



Cidades Inteligentes

# Desafios e soluções de engenharia para adaptação e mitigação às mudanças climáticas nas cidades brasileiras

MARCELLIE DESSIMONI

# **Nota Técnica: Desafios e Soluções de Engenharia para Adaptação e Mitigação às Mudanças Climáticas nas Cidades Brasileiras**

## **1. Introdução**

Este documento tem como objetivo apresentar uma análise dos desafios impostos pelas mudanças climáticas nas cidades brasileiras e propor soluções de engenharia para a adaptação e mitigação desses impactos. O projeto Cresce Brasil + Engenharia + Desenvolvimento, visa contribuir para o debate sobre a necessidade de cidades mais inteligentes e sustentáveis, que possam oferecer qualidade de vida à sua população diante dos desafios climáticos emergentes.

As mudanças climáticas representam um dos maiores desafios globais do século XXI, afetando diretamente a qualidade de vida nas cidades. O aumento da frequência de eventos climáticos extremos, como enchentes, secas e ondas de calor, exige uma resposta urgente e eficaz. Nesse contexto, a engenharia emerge como uma ferramenta fundamental para desenvolver soluções inovadoras e sustentáveis que possam mitigar os impactos das mudanças climáticas nas áreas urbanas.

As mudanças climáticas têm desafios complexos, com impactos e eventos adversos, profundos e de longo alcance sobre o meio ambiente, sociedades e economias em todo o mundo. As cidades brasileiras, que abrigam a maior parte da população do país e concentram suas atividades econômicas mais significativas, encontram-se na linha de frente desses desafios. O aumento da frequência e intensidade de eventos climáticos extremos — como tempestades, ondas de calor, secas e inundações —, juntamente com a elevação do nível do mar, ameaça não apenas a infraestrutura urbana, mas também, a saúde, o bem-estar e a segurança de milhões de habitantes, inclusive com condições de maior vulnerabilidade.

Nesse cenário, torna-se imperativo que as cidades não apenas busquem formas de se adaptar às novas realidades climáticas, mas também de mitigar sua contribuição para o fenômeno global através da redução de emissões de gases de efeito estufa. A engenharia desempenha um papel crucial nesse processo, oferecendo o conhecimento técnico e as inovações necessárias para projetar, implementar e gerenciar soluções sustentáveis, que vão desde a construção de infraestruturas resilientes até a promoção e aplicação de sistemas de transportes sustentáveis, gestão eficiente de recursos naturais e desenvolvimento de fontes renováveis de energia.

O projeto “Cresce Brasil + Engenharia + Desenvolvimento” 2024 da Federação Nacional dos Engenheiros (FNE) surge neste contexto como uma iniciativa estratégica para colocar em pauta os avanços necessários à adaptação e mitigação das mudanças climáticas nas cidades brasileiras. Ao abordar essas questões sob a perspectiva da engenharia, o projeto busca não apenas sensibilizar a sociedade e os tomadores de decisão para a urgência e a importância do tema, como possibilita fornecer diretrizes concretas e ações propositivas a serem adotadas. Nesse contexto, espera-se que esta nota técnica sirva como um recurso valioso para o planejamento e a implementação de

políticas públicas e iniciativas privadas voltadas para o enfrentamento das mudanças climáticas no ambiente urbano brasileiro.

## 2. Contexto Brasileiro

O Brasil, uma nação de proporções continentais, apresenta uma diversidade climática notável, abrangendo desde florestas tropicais úmidas até savanas, semiáridos e zonas temperadas. Esta biodiversidade, embora seja uma riqueza natural, coloca o país em uma posição vulnerável aos efeitos das mudanças climáticas, que se manifestam de maneira distinta em suas várias regiões. As cidades brasileiras, que abrigam mais de 80% da população do país, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), enfrentam desafios únicos que são amplificados por este contexto climático variado, além de problemas estruturais de urbanização, como desigualdade social, infraestrutura inadequada e gestão pública ineficiente.

Neste contexto, são diversos os Desafios Urbanos Ampliados pelas Mudanças Climáticas, as áreas urbanas no Brasil estão vivenciando os impactos das mudanças climáticas de várias formas, incluindo:

**Aumento de Eventos Climáticos Extremos:** As cidades brasileiras estão cada vez mais sujeitas a eventos extremos, como fortes chuvas que levam a enchentes devastadoras e deslizamentos de terra, secas prolongadas que afetam o abastecimento de água e a produção de alimentos, dentre outros. Eventos que não apenas desafiam a capacidade de resposta dos sistemas urbanos existentes, mas exacerbam as vulnerabilidades sociais e econômicas, com consequências irreversíveis para a vida humana.

**Elevação do Nível do Mar:** Cidades costeiras enfrentam o risco de inundação e erosão devido à elevação do nível do mar. Ameaça de extrema preocupação para metrópoles como Rio de Janeiro e Recife, onde a infraestrutura crítica e grandes populações estão localizadas em áreas de baixa altitude.

**Ilhas de Calor Urbanas:** O fenômeno das ilhas de calor, exacerbado pela extensa pavimentação e pela falta de áreas verdes, aumenta as temperaturas nas áreas urbanas. Isso não só compromete o conforto térmico e a saúde pública, como, eleva o consumo de energia para refrigeração, contribuindo para um ciclo vicioso de emissões de gases de efeito estufa.

**Pressão sobre Recursos Naturais:** A demanda crescente por água, energia e alimentos em cidades que expandem rapidamente coloca uma pressão significativa sobre os recursos naturais, exigindo uma gestão mais sustentável e eficiente desses recursos.

## 3. Desafios das Mudanças Climáticas nas Cidades

O enfrentamento das mudanças climáticas nas cidades brasileiras demanda uma abordagem holística que integre a adaptação às novas condições climáticas e a

mitigação de suas causas. A engenharia tem um papel fundamental nesse processo, proporcionando soluções inovadoras e sustentáveis que atendam às necessidades específicas das áreas urbanas. Este capítulo aprofunda os desafios impostos pelas mudanças climáticas nas cidades, com foco especial na mobilidade urbana sustentável como um dos pilares para a construção de cidades mais resilientes e com menor impacto ambiental.

### 3.1 Mobilidade Urbana Sustentável

A mobilidade urbana sustentável é um dos maiores desafios para as cidades brasileiras no contexto das mudanças climáticas. O modelo atual, predominantemente baseado no uso de veículos particulares movidos a combustíveis fósseis, é insustentável, contribuindo significativamente para a poluição do ar, emissões de gases de efeito estufa e congestionamentos. Além disso, a falta de infraestrutura adequada para modais alternativos e sustentáveis, como bicicletas e transporte público eficiente, limita as opções de mobilidade da população, afetando especialmente as camadas mais vulneráveis.

#### Soluções de Engenharia

A transição para uma mobilidade urbana sustentável requer uma série de intervenções de engenharia, planejamento urbano e políticas públicas, incluindo:

**Desenvolvimento de Transporte Público de Baixa Emissão:** Investimento em sistemas de transporte público, como metrô, trens urbanos e ônibus elétricos ou movidos a biocombustíveis. A ampliação e modernização desses sistemas devem ser priorizadas para torná-los mais atrativos, eficientes e acessíveis, reduzindo assim a dependência dos veículos particulares.

**Promoção da Mobilidade Ativa:** Criação e ampliação de infraestruturas que suportem a mobilidade ativa, como ciclovias seguras, calçadas largas e acessíveis, e espaços públicos de qualidade. Isso não apenas promove estilos de vida mais saudáveis, mas também reduz a pegada de carbono do transporte urbano.

**Implementação de Sistemas Inteligentes de Gestão de Tráfego:** Utilização de tecnologias avançadas para otimizar o fluxo de veículos e melhorar a gestão do transporte público. Isso inclui sistemas de sinalização inteligente, aplicativos de mobilidade urbana que integrem diferentes modais de transporte e plataformas de compartilhamento de veículos.

**Incentivos para Veículos de Baixa Emissão:** Desenvolvimento de políticas de incentivo à aquisição e uso de veículos elétricos ou híbridos, como isenções fiscais, subsídios para compra, instalação de pontos de recarga em áreas públicas e criação de faixas exclusivas.

**Planejamento Urbano Integrado:** Promoção de um planejamento urbano que considere a mobilidade como componente central do desenvolvimento das cidades. Envolve a integração da oferta de transporte público com o planejamento habitacional, comercial e de serviços, incentivando a criação de bairros compactos e multifuncionais, que reduzam a necessidade de deslocamentos longos.

#### Impacto Esperado

A adoção dessas medidas pode transformar significativamente o cenário de mobilidade urbana nas cidades brasileiras, contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa, a melhoria da qualidade do ar e da saúde pública, além de promover uma maior inclusão social por meio do acesso ampliado e democrático aos meios de transporte. A engenharia, aliada a uma governança efetiva e participação comunitária, é chave para projetar e implementar essas soluções, garantindo que as cidades se tornem espaços mais sustentáveis, resilientes e acolhedores para todos.

### 3.2 Gestão de Recursos Hídricos

As mudanças climáticas têm intensificado os desafios relacionados à gestão de recursos hídricos nas cidades brasileiras. A variabilidade e a intensificação dos padrões climáticos resultam em episódios extremos, como secas prolongadas e chuvas intensas, afetando diretamente a disponibilidade e a qualidade da água, como a perda da vida aquática. Além disso, o crescimento urbano desordenado e a impermeabilização do solo exacerbam os problemas de escassez de água durante períodos de seca e de inundações durante eventos de chuvas intensas, comprometendo a infraestrutura urbana e a saúde pública.

#### Soluções de Engenharia

Para enfrentar esses desafios, é essencial adotar uma abordagem integrada e sustentável na gestão dos recursos hídricos urbanos, utilizando soluções de engenharia inovadoras e eficazes:

**Sistemas de Captação e Reuso de Água da Chuva:** Projeto e implementação de sistemas de captação de água pluvial em edificações e espaços públicos para reuso não potável, como irrigação, descarga de sanitários e limpeza reduzindo assim, a demanda sobre os sistemas de abastecimento de água com a diminuição do volume de água que contribui para inundações urbanas.

**Infraestrutura Verde para Manejo de Águas Pluviais:** Desenvolvimento de soluções baseadas na natureza, como jardins de chuva, pavimentos permeáveis, telhados verdes e parques de retenção, que permitem a infiltração e o armazenamento temporário da água da chuva, reduzindo o escoamento superficial e melhorando a qualidade da água por meio da filtração natural.

**Modernização e Expansão dos Sistemas de Esgoto e Tratamento de Água:** Ampliação e atualização das redes de esgoto e das estações de tratamento de água e esgoto para aumentar a capacidade de tratamento, reduzir vazamentos e minimizar a poluição dos corpos hídricos. A adoção de tecnologias avançadas de tratamento pode melhorar a eficiência e permitir o reuso de efluentes tratados para fins não potáveis.

**Tecnologias de Economia de Água:** Implementação de tecnologias e dispositivos economizadores de água em edificações residenciais, comerciais e públicas, como torneiras com aeradores, sanitários de baixo fluxo e sistemas de irrigação inteligente, que podem reduzir significativamente o consumo de água.

**Planejamento Urbano Integrado com Gestão de Recursos Hídricos:** Inclusão da gestão de recursos hídricos como um componente central no planejamento urbano, promovendo o desenvolvimento sustentável que respeite o ciclo natural do recurso água. Compromisso que envolve a proteção de áreas de mananciais, a restauração de rios urbanos e a implementação de zonas de amortecimento para proteger as áreas urbanas de inundações.

A aplicação dessas soluções de engenharia na gestão de recursos hídricos tem o potencial de transformar as cidades brasileiras, tornando-as mais resistentes e resilientes às mudanças climáticas e melhorando a qualidade de vida da população. Além disso, a adoção das práticas contribuirão para a proteção e conservação dos ecossistemas aquáticos urbanos, essenciais para a biodiversidade aquática e terrestre e para o bem-estar das futuras gerações.

### **3.4 Resiliência Urbana**

A resiliência urbana é definida como a capacidade de sistemas urbanos planejarem, absorverem, recuperarem-se e adaptarem-se a uma variedade de condições adversas, incluindo desastres naturais, flutuações econômicas, desafios sociais e os impactos progressivos das mudanças climáticas. À medida que o cenário climático global evolui, as cidades brasileiras são compelidas a fortalecer sua resiliência frente a uma crescente incidência de eventos climáticos extremos, caracterizados por sua maior frequência e intensidade, com riscos significativos à infraestrutura urbana essencial, à estabilidade econômica local e ao bem-estar da população.

Nessa abordagem para o desenvolvimento da resiliência urbana nas cidades brasileiras, exige uma integração multidisciplinar de conhecimentos e técnicas, abrangendo desde a concepção de infraestruturas urbanas adaptáveis e robustas até a implementação de políticas públicas que promovam a sustentabilidade ambiental, econômica e social. Envolve também a aplicação de tecnologias avançadas para a monitorização e gestão de riscos, bem como o desenvolvimento de estratégias de planejamento urbano que priorizem a capacidade adaptativa dos sistemas urbanos.

Para alcançar uma resiliência efetiva, é crucial a adoção de modelos de planejamento e gestão urbanos que integrem avaliações de risco detalhadas, considerando as projeções de mudanças climáticas específicas para cada região. Tais modelos devem ser fundamentados em princípios de engenharia e design urbano resiliente e inclusivo, como, a construção de barreiras físicas para proteção contra inundações, a implementação de sistemas de drenagem urbana aprimorados, a promoção de espaços verdes para mitigar as ondas de calor e absorver o excesso de água pluvial, e o desenvolvimento de infraestruturas críticas com capacidade de funcionamento ininterrupto sob condições extremas e mais ainda, uma população sensibilizada e conscientizada para mudanças de paradigmas.

Além disso, a resiliência urbana demanda uma abordagem holística que envolva a comunidade, estimulando a conscientização e a participação cidadã na preparação e resposta a emergências. Estratégias de informação, comunicação e educação eficazes e

sistemas de alerta precoce, aliados a programas de educação e treinamento, são componentes essenciais para fortalecer a capacidade da população de responder e adaptar-se a situações adversas.

Portanto, a construção de cidades mais resilientes no Brasil diante das mudanças climáticas requer uma colaboração transdisciplinar, envolvendo profissionais de engenharia, planejamento urbano, gestão de riscos, política pública e comunidades locais, todos trabalhando conjuntamente para desenvolver e implementar estratégias inovadoras que garantam a sustentabilidade e a adaptabilidade dos sistemas urbanos frente aos desafios presentes e futuros.

### Soluções de Engenharia para a Resiliência Urbana

A construção de resiliência urbana nas cidades brasileiras requer um conjunto diversificado de estratégias e soluções de engenharia, abrangendo desde o planejamento e design urbanos até a aplicação de tecnologias inovadoras:

**Planejamento Urbano e Ordenamento Territorial:** Adoção de políticas de planejamento urbano e ordenamento territorial que considerem os riscos climáticos e ambientais. Com a inclusão da restrição de construções em áreas de risco, como zonas de inundação ou encostas instáveis, e o desenvolvimento de áreas urbanas com base em princípios de sustentabilidade e resiliência, promovendo a densificação inteligente e o uso misto do espaço urbano em conformidade com o plano diretor e uso e ocupação do solo.

**Infraestrutura Crítica Resiliente:** Fortalecimento da infraestrutura crítica, incluindo sistemas de energia, água, transporte e comunicações, para garantir que sejam capazes de resistir a eventos extremos e continuar funcionando durante e após desastres, com a elevação de instalações em áreas propensas a inundações, o reforço de estruturas contra tempestades e a diversificação de fontes de energia para aumentar a redundância.

**Soluções Baseadas na Natureza (SbN):** Implementação de soluções, como a criação e restauração de parques, áreas verdes urbanas, corredores ecológicos, e a preservação de áreas naturais dentro e ao redor das cidades. Estas áreas desempenham funções críticas em termos de absorção de água das chuvas, redução do escoamento superficial, mitigação das ilhas de calor urbanas e fornecimento de barreiras naturais contra inundações e erosões.

**Sistemas de Alerta Precoce e Gestão de Emergências:** Desenvolvimento e implementação de sistemas avançados de alerta precoce e gestão de emergências, que utilizem dados meteorológicos e de monitoramento em tempo real para prever eventos extremos e coordenar respostas rápidas e eficazes. A integração desses sistemas com aplicativos móveis e plataformas de comunicação pode garantir que informações críticas alcancem rapidamente todos os segmentos da população.

**Educação e Conscientização da Comunidade:** Promoção de programas de educação e conscientização que envolvam a comunidade no entendimento dos riscos associados às mudanças climáticas e na preparação para eventos extremos. O engajamento comunitário é fundamental para a implementação de práticas de resiliência no nível local e para garantir que as populações vulneráveis recebam o suporte necessário.

## Impacto Esperado

Ao adotar essas soluções de engenharia focadas na resiliência urbana, as cidades brasileiras podem promover ambientes urbanos mais seguros, sustentáveis e inclusivos. A resiliência urbana fortalece a capacidade das cidades de se adaptarem a um futuro incerto, garantindo que sejam capazes de prosperar diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas. Este enfoque integrado e proativo é essencial para a sustentabilidade de longo prazo das cidades brasileiras, contribuindo para o bem-estar das presentes e futuras gerações.

## 4. Fontes de Recursos

Para implementar eficazmente as soluções de engenharia necessárias à adaptação e mitigação das mudanças climáticas nas cidades brasileiras, é crucial identificar e acessar fontes de recursos financeiros adequadas. O financiamento dessas iniciativas pode vir de uma variedade de fontes, cada uma com seus próprios critérios, vantagens e desafios. A seguir, detalhamos algumas das principais fontes de recursos disponíveis para projetos de infraestrutura urbana sustentável e resiliência climática.

### **Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Fundo Clima)**

O Fundo Clima é um dos principais instrumentos de financiamento de políticas de mudança climática no Brasil. Gerido pelo Ministério do Meio Ambiente, destina-se a projetos que visem à mitigação das mudanças climáticas e à adaptação a seus efeitos adversos. Este fundo pode financiar uma ampla gama de atividades, incluindo o desenvolvimento de infraestruturas urbanas resilientes, projetos de mobilidade urbana sustentável, gestão de recursos hídricos e energias renováveis. Os recursos podem ser acessados por entidades governamentais, empresas privadas e organizações da sociedade civil, através de chamadas públicas ou operações diretas com bancos credenciados.

### **Parcerias Público-Privadas (PPPs)**

As PPPs representam uma forma colaborativa de financiamento, onde o setor público e o privado unem forças para desenvolver e gerir projetos de infraestrutura e serviços públicos. No contexto das cidades brasileiras, as PPPs podem ser particularmente úteis para projetos de grande escala que requerem investimentos substanciais, como sistemas de transporte público de baixo carbono, redes de energia renovável e soluções de gestão de resíduos. Além de proporcionar o capital necessário, as PPPs podem trazer eficiência operacional e inovação tecnológica ao combinar a expertise do setor privado com os objetivos de políticas públicas.

### **Linhas de Financiamento de Bancos de Desenvolvimento**

Bancos de desenvolvimento, tanto nacionais como o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), quanto internacionais, como o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e o Banco Mundial, oferecem linhas de



crédito especiais para projetos que contribuam para a sustentabilidade urbana e a resiliência climática. Essas linhas de financiamento podem cobrir uma ampla variedade de iniciativas, desde a construção de infraestruturas verdes até a implementação de tecnologias de eficiência energética em edificações. Geralmente, esses bancos também fornecem assistência técnica, ajudando na elaboração e execução dos projetos.

### **Incentivos Fiscais e Apoio à Inovação**

O governo pode oferecer incentivos fiscais para estimular investimentos em tecnologias sustentáveis e práticas de resiliência climática. Isso pode incluir reduções de impostos, créditos fiscais ou subsídios diretos para projetos que demonstram impacto ambiental positivo. Além disso, programas de apoio à inovação, como aqueles administrados pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), podem disponibilizar recursos para o desenvolvimento e implementação de novas tecnologias voltadas para a sustentabilidade urbana.

### **Captação de Recursos no Mercado de Capitais**

A emissão de títulos verdes, ou green bonds, é uma estratégia emergente para financiar projetos sustentáveis, permitindo que entidades públicas e privadas captem recursos diretamente no mercado de capitais. Os recursos obtidos com a venda desses títulos são exclusivamente destinados a financiar ou refinar projetos com benefícios ambientais ou climáticos. A transparência e a accountability são fundamentais nesse processo, requerendo uma rigorosa avaliação e relatórios periódicos sobre o impacto ambiental dos projetos financiados.

O financiamento da transição para cidades mais resilientes e sustentáveis é um desafio complexo que requer o acesso a uma diversidade de fontes de recursos. Uma estratégia de financiamento bem-sucedida combinará várias formas de financiamento, uma abordagem integrada e um planejamento estratégico criterioso. A chave para uma implementação eficaz reside na capacidade de alinhar os objetivos de desenvolvimento urbano sustentável com as oportunidades de financiamento disponíveis, maximizando assim o impacto de cada investimento. Isso implica na necessidade de uma colaboração estreita entre governos municipais, estaduais e federais, o setor privado, instituições financeiras, organizações internacionais e a sociedade civil.

Para superar os obstáculos financeiros, é essencial desenvolver projetos urbanos que não apenas atendam aos critérios técnicos e ambientais, mas também sejam economicamente viáveis e atrativos para investidores. Isso requer uma análise rigorosa de custo-benefício, avaliações de risco detalhadas e estratégias de mitigação, bem como a consideração de incentivos fiscais e regulatórios que possam facilitar o investimento em infraestrutura verde e tecnologias sustentáveis.

Adicionalmente, a capacidade de monitorar, avaliar e reportar os resultados dos projetos de forma transparente e mensurável é fundamental para construir a confiança dos investidores e garantir o acesso contínuo a fontes de financiamento. Contribui para o desenvolvimento de um mercado de capitais sustentável, promovendo a emissão de

títulos verdes e atração de investimentos diretos que buscam impacto social e ambiental positivo.

Finalmente, o engajamento e a capacitação das comunidades locais em todas as etapas do processo de planejamento e implementação de projetos não só aumentam a resiliência urbana, mas também asseguram que os benefícios do desenvolvimento sustentável sejam amplamente compartilhados. O fortalecimento da governança local, a promoção da participação pública e o investimento em educação e conscientização sobre sustentabilidade são elementos cruciais para o sucesso de longo prazo na transição para cidades mais resilientes e sustentáveis.

Em suma, a mobilização de recursos financeiros para a resiliência urbana e sustentabilidade é um desafio multifacetado que demanda uma abordagem colaborativa e multidisciplinar. Através da combinação de financiamento inovador, planejamento estratégico e participação comunitária, as cidades brasileiras podem avançar em direção a um futuro mais resiliente e sustentável, alinhado com as metas de desenvolvimento sustentável e a agenda climática global.

## **Conclusão**

O último relatório do IPCC de 2023 destacou várias conclusões importantes sobre as mudanças climáticas e suas implicações para o futuro. Entre as principais constatações, ressalta-se a necessidade urgente de aumentar o financiamento para medidas de adaptação, visando construir resiliência frente aos crescentes riscos climáticos. Apesar de políticas climáticas em muitos países incluírem a adaptação, a implementação efetiva dessas medidas ainda é desafiadora, principalmente devido à falta de recursos financeiros adequados. O relatório aponta que os países em desenvolvimento necessitarão de somas significativas anualmente para se adaptarem às mudanças climáticas, muito além dos atuais níveis de financiamento disponibilizados para tal fim.

Além disso, o relatório evidencia que alguns impactos das mudanças climáticas já são tão severos que limitam a capacidade de adaptação, resultando em perdas e danos irrecuperáveis para comunidades e ecossistemas vulneráveis. Essa situação enfatiza a importância de ações urgentes para evitar, minimizar e abordar essas perdas e danos, incluindo o estabelecimento de arranjos financeiros específicos para apoiar as comunidades afetadas.

Outro ponto crítico destacado pelo IPCC é a necessidade de alcançar o pico das emissões de gases de efeito estufa antes de 2025 e realizar reduções significativas até 2030 e 2035, para manter o aumento da temperatura global no limite de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais. Apesar de uma desaceleração na taxa de crescimento anual das emissões, o progresso global na redução das emissões ainda está muito aquém do necessário para atingir as metas estabelecidas pelo Acordo de Paris.

Essas conclusões sublinham a urgência de implementar soluções de adaptação baseadas em ecossistemas e outras medidas de mitigação e adaptação eficazes, bem como a necessidade de aumentar significativamente o financiamento e a cooperação

internacional para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas. A ação coletiva e o compromisso global são essenciais para garantir um futuro sustentável e resiliente para todos

A jornada rumo à resiliência urbana e à sustentabilidade das cidades brasileiras diante das mudanças climáticas representa um imperativo crítico e multidimensional. Este desafio exige uma abordagem holística que transcenda soluções técnicas isoladas, incorporando uma visão integrada de planejamento, gestão e financiamento. A engenharia, enquanto campo disciplinar, oferece as ferramentas e conhecimentos necessários para projetar e implementar infraestruturas resilientes e sistemas de gestão eficazes. No entanto, a realização de cidades verdadeiramente sustentáveis e resilientes depende igualmente de políticas públicas visionárias, financiamento inovador e um compromisso coletivo com a mudança.

A incorporação de estratégias de resiliência e sustentabilidade no tecido das cidades requer uma mudança paradigmática na forma como planejamos, construímos e vivemos em nossos ambientes urbanos. Isso implica na adoção de princípios de design sustentável, no investimento em energias renováveis, na valorização de espaços verdes urbanos, na promoção da mobilidade sustentável e na gestão integrada de recursos. A resiliência urbana, portanto, não se restringe apenas à capacidade de resistir e recuperar-se de eventos adversos, mas engloba também a capacidade de adaptação e transformação continuamente em resposta às dinâmicas ambientais, sociais e econômicas.

O financiamento da transformação urbana para enfrentar as mudanças climáticas é, sem dúvida, um dos maiores desafios. A necessidade de investimentos substanciais para infraestruturas resilientes e projetos de mitigação e adaptação requer uma abordagem criativa e diversificada na captação de recursos. Além de fontes tradicionais, como fundos públicos e financiamento bancário, é crucial explorar parcerias público-privadas, financiamento participativo, títulos verdes e outras modalidades inovadoras de financiamento. A eficácia destas estratégias dependerá de marcos regulatórios favoráveis, incentivos fiscais e uma governança transparente e participativa.

A concretização de cidades resilientes e sustentáveis também depende do envolvimento ativo da sociedade. A educação para a sustentabilidade, a participação cidadã no planejamento urbano e a promoção de estilos de vida sustentáveis são essenciais para cultivar uma cultura de resiliência. A colaboração entre governos, setor privado, academia, organizações não governamentais e comunidades locais é fundamental para compartilhar conhecimentos, inovar soluções e escalar práticas bem-sucedidas.

Em suma, o caminho para cidades mais resilientes e sustentáveis no Brasil é complexo e desafiador, mas também repleto de oportunidades para inovação, desenvolvimento e transformação social. Ao enfrentarmos os desafios impostos pelas mudanças climáticas com determinação, criatividade e cooperação, podemos desbravar um futuro urbano que seja não apenas habitável e resiliente, mas também equitativo, vibrante e repleto de oportunidades para todos.

### **Marcellie Dessimoni**

Engenheira ambiental e sanitária, especialista em ESG e Gerenciamento de Resíduos Sólidos, é coordenadora do Núcleo Jovem Engenheiro da Federação Nacional dos Engenheiros (FNE)

#### Referências:

Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – Relatório 2023, Disponível em: [https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/copy\\_of\\_IPCC\\_Longer\\_Report\\_2023\\_Portugues.pdf](https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/copy_of_IPCC_Longer_Report_2023_Portugues.pdf) . Acesso em: 25/02/2024

ONUBR. Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Disponível em: <[http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/convencao\\_clima.pdf](http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/convencao_clima.pdf)>. Acesso em: 22/02/2024.

ONUBR. Nações Unidas do Brasil. Glossário de termos do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 13: Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos, 2017.

PANCLIMA – SP -  
[https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio\\_ambiente/arquivos/PlanClimaSP\\_BaixaResolucao.pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/PlanClimaSP_BaixaResolucao.pdf) . Acesso em: 18/02/2024

Censo IBGE – 2022, Disponível: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>  
Acessado em: 20/02/2024

## Sindicatos filiados

Sindicato dos Engenheiros no Estado do Acre

Sindicato dos Engenheiros no Estado de Alagoas

Sindicato dos Engenheiros no Estado do Amapá

Sindicato dos Engenheiros no Estado do Amazonas

Sindicato dos Engenheiros no Estado do Ceará

Sindicato dos Engenheiros no Distrito Federal

Sindicato dos Engenheiros no Estado de Goiás

Sindicato dos Engenheiros no Estado do Maranhão

Sindicato dos Engenheiros no Estado de Mato Grosso

Sindicato dos Engenheiros no Estado de  
Mato Grosso do Sul

Sindicato dos Engenheiros no Estado do Pará

Sindicato dos Engenheiros no Estado do Piauí

Sindicato dos Engenheiros no Estado do  
Rio Grande do Norte

Sindicato dos Engenheiros no Estado do  
Rio Grande do Sul

Sindicato dos Engenheiros no Estado de Roraima

Sindicato dos Engenheiros de Santa Catarina

Sindicato dos Engenheiros no Estado de São Paulo

Sindicato dos Engenheiros, Arquitetos e Geólogos no  
Estado do Tocantins





SDS Edifício Eldorado, salas 106/109

CEP 70392-901 – Brasília/DF

Tel.: (61) 3225-2288 – secretaria@fne.org.br

[www.fne.org.br](http://www.fne.org.br)

 /FNEngenheiros  /fnengenheiros  /FNESind