologia para a gestão do risco, que podem ser preditivos e salvar muitas vidas, mitigando os riscos específicos e imediatos.

É imprescindível que os municípios realizem o mapeamento dos possíveis efeitos do clima, criando um aumento da conscientização sobre os riscos climáticos físicos, incorporando a um plano e estratégia de avaliação de riscos nos processos das cidades, otimizando a emergência, com sistemas de alertas para a população.

Mapear os riscos climáticos com o uso de tecnologias é uma realidade em cidades resilientes, estas utilizam do potencial tecnológico e da inovação para gerar soluções para os principais problemas e propostas que possam garantir um futuro diverso nas cidades, seja em seus aspectos ambientais, culturais ou econômicos.

Essas tecnologias são novas ferramentas de inovação que auxiliam a tomada de decisão, com medidas preventivas, respondendo a emergências dos eventos e auxiliando a gestão urbana em tempo real e o planejamento das cidades a longo prazo. Atualmente existem uma série de soluções digitais que podem auxiliar os sistemas de infraestrutura a se tornarem mais ágeis e robustos.

Com a **criação de sistemas de alertas de eventos climáticos extremos**, para evacuar pessoas das áreas atingidas e evitar perdas humanas. A ONU, em relatório recente afirmou que mais vidas estão sendo salvas graças aos **sistemas de alertas de eventos climáticos extremos precoces**, cujo objetivo é evacuar pessoas das áreas atingidas e evitar perdas humanas. O número de pessoas expostas aos riscos de desastre aumentou devido ao crescimento populacional em áreas expostas a perigos e à crescente intensidade e frequência dos eventos climáticos. Esta foi a avaliação do chefe do Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres, Mami Mizutori, após a COP 27.

O **uso de sensores da Internet das Coisas (IoT)** na infraestrutura existente pode auxiliar na melhor gestão urbana das cidades. O uso desses sensores associado a previsão climática com dados de volume e intensidade das precipitações, pode auxiliar a gestão dos sistemas de drenagem urbana.

Podemos citar o case da cidade de Barcelona, que antes das olimpíadas de 92, vivia problemas sérios com inundações e foi uma das cidades pioneiras no mundo a implantar um sistema preditivo para gestão das águas urbanas, a cidade utiliza sensores, e associa estas informações com a previsão do clima, gerenciando de forma mais efetiva a sua infraestrutura de drenagem urbana. Este sistema é conhecido como Gestão de Drenagem Urbana Avançado e utiliza um sistema de gestão que bombeia a água de uma bacia a outra, contando com aberturas e fechamento de comportas que são gerenciadas com base nas chuvas, o sistema foi implantado há mais de 30 anos e trouxe uma série de benefícios à cidade e à população. O sistema não só reduziu muitas áreas de alagamento na cidade, como também está integrado ao sistema de alerta, informando em tempo real os cidadãos e os responsáveis públicos de eventuais problemas mitigando os prejuízos causados à cidade e a população.



Fortes chuvas em São Pedro de Alcântara, em Santa Catarina. Fonte: Uol (2022).

POR QUE INVESTIR EM EMPREENDIMENTOS NET ZERO WATER?

As mudanças climáticas correspondem à segunda principal preocupação das gerações Z e Millennial, e somente as preocupações com o custo de vida a precedem. Nesse sentido, observa-se uma tendência de aumento da pressão social, regulatória e de mercado por infraestruturas e edificações mais resilientes e sustentáveis que contribuam para uma melhor gestão dos recursos hídricos que auxiliem no combate às mudanças climáticas e que estejam adaptadas para lidar com os eventos extremos relacionados à água.

Nas próximas décadas está previsto o aumento da população urbana, essa expansão sem precedentes criará demandas por novas infraestruturas urbana como, por exemplo, novas habitações, cujas quais uma oportunidade para as cidades se voltarem para as construções verdes, impulsionando o crescimento econômico de baixo carbono. Segundo relatório da Global Infrastructure Basel (2014), 75% da infraestrutura necessária para 2050 ainda será construída. O International Finance Corporation (IFC), membro do Banco Mundial, estima que o investimento em edificações verdes em cidades de mercados emergentes atingirá 24 trilhões de dólares até 2030, representando uma das maiores oportunidades de investimento da próxima década (IFC, 2019).

De acordo com um estudo conduzido pelo United Nations Global Compact e Accenture (2021), investidores estão condicionando o acesso à capital em função do desempenho em sustentabilidade e exigindo relatórios mais completos. O aumento da influência dos investidores é mais acentuado entre os setores mais poluentes contribuindo de forma chave para a gestão da sustentabilidade. **De acordo com o United Nations Environment Programme (UNEP), o meio ambiente construído é responsável por aproximadamente 40% do consumo global de energia e 30% das emissões de gases do efeito estufa relacionadas à energia, sendo o mercado da construção civil, portanto, um dos mais poluentes. Em termos hídricos, segundo o US Green Building Council (USGBC), a construção civil consome 21% de toda a água tratada do mundo, sendo 13,6% somente de edificações.**

Edificações verdes tendem a ser um ativo de maior valor e menor risco em comparação às construções convencionais. Além disso, edifícios verdes auxiliam investidores e proprietários na gestão dos riscos associados à transição para uma economia de baixo carbono, tendo em vista que essa transição trará mudanças regulatórias e econômicas, fazendo com que alguns ativos ineficientes em termos de água e energia deixem de ser lucrativos.

Inquilinos e proprietários também se beneficiam das edificações verdes com menores custos operacionais e maior rentabilidade do imóvel com a capacidade de gerar maior lucratividade e valor agregado (CBIC, 2022). Segundo o World Green Building Council (WGBC), edificações verdes têm taxas de ocupação 23% mais altas, com redução da vacância e valores de aluguel 8% maiores.

Recentemente, dois dos principais bancos comerciais do Brasil, o Itaú e o Santander, lançaram planos de benefícios para construções que buscam certificações verdes. No Plano Empresário Verde do Santander, por exemplo, as empresas que forem aceitas poderão financiar

(GBC, 2022). Outra característica da nova linha é a possibilidade de repasse da carteira de financiamento dos clientes com somente 70% da obra concluída. No financiamento tradicional isso só ocorre com a construção 100% concluída.

Edificações verdes são, também, projetadas pensando na economia de água e na redução do impacto ambiental, estimulando práticas de drenagem mais sustentáveis. Desta maneira, observa-se que o atendimento das práticas de projetos Net Zero Water, são mais fáceis para essa tipologia de edificação sendo também aliados importantes como medidas de descarbonização.

Ao reduzir a demanda de água, uma menor quantidade de esgoto é gerada, reduzindo, portanto, os custos operacionais e gastos energéticos na edificação, trazendo não só condomínios com custos mais atrativos, como também uma maior resiliência hídrica para o entorno. Do outro lado, o uso e adoção das infraestruturas verdes para gestão das águas pluviais e preservação de matas ciliares são uma das práticas do projeto que buscam atender o conceito do Net Zero Water, contribuindo com a melhora da qualidade da água que atinge os corpos hídricos, auxiliando, assim, na redução das emissões de carbono nas Estações de Tratamento de Água (ETA), por meio de um menor gasto energético no processo de potabilização da água. O reflorestamento adoção de plantas a serem incorporadas nesses tipos de projetos, também auxiliam por sua vez no sequestro natural de carbono.

Observamos que as ações e práticas para gestão da água têm ganhado força no mundo, vários estudos recentes apontam que a eficiência hídrica pode ser uma grande aliada na redução coletiva das emissões de gases de efeito estufa em 12 milhões de toneladas nos próximos oito anos.

Obter e usar água de forma sustentável é um desafio cada vez mais urgente. Um número crescente de eventos climáticos está afetando as cadeias de abastecimento por causa de inundações, secas e escassez de água. As empresas precisam trazer o carbono para a conversa sobre a água: reconhecer que a eficiência da água ajudará a reduzir os gases do efeito estufa e tomar medidas concretas agora para ajudar a alcançar isso (Forbes, 2022). Desde a concepção do produto, a seleção e aquisição de materiais, a construção e o uso da edificação ao longo de sua vida útil, é possível afirmar que há várias atividades direta ou indiretamente relacionadas ao uso da água na indústria da construção civil. Contribuir para a boa gestão da água é uma questão de sobrevivência para os negócios.

Instituições financeiras internacionais estão expandindo seus financiamentos, com linhas de crédito para projetos com emissões zero de gases de efeito estufa até 2050, com taxas de juros mais baixas para atingir as metas de sustentabilidade e ampliando a linha de financiamento de projetos, tais como o de energia renovável, o de construção de edifícios energeticamente eficientes e o de desenvolvimento de infraestrutura para gestão sustentável da água. O First Abu Dhabi Bank (FAB, 2022), após a COP 23, reafirmou seu compromisso com o meio ambiente e se comprometeu a emprestar, investir e facilitar US\$ 75 bilhões em financiamento sustentável até 2030. Além disso, há cerca de um ano, o FAB tornou-se o primeiro banco dos Emirados Árabes Unidos e GCC a ingressar na Net Zero Banking Alliance e, ao fazê-lo, assumimos o compromisso de nos tornarmos zero até 2050.

O financiamento sustentável é um meio de financiar investimentos levando em consideração os fatores ambientais, sociais e de governança (ESG) de uma atividade ou projeto econômico.



NET ZERO
WATER

OS DESAFIOS

PARA OS PROJETOS

NET ZERO WATER

CBIC

OS DESAFIOS PARA OS PROJETOS NET ZERO WATER

O conceito de edifícios líquidos com água zero requer uma grande mudança na mentalidade de como os edifícios são concebidos, projetados, construídos, regulamentados e operados. Existem vários fatores que devem ser avaliados e analisados e que influenciam na implantação das ações e no atendimento dos projetos Net Zero Water.

Eficiência do Uso da Água

A questão em torno da eficiência do uso da água é de fundamental importância para a sustentabilidade do conceito Net Zero Water, visto que não seria sustentável diversificar a matriz hídrica, por exemplo, utilizando-se de fontes alternativas de água não potável, se o empreendimento ou as infraestruturas urbanas apresentam baixa eficiência hídrica. É necessário priorizar um sistema eficiente para que possamos adotar ações complementares que neutralizem o consumo de água, como uso de fontes alternativas de água associadas à recarga do aquífero ou do manancial, neutralizando, assim, os efeitos na bacia.

Os projetos Net Zero Water estimulam a implantação de sistemas descentralizados para gestão da água urbana. A avaliação financeira da viabilidade e sustentabilidade a longo prazo de um sistema de água é importante. Pesquisas recentes demonstram que os sistemas descentralizados podem ser uma alternativa que traz a sustentabilidade como aspecto essencial, este requer menores investimentos, menor consumo de energia e infraestrutura (sistemas menores com menos canalizações), quando comparado a projetos centralizados, tornando-se uma solução importante para os desafios da escassez global de água e da resistência climática.

A viabilidade técnica e econômica do uso de fontes alternativas de água não potável, por exemplo, como a adoção do reúso de água para fins não potáveis, sejam estes oriundos de águas cinzas ou negras, está atrelada de água pagas as concessionárias de saneamento, versus os custos de implantação (CAPEX) e operação (OPEX) das soluções a serem adotadas. Em linhas gerais, a viabilidade do uso de fontes alternativas de água, da demanda de água da edificação, pois demandas maiores se refletem em tarifas mais caras de água e esgoto, e consequentemente maior viabilidade no uso dessas fontes.

Uma outra forma de viabilizar o uso de fontes alternativas é ter o olhar mais amplo para fora do site, adotando soluções mais coletivas que abrangem muitas vezes mais de uma edificação, pois desta forma pode-se alcançar maior viabilidade financeira. O aumento do uso de água não potável diminui a demanda de água potável e as emissões associadas à produção de água potável em grandes sistemas centralizados de abastecimento de água.

Por outro lado, é necessária uma demanda não potável mínima para viabilizar a adoção de fontes alternativas de água não potável, pois muitas vezes não há viabilidade econômica quando consideramos o investimento relacionado ao sistema de tratamento (CAPEX) e o custo operacional (OPEX), pois estes podem inviabilizar a adoção destas fontes, do ponto de vista econômico. Desta maneira pode-se olhar a bacia e o entorno, pensando-se em atendimento a outras demandas não potáveis, até mesmo fora do empreendimento para auxiliar na viabilidade financeira.

As atuais barreiras regulatórias e culturais à aceitação generalizada de sistemas distribuídos de água e esgoto de menor escala decorrem da percepção de que esses sistemas têm capacidades inferiores para atender aos padrões de qualidade da água. A percepção é que o controle dos sistemas de água e esgoto por concessionárias centralizadas reduz os riscos à saúde pública e que a supervisão dos sistemas descentralizados, quando deixados para os proprietários das residências ou para a equipe de manutenção do prédio, inevitavelmente falhará. Sistemas sépticos mal projetados, operados e mantidos são os principais culpados. No entanto, há uma preocupação crescente com os riscos à saúde pública e ambiental associados ao envelhecimento da infraestrutura centralizada, canos com vazamentos, transbordamentos de esgoto combinados e a detecção de produtos farmacêuticos, hormônios, cafeína e outros produtos químicos que aparecem em nossa água.

Necessidade de novas legislações

A adoção e utilização de novas técnicas de compensação ambiental, atualmente, esbarram em barreiras legais. No Brasil, a maioria das prefeituras municipais ainda privilegia a adoção de tecnologias tradicionais, como reservatórios de detenção, em detrimento de tecnologias inovadoras, tais como o uso de infraestrutura verde na gestão das águas pluviais urbanas. Por exemplo, até mesmo leis relativamente novas, como a Lei das Quota Ambientais do município de São Paulo, que, apesar de ser um marco referencial legal na sustentabilidade do município, possui limitações quanto às técnicas que podem ser utilizadas no controle do escoamento superficial. Com isto, o empreendimento fica restrito a utilização de infraestruturas azuis e cinzas para a gestão da drenagem, não favorecendo à infiltração e permeabilidade para recarga dos mananciais subterrâneos, pelo uso de infraestrutura verde.

Segundo Tomaz (2022), as atuais infraestruturas modernas de drenagem são: infraestrutura azul, infraestrutura verde e infraestrutura cinza. As infraestruturas azuis são: armazenamento de água de chuva em telhados planos, aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis, reservatório de retenção, reservatório de retenção e reservatório de retenção estendido. As infraestruturas verdes são: jardins de chuva dentro do lote ou em logradouro público, trincheira de infiltração, pavimento permeável de concreto, asfalto ou intertravado, telhados verdes, bacia de infiltração e filtros de areia. Por fim, as infraestruturas cinzas são as tubulações de drenagem que podem ser tubos de concreto ou PVC/PEAD, bocas de lobo, poços de visita ou poços de inspeção, dissipadores de energia, guias e sarjeta, bueiros, etc.

É urgente a necessidade por soluções mais resilientes, que irão substituir as infraestruturas tradicionais como os reservatórios de retenção (piscininhas), utilizando de técnicas de manejo de águas pluviais que visam a manutenção da permeabilidade do solo e recarga do manancial subterrâneo e a melhoria da qualidade da água, com a redução do impacto ambiental na bacia e no entorno.

É de fundamental importância que seja realizada uma boa caracterização hídrica do empreendimento, com a elaboração do balanço hídrico e simulação das possíveis fontes alternativas de água, para que seja avaliada se a solução apresentará efetivamente uma redução no custo mensal de água na edificação.

De forma geral, para viabilizarmos as ações que irão reduzir os impactos ambientais em edificações e obtermos um balanço hídrico Net Zero, temos que compensar a exploração do manancial de alguma forma com soluções que tragam viabilidade técnica e financeira. A diversificação da matriz hídrica, o tratamento de efluentes e utilização de Infraestrutura Verde podem garantir a sustentabilidade do projeto e o uso racional do recurso, mitigando os impactos ambientais, com a neutralização da exploração da água através da recarga do aquífero explorado, trazendo como benefício adicional uma infraestrutura mais resiliente para o entorno.

TECNOLOGIAS E SOLUÇÕES QUE PODEM AJUDAR OS EMPREENDIMENTOS A ATINGIREM A CONDIÇÃO NET ZERO WATER

Atualmente no mercado, existem diversas tecnologias que podem ser utilizadas para auxiliar o cumprimento dos projetos Net Zero Water. Pode-se dividir essas tecnologias em duas tipologias, tais como: tecnologias que contribuem para a conservação de água na edificação e tecnologias que reduzem o impacto na bacia, como as soluções de infraestrutura azuis e verdes para gestão das águas pluviais. **É importante salientar que as características da edificação, sua tipologia, população fixa e flutuante, área permeável, área impermeável e a infraestrutura de saneamento do entorno influenciam muito na abordagem e adoção dessas tecnologias e soluções.** Para se alcançar mais êxitos na adoção destas, deve-se adotá-las no momento da concepção do empreendimento, possibilitando simular cenários, avaliando a viabilidade técnica e econômica destas soluções, para avaliar o impacto positivo na edificação.

As ações de conservação de água abordam medidas que estão relacionadas à eficiência no uso da água potável e à diversificação da matriz hídrica, na qual são abordadas de forma integrada ações de gestão da demanda e da oferta de água. Na prática, o uso dessas tecnologias em edificações comerciais usualmente apresentam melhor viabilidade financeira, uma vez que as tarifas de água praticadas nessa tipologia de empreendimento são mais caras.

Por fim, entende-se que os sistemas descentralizados para a gestão de água e adoção de infraestrutura verde, podem ser amplamente difundidos se houver bases legais e regulatórias para sustentação dessas ações. Observa-se, também, que o uso de tecnologia inteligente para gestão da água em tempo real trará informações para uma nova visão de gestão da água, contribuindo para infraestruturas mais resilientes adaptadas para os eventos extremos ocasionados pelas mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

Baudena, M.; Tuinenburg, O. A.; Ferdinand, P. A.; Staal, A. (2021). Effects of land-use change in the Amazon on precipitation are likely underestimated. *Global Change Biology*, (2021)21:5580-5587.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC. (2022). Construções Verdes – Os desafios e vantagens das construções sustentáveis. Disponível em: <<https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2022/05/v6ebook-construcoes-verdes-cbic-ifc-senai-edge.pdf>>.

Centre for Research on the Epidemiology of Disasters – CRED. 2021 Disasters in numbers. Disponível em: <https://cred.be/sites/default/files/2021_EMDAT_report.pdf>.

Chagas, V. B. P.; Chaffe, P. L. B.; Blöschl, G. (2022). Climate and land management accelerate the Brazilian water cycle. *Nature Communications*, (2022)13:5136, 10p.

Confederação Nacional de Municípios – CNM. Prejuízos causados pelas chuvas em todo o país entre 2017 e 2022. Disponível em: <<https://www.cnm.org.br/cms/biblioteca/Preju%C3%AD-zos%20causados%20pelas%20chuvas%202017%20a%202022.pdf>>.

Deloitte. (2022). Striving for balance, advocating for change – The Deloitte Global 2022 Gen Z & Millennial Survey. Disponível em: <<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/deloitte-2022-genz-millennial-survey.pdf>>.

Englehardt, J. D.; Wu, T.; Bloetscher, F.; Deng, Y.; Pisani, P.; Eilert, S.; Elmir, S.; Guo, T.; Jacangelo, J.; LeChevallier, M.; Leverenz, H.; Mancha, E.; Zyberk, E. P.; Sheikh, B.; Darling, E. S.; Tchobanoglous, G. (2016). Net-zero water management: achieving energy-positive municipal water supply. *Environmental Science: Water Research & Technology*, 2, 250-260.

Environmental Protection Agency – EPA. Net Zero Resources. Disponível em: <<https://www.epa.gov/water-research/net-zero-resources>>.

Forbes (2022) <https://www.forbes.com/sites/jonquilhaekenberg/2022/07/26/looking-to-reach-real-net-zero-look-at-your-water-usage/?sh=15aa87be4a3a>
Global Infrastructure Basel. (2014). 4th GIB Summit Report. 37p. Disponível em: <https://gib-foundation.org/wp-content/uploads/2020/01/Summit-Report_ext_Fin_sml.pdf>.

Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, 2391p.

REFERÊNCIAS

International Finance Corporation – IFC. (2019). Green Buildings – A Finance and Policy Blueprint for Emerging Markets. 84p. Disponível em: <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/a6e06449-0819-4814-8e75-903d4f564731/59988-IFC-GreenBuildings-report_FINAL_1-30-20.pdf?MOD=AJPERES&CVID=m.TZbMU>.

MapBiomias. (2021). A dinâmica da superfície de água do território brasileiro: Principais resultados do Mapeamento anual e mensal da superfície de água no Brasil entre 1985 até 2020. Disponível em: <https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/MapBiomias_A%CC%81-gua_Agosto_2021_22082021_OK_v2.pdf>.

Nexo (2022) <https://www.nexojornal.com.br/expresso/2022/12/01/A-preven%C3%A7%C3%A3o-a-desastres-naturais-em-segundo-plano-no-Brasil#:~:text=Junte%2Dse%20ao%20Nexo!&text=Entre%202021%20e%202022%2C%20chamaram,ser%20mercado%20por%20novas%20fatalidades>.

Gestão líquida zero de água: alcançar um abastecimento de água municipal positivo em termos energéticos - Ciência Ambiental: Investigação e Tecnologia da Água (RSC Publishing) ONU 2022, <https://brasil.un.org/pt-br/142679-desastres-naturais-foram-responsaveis-por-45-de-todas-mortes-nos-ultimos-50-anos-mostra-omm>

Office of Energy Efficiency and Renewable Energy – EERE. (2022). Net Zero Water Building Strategies. Disponível em: <<https://www.energy.gov/eere/femp/net-zero-water-building-strategies>>.

Olmos, K. C.; Loge, F. J.(2013). Offsetting water Conservation costs to achieve net-zero water use. American Water Works Association Journal, 105(2), E62-E72.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2021). Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2021: O Valor da Água – Fatos e dados. World Water Assessment Programme – WWAP, 12p.

United Nations Environment Programme – UNEP. Sustainable Buildings. Disponível em <<https://www.unep.org/explore-topics/resource-efficiency/what-we-do/cities/sustainable-buildings>>.

United Nations. (2015). Sustainable Development Goals. Disponível em: <<https://sdgs.un.org/goals>>.

REFERÊNCIAS

World Resources Institute – WRI. (2018a). Infraestrutura Natural para Água no Sistema Cantareira, São Paulo. 92p. Disponível em: <<https://www.wribrasil.org.br/sites/default/files/InfraestruturaNaturalCantareiraSP.pdf>>.

World Resources Institute – WRI. (2018b). Infraestrutura Natural para Água no Sistema Guandu, Rio de Janeiro. 72p. Disponível em: <<https://www.wribrasil.org.br/sites/default/files/InfraestruturaNaturalGuanduRJ.pdf>>.

World Resources Institute – WRI. (2021). Infraestrutura Natural para Água na Região Metropolitana da Grande Vitória. 72p. Disponível em: <<https://www.wribrasil.org.br/sites/default/files/wri-infraestruturanatural-jucues-final.pdf>>.

<https://gulfbusiness.com/insights-how-banks-can-unlock-the-finance-needed-to-get-to-net-zero/>

CBIC

