



**pbmc**

painel brasileiro de mudanças climáticas

# Mudanças Climáticas e Cidades:

Relatório Especial do Painel  
Brasileiro de Mudanças Climáticas

Suzana Kahn Ribeiro e  
Andrea Souza Santos (Eds.)

**Carlos Afonso Nobre**

Presidente do Conselho Diretor

**Suzana Kahn Ribeiro**

Presidente do Comitê Científico

**Andrea Souza Santos**

Secretária-Executiva

**Bruno Allevato Martins da Silva**

Unidade de Apoio Técnico

**KPMG**

Assessoria Técnica

**Autores:**

Suzana Kahn Ribeiro - UFRJ

Andrea Souza Santos - UFRJ

**Citação recomendada para este relatório:**

PBMC, 2016: Mudanças Climáticas e Cidades. Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas [Ribeiro, S.K., Santos, A.S. (Eds.)]. PBMC, COPPE – UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 98p. ISBN: 978-85-285-0344-9.

# Sumário executivo

## **Contribuição das cidades para as mudanças climáticas**

A comunidade de pesquisa científica internacional sobre o clima aponta que as emissões antropogênicas de gases de efeito estufa (GEE) são provavelmente a principal causa do aumento da temperatura desde meados do século XX, sendo as cidades um dos principais contribuintes dessas emissões. As cidades atualmente já consomem mais da metade da energia primária mundial com a consequente emissão de gases de efeito estufa, o que contribui para o agravamento do aquecimento global.

Hoje, mais da metade da população mundial (3,6 bilhões) vive em cidades. Em 2050, é esperado que a população urbana cresça para 5,6-7,1 bilhão, ou 64-69% da população mundial. Em termos globais, só a produção dos materiais necessários para suportar esse crescimento urbano resultará, até meados do século, na metade das emissões permitidas de carbono, ou seja, cerca de 10 bilhões de toneladas, caso se pretenda atender a meta de limite máximo de aumento de temperatura média do planeta de 2°C em 2100.

Reunindo mais da metade da população mundial, as cidades concentram ainda a maioria dos ativos construídos e das atividades econômicas, fatores que fazem com que esses ambientes estejam altamente vulneráveis às mudanças climáticas. Os impactos causados pelas alterações no clima já são sentidos nos centros urbanos e vêm aumentando nos últimos anos. Os principais problemas envolvendo mudanças climáticas e cidades são o aumento de temperatura, aumento no nível do mar, ilhas de calor, inundações, escassez de água e alimentos, acidificação dos oceanos e eventos extremos. A maioria das cidades brasileiras já tem problemas ambientais associados a padrões de desenvolvimento e transformação de áreas geográficas. Mudanças exacerbadas no ciclo hidrológico pelo aquecimento global tende a acentuar os riscos existentes, tais como inundações, deslizamentos de terra, ondas de calor e limitações de fornecimento de água potável.

Há uma expectativa de que as cidades usem sua capacidade de liderança e influência política não só para que sejam cumpridas as propostas de redução de emissão de gases de efeito estufa dos países signatários do Acordo de Paris, mas também aumentando a ambição nos períodos de revisão, até porque os impactos da mudança climática irão afetá-las enormemente.

## Sumário executivo

### Vulnerabilidade das cidades às mudanças climáticas

A supressão de ecossistemas, desencadeada pelo crescimento urbano desenfreado, é um dos principais fatores de redução da resiliência das cidades, deixando-as mais vulneráveis aos problemas atuais e futuros, que poderão ser acentuados pelas mudanças climáticas, como o aumento das ilhas de calor, poluição do ar e inundações.

Os serviços ecossistêmicos mais importantes para o enfrentamento dos impactos das mudanças climáticas incluem o provisionamento de água potável, a regulação de eventos extremos, do clima local, da qualidade do ar e da água, da erosão e o sequestro de carbono. A falta de informação e conhecimento sobre a importância dos serviços ecossistêmicos pode levar a decisões equivocadas que envolvem perdas significativas de capital natural. Vale destacar que os custos de restauração são muito mais altos do que aqueles relacionados à preservação.

Os estresses climáticos poderão resultar em efeitos cascata ao longo dos diferentes sistemas urbanos de infraestrutura, que são interdependentes entre si como os setores de água, saneamento, energia e transporte. A vulnerabilidade destes setores às mudanças climáticas varia de acordo com seu grau de desenvolvimento, resiliência e adaptabilidade. Assim, as variações do clima podem agravar pressões já existentes, principalmente nos países em desenvolvimento como o Brasil, onde grande parte da população ainda é desprovida de serviços básicos de saneamento, o tráfego das vias urbanas é caótico e a segurança energética está constantemente em discussão.

As modificações nos regimes das chuvas poderão influenciar a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos disponíveis para o abastecimento das cidades, já que estas são responsáveis pelo consumo de 22% do total da vazão de água captada no Brasil. É a maior demanda depois da irrigação, equivalente a 55% do total captado.

Em relação à energia, as cidades podem ser afetadas pela falta de oferta de energia no país, ligado ao aumento de consumo e indisponibilidade hídrica para geração de energia, como pelo impacto no sistema de distribuição devido à eventos climáticos extremos.

Assim como no caso de falta de água, a falta de energia pode impactar diretamente o funcionamento das cidades e sua economia. Para se ter uma ideia do tamanho da dependência das cidades à energia e água, basta estar atento aos diversos segmentos que são impactados em momentos de blackout/escassez nos centros urbanos: trânsito caótico, transporte público por trens e metrô paralisados, insegurança devido à queda na iluminação pública, serviços de telefonia, internet e saneamento interrompidos, hospitais paralisados e inúmeros estabelecimentos comerciais fechados.

## Sumário executivo

Impactos na infraestrutura de transporte também são esperados devido a projeções relacionadas a mudanças no nível do mar, variações de temperatura, precipitação e a ocorrência de eventos climáticos extremos (incluindo chuvas intensas), que poderão acelerar a deterioração de estruturas, aumentar os riscos de interrupções no tráfego e acidentes, com consequente impacto na economia das cidades.

Estes episódios costumam ser acompanhados de inundações e alagamentos, cujo sistema de drenagem urbana não consegue conter, e que resultam em bloqueio das vias urbanas e avarias a imóveis, entre outros transtornos.

Os danos que atualmente ocorrem são muitas vezes atribuídos a uma manutenção não adequada e a práticas antigas, que se for feita de forma correta podem representar medidas preventivas eficazes, como, por exemplo, manutenção de bueiros e sistemas de drenagem.

---

*Sabe-se que as soluções tradicionais de drenagem urbana que incluem a canalização dos rios e redes pluviais acabam contribuindo para o agravamento das inundações ao transferir os alagamentos de montante para jusante, além de aumentar a velocidade de escoamento da água e a energia de arraste das enxurradas.*

---



Ainda na ocorrência de fortes tempestades, os resíduos mal acondicionados e destinados de forma inadequada são espalhados e carregados para os sistemas de drenagem, contribuindo para a obstrução das galerias e canais e gerando mais alagamentos. Trata-se de um problema nacional, uma vez que apenas 58,5% do volume total de resíduos coletado no País é disposto de forma adequada em aterros sanitários.

Ainda em relação ao saneamento, a intensificação dos eventos extremos de precipitação pode aumentar o risco de alagamento de estações de tratamento de efluentes, principalmente naquelas mais próximas aos corpos receptores, como também gerar sobrecarga na rede de esgotos e drenagem. Os sistemas formais e informais de esgotamento sanitário têm capacidades diferentes de responder ao stress dos impactos das mudanças climáticas. Sistemas informais, tipicamente desenvolvidos com pouca organização e recursos, devem ser ainda menos capazes de suportar os impactos do clima com a possibilidade de agravamento da situação sanitária-ambiental já adversa.



## Sumário executivo

Uma das preocupações mais tangíveis envolvendo o clima e a infraestrutura das cidades está relacionada às edificações. Em muitas cidades brasileiras é comum o estabelecimento de moradias precárias em áreas de enchente e terrenos de alta declividade (ex: encostas de morros). Durante eventos extremos de precipitação e fortes tempestades estes assentamentos podem ser prejudicados pela ação direta das águas ou erosão do solo, com risco de deslizamentos e desabamentos. Além de gerarem perdas materiais, estes episódios ameaçam a integridade física da população sujeita a morte por afogamento ou soterramento.

Outra preocupação quanto às edificações diz respeito à resistência da infraestrutura urbana diante do aquecimento global e conforto térmico. Contudo, a vulnerabilidade das cidades não está somente na sua infraestrutura. A saúde da população urbana também pode ser bastante impactada, uma vez que elevadas temperaturas e forte radiação solar intensificam as reações fotoquímicas responsáveis pela liberação de gases e outras partículas poluentes na atmosfera, causando impactos indiretos na saúde cardiorespiratória da população. Além disso, a exposição ao calor extremo tem sido atribuída a casos de infartos, derrames, desidratações e até óbitos. Os principais grupos atingidos são idosos acima de 65 e crianças abaixo dos 5 anos de idade.

### **Alternativas de mitigação e adaptação em áreas urbanas**

Visto que as cidades brasileiras são vulneráveis às mudanças climáticas e que possivelmente muitos serão os impactos que estas deverão enfrentar no futuro, faz-se necessária a definição de estratégias de mitigação e adaptação para torná-las resilientes.

Alternativas de mitigação estão relacionadas a limitação do aquecimento global, ou seja, se referem às intervenções humanas que visam a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), bem como a ampliação de seus sumidouros. Opções de mitigação estão disponíveis em todos os principais setores em cidades e podem ser mais eficientes se adotarem uma abordagem integrada que combina medidas para reduzir o consumo de energia e a intensidade dos gases de efeito de estufa do uso final dos setores, descarbonizar o fornecimento de energia elétrica, reduzir as emissões líquidas e aumentar os sumidouros de carbono em setores de atividade baseadas no uso da Terra. Hoje, o maior potencial para redução das emissões em cidades no Brasil está no setor de transporte, energia e gestão de resíduos. Dentre as principais alternativas desses setores, podemos citar: edificações e equipamentos modernos e ecoeficientes, uso de tecnologias mais eficientes como a iluminação a LED nas áreas de iluminação pública, promoção do aumento da reciclagem de resíduos, aumento da coleta e tratamento de efluentes, utilização de resíduos na geração de energia e busca por um sistema de transporte mais sustentável, que inclui não apenas novas tecnologias, tanto de veículos como combustíveis e infraestrutura, mas também novas práticas e padrões de consumo.

## Sumário executivo

Já adaptação é o ajustamento nos sistemas naturais ou humanos em resposta a estímulos climáticos ou reais ou os seus efeitos, o que permite explorar oportunidades benéficas. Medidas de adaptação são fundamentais para o enfrentamento das mudanças climáticas já observadas e futuras. A literatura atual sobre o tema reforça a necessidade de cidades em todo o mundo agirem para se adaptarem aos efeitos adversos da mudança do clima, em especial as mais vulneráveis.

Uma ampla gama de opções de adaptação está disponível, mas é necessária uma abordagem mais extensa do que a que está atualmente ocorrendo para reduzir a vulnerabilidade às mudanças climáticas. Existem barreiras, limites e custos, que não são totalmente compreendidos. Contudo, assim como na questão da mitigação, não agir em adaptação custará muito mais no futuro. Dentre as principais alternativas de adaptação para infraestrutura urbana, destacam-se:

### Alternativas de mitigação para a infraestrutura urbana

ENERGIA E TRANSPORTE	USO DO SOLO, EDIFICAÇÕES E ASSENTAMENTOS	RECURSOS HÍDRICOS
- Reforço da infraestrutura de distribuição e transmissão de energia	- Criação de espaços verdes para melhorar a drenagem e reduzir o efeito de ilha de calor urbana	- Eficiência do uso da água; técnicas de armazenamento de água e conservação; reutilização da água; dessalinização; aproveitamento de águas pluviais.
- Instalação de cabamentos subterrâneos na rede de distribuição	- Proteção das barreiras naturais e artificiais. Ex: criação de diques, zonas pantanosas e úmidas como tampão para conter o aumento do nível do mar e etc.	- Rever e modificar as fontes superficiais e subterrâneas de captação e transferências de água.
- Diversificação das fontes de energia, dando preferência às renováveis	- Revisão dos códigos de construção civil e regulamentos sobre o uso do espaço urbano. Ex: elevação dos edifícios em áreas sujeitas a inundações, uso de pavimentos permeáveis, obras de proteção às edificações, restringir a expansão de construções em áreas costeiras e etc.	- Aumentar instalações/capacidade de armazenamento.
- Mudanças nos projetos, substituição e adequação de estruturas (pontes, estradas, postes, fiação, pavimentos e etc.)	- Realocação e realinhamento de estradas, vias e linhas de distribuição	- Recuperação das bacias hidrográficas.
- Planos de emergência. Ex: fechamento de vias durante eventos extremos, rotas	- Construções eco-eficientes com	

## Sumário executivo

As dimensões principais para adaptação são o desenvolvimento de quadros de avaliação de riscos e de gestão que levem em conta os perigos climáticos urbanos, sensibilidade, capacidade de se adaptar e a consideração interativa de mitigação e adaptação em setores urbanos críticos - energia, água, transporte e saúde humana – e a inclusão de mecanismos abrangentes de integração de uso do solo urbano e governança. Do começo ao fim, o objetivo é contribuir para processos eficazes, em curso, e benéficos nas diversas cidades para responder aos riscos de extremos climáticos atuais e mudanças climáticas futuras. Essas respostas incluem o planejamento eficaz para salvaguardar todos os habitantes dos riscos climáticos de forma equitativa, enquanto mitiga as emissões de gases de efeito estufa, e assim, contribuindo para a redução da magnitude e impacto das mudanças futuras.

É importante que o planejamento das cidades inclua o conhecimento das vulnerabilidades existentes e riscos associados à ocorrência de eventos climáticos extremos. O ideal é que as cidades sejam remodeladas e planejadas de acordo com as prioridades existentes, visando torná-las resilientes à mudança climática.

Respostas eficazes de adaptação e mitigação dependerão de políticas e medidas em várias escalas: internacionais, regionais, nacional e subnacional. Políticas em todas as escalas apoiando o desenvolvimento de tecnologia, difusão e transferência, bem como, financiamento para respostas às mudanças climáticas, pode complementar e melhorar a eficácia das políticas que promovam diretamente adaptação e mitigação.

O poder público deve atuar na promoção de uma transição para um modelo urbano sustentável, com a definição de políticas que privilegiem a eficiência energética e melhor uso dos recursos naturais em todas as atividades urbanas, tais como medidas restritivas como pedágio urbano, nível mínimo de eficiência dos veículos, equipamentos e novas construções, apoio ao uso de energia renovável, entre outras. Medidas de incentivo também são bem-vindas, tais como: prioridade de circulação para veículos com ocupação completa, redução de impostos para residências e empreendimentos que utilizem energia renovável, por exemplo.

O sucesso dessas medidas implica em uma mudança de comportamento da sociedade e no possível desbalanceamento entre o custo individual e o benefício coletivo. Isto significa que para que haja uma difusão de tecnologias mais eficientes e limpas, é necessário que se tenha uma política pública mandatária, como exigência de padrões mínimos de eficiência, taxaço entre outros instrumentos econômicos.

A transição para uma economia de baixo carbono é inevitável. O mundo indubitavelmente caminha para um período com maiores restrições ambientais. Assim, o planejamento urbano sustentável não poderá ficar defasado do modelo de desenvolvimento do futuro.





Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-285-0344-9



9 788528 503449