



Análise crítica dos planos municipais de adaptação e mitigação às mudanças climáticas

Érico Masiero

Federal University of São Carlos – Urban Engineering Graduate Program
erico@ufscar.br
ORCID 0000-0001-8665-335X

Vanize Menegaldo

Federal University of São Carlos – Urban Engineering Graduate Program
vanizemenegaldo@hotmail.com

Silvia Garcia Tavares

Lecturer in Urban Design and Town Planning
University of the Sunshine Coast, Queensland, Australia
stavares@usc.edu.au

Resumo

Este artigo analisa criticamente os planos de adaptação e mitigação às mudanças climáticas elaborados por 18 cidades localizadas nos cinco continentes desde 2005. O objetivo é explorar as principais estratégias adotadas nos planos de mitigação e adaptação às mudanças climáticas dessas cidades estudadas para identificar a relação entre a aplicação de tais medidas e práticas de planejamento urbano. Os planos de adaptação e mitigação das alterações climáticas das capitais ou centros económicos nacionais e continentais foram consultados e classificados de acordo com o seu compromisso em lidar com as questões climáticas e na implementação eficaz das respostas. Observou-se que as cidades selecionadas possuem uma preocupação significativa com os possíveis impactos das mudanças climáticas, embora ainda existam discrepâncias consideráveis entre o que é proposto nos planos e a efetiva implementação das medidas de mitigação, principalmente nas cidades brasileiras e em outras nações em desenvolvimento. Mesmo considerando os graves problemas decorrentes das mudanças climáticas – como as Ilhas de Calor Urbanas e o alto consumo de energia que elevam as emissões de gases de efeito estufa – as propostas dessas cidades ainda focam em ações pontuais, com pouco investimento em infraestrutura e falta de monitoramento das ações propostas para enfrentar adequadamente o clima mudar.

Palavras-chave: adaptação às mudanças climáticas, planejamento urbano, mitigação de impactos

1. INTRODUÇÃO

No contexto global das mudanças climáticas, o aumento da ocorrência e uma ampla gama de impactos negativos podem ser observados em áreas urbanas, especialmente em países em desenvolvimento que enfrentam problemas desafiadores associados a processos de urbanização acelerados e fortes desigualdades socioespaciais (OMS, 2009, 2017; IPCC, 2015; UN-Habitat, 2016). Enquanto as alterações antropogênicas da temperatura do ar afetam várias escalas atmosféricas – desde os microclimas à escala global – uma vez que não ocorrem isoladamente (Oke et al., 2017), o aumento das Ilhas de Calor Urbanas – UHI – (Mills, 2008), inundações nos centros urbanos, ondas extremas de calor ou frio, chuvas muito fortes e concentradas e também períodos de seca severa destacam-se como questões-chave (Maheshwari et al., 2020). Além disso, de acordo com Muchuru e Nhamo, (2019), o uso da terra e as políticas são identificadas como medidas-chave para fins de adaptação nos níveis local, nacional e internacional.

Em muitos casos, um único espaço urbano pode sofrer diversas consequências ambientais, conforme observado por Sydney (2017), que aponta que Sydney terá que lidar com ameaças de aumento do nível do mar enquanto sofre com a escassez de água potável. Destaca-se também o caso da cidade de São Paulo (2011), que, assim como muitas outras cidades do mundo, enfrenta diversos impactos das mudanças climáticas, como enchentes e eventos climáticos extremos (Nobre, 2011; Andrade et al., 2017).

Indicativo dessa situação, Wang et al. (2016) destacam que um aumento de 2°C para 3°C no UHI de Toronto, no Canadá, por exemplo, poderia levar a um aumento de 4 a 7% na taxa de mortalidade, pois esta cidade estará mais propensa a casos cada vez mais graves eventos climáticos extremos, como ondas de calor. Além disso, de acordo com cenários futuros apresentados em estudo realizado no Reino Unido por Hajat et al. (2014), estima-se que a frequência de dias quentes em 2080 seja três vezes maior do que a frequência durante o período

de estudo. Os autores antecipam que isso pode significar um aumento de 535% na taxa de mortalidade.

Levando em conta esses desafios urbanos e promovendo o desenvolvimento sustentável e incentivando o desenvolvimento e adoção de planos de mitigação e adaptação para aliviar os impactos das mudanças climáticas no ambiente urbano, os líderes das principais cidades do mundo propuseram programas de governança participativa, como a Agenda 21 (Nações Unidas, 1992). Além disso, com o objetivo de auxiliar os processos de tomada de decisão, a Nova Agenda Urbana (NUA) (UN-Habitat, 2016) foi desenvolvida como um documento colaborativo elaborado por várias organizações intergovernamentais, atores políticos e especialistas. A NUA destaca a importância de prever e implementar medidas para enfrentar os riscos de desastres por meio da redução da vulnerabilidade, construção de resiliência e capacidade de resposta aos riscos naturais típicos do ambiente urbano.

Enquanto os planos de mitigação são responsáveis por abordar as causas das mudanças climáticas, os planos de adaptação visam discutir as consequências negativas de um clima já em mudança (Reckien et al., 2018). Em outras palavras, a mitigação se baseia na tentativa de evitar os fatores geradores das mudanças climáticas, como as fontes emissoras de carbono, enquanto a adaptação busca acomodar as consequências de um cenário climático já antropogenicamente alterado.

O UN-Habitat (2018) delineou 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS, nos quais o ODS 11 se concentra em Cidades e Comunidades Sustentáveis, e o ODS 13 refere-se à Ação Climática por meio de “tomar medidas urgentes para combater as mudanças climáticas e seus impactos”. Os ODS nunca acontecem isoladamente e cidades e comunidades sustentáveis dependem de respostas adequadas ao clima. Entre as metas e indicadores mencionados, o ODS 13 visa fortalecer a resiliência e a capacidade de adaptação aos perigos relacionados ao clima e aos desastres naturais em todos os países e integrar as medidas de mudança climática nas políticas, estratégias e planejamento nacionais.

Muitas iniciativas se fortaleceram desde a publicação dos ODS, uma delas é o C40 Cities (2019). O grupo C40 Cities é uma rede das megacidades do mundo comprometidas em apoiar, colaborar e compartilhar conhecimento enquanto impulsiona ações mensuráveis e sustentáveis sobre as mudanças climáticas. Em todo o mundo, o C40 Cities conecta 97 das maiores cidades do mundo, abrindo caminho para um futuro mais saudável e sustentável. As cidades membros usam uma abordagem baseada na ciência e trocam as melhores práticas para tomar as medidas efetivas necessárias para combater a crise climática e manter o aquecimento global abaixo de 1,5°C, com o objetivo de reduzir coletivamente pela metade as emissões de gases de efeito estufa até 2030. É essencial focar nos ODS 11 e 13 para aumentar a resiliência dos ambientes urbanos.

Resiliência é outro termo amplamente utilizado na literatura científica. Refere-se à capacidade de algo – neste caso um espaço urbano – se preparar e se adaptar às mudanças a que será submetido. Mais especificamente, segundo Meerow et al. (2016).

A resiliência urbana refere-se à capacidade de um sistema urbano (...) de manter ou retornar rapidamente às funções desejadas diante de uma perturbação, de se adaptar à mudança e de transformar rapidamente os sistemas que limitam a capacidade adaptativa atual ou futura.

É, portanto, fundamental que as iniciativas propostas para enfrentar as mudanças climáticas considerem a interdependência entre os aspectos climáticos e as condições urbanas locais, para entender e responder aos impactos ambientais que os espaços urbanos específicos enfrentam, bem como possíveis propostas especificamente adaptadas a eles (Hess, et al., 2008; Iturriza et al., 2020). Porém, conforme apontado por Araos et al., (2016), que realizou uma análise sistemática dos planos de adaptação climática ao redor do globo, a grande maioria das cidades do mundo – considerando aquelas que apresentaram algum tipo de plano de ação – ainda está em um estágio inicial de desenvolvimento de seus planos. Essas cidades ainda apresentam vários problemas a serem resolvidos e etapas a serem seguidas. Além disso, países com maiores taxas de desenvolvimento apresentam números maiores e planos de mudanças climáticas mais avançados. Por outro lado, os espaços urbanos nos países em desenvolvimento, de um modo geral, enfrentam desafios mais difíceis, mas até agora apresentam menos ou menos planos de ação práticos (Araos et al., 2016).

Olazabal e Gopegui (2021) avaliaram o planejamento da adaptação de 59 cidades litorâneas com mais de 1 milhão de habitantes, em regiões do mundo desenvolvido e em desenvolvimento, comparando com 53 métricas utilizadas para avaliar a probabilidade de sucesso de políticas locais em longo prazo. Os autores mostraram que o atual planejamento de adaptação nas grandes cidades globais tem muito espaço para melhorias, porém, dificilmente será efetivo sem maiores investimentos em infraestrutura e ações efetivas de combate às mudanças climáticas.

Portanto, este trabalho tem como objetivo relatar as principais estratégias adotadas nos planos de mitigação e adaptação climática de cidades brasileiras e internacionais para identificar criticamente a aplicação prática de tais medidas.

2. MÉTODO

Para desenvolver relatórios de combate às questões climáticas pela administração pública, foram consultados planos de dezoito cidades: quinze internacionais e três brasileiras. Os planos foram escolhidos para cidades que geralmente compreendem grandes centros urbanos, muitas das quais são capitais e têm alcançado destaque nacional ou mundial, caracterizadas sobretudo pelos impactos gerados por suas ocupações no meio físico.

Para uma análise mais abrangente do assunto, foram selecionados para este estudo planos de mitigação de mudanças climáticas propostos em cidades ao redor do mundo. Os critérios utilizados para selecionar as cidades foram baseados na localização geográfica, ou seja, cidades localizadas na América do Norte, América do Sul, Europa, Ásia, África e Oceania, visando entender a diversidade de condições climáticas a que estão submetidas e as respostas que cada



uma pretende dar oferecer soluções ambientais, políticas, sociais, econômicas e culturais. Entende-se que esses fatores podem determinar diversas ações e atitudes em relação às mudanças climáticas e suas respectivas formas de ocupação dos espaços urbanos.

Assim, para a análise amostral dos planos de mitigação das mudanças climáticas, foram adotadas as seguintes cidades, conforme pode ser observado na Tabela 1 e no mapa da Figura 1, que reúne informações cruciais de cada uma delas.

Tabela 1 – Cidades selecionadas para estudar planos de mitigação e adaptação às mudanças climáticas
(Fonte: Organizado pelos autores a partir das informações divulgadas pelos planos de adaptação e mitigação às mudanças climáticas)

Continent	Country	City	C40 Cities engaged	Population (in million)	Urban area (km ²)	Climate Classification (Koppen-Geiger) (Peel et al. 2007)	Sources
North America	Mexico	Mexico City	✓	9.6	1.480	Cfb	https://www.cdmx.gob.mx/ https://www.inegi.org.mx/ https://worldpopulationreview.com/
	Canada	Toronto	✓	2.95	630	Dfb	https://www.toronto.ca/ https://www12.statcan.gc.ca/
	USA	Phoenix	✓	1.68	1.338	Bwh	https://www.phoenix.gov/
	USA	Boston	✓	0.69	125	Dfa	https://www.boston.gov/ https://www.census.gov/
South America	Brazil	São Paulo	✓	12.2	897.8	Cwa	https://cidades.ibge.gov.br/
		Belo Horizonte	X	2.52	268.2	Cwa	https://cidades.ibge.gov.br/
		Curitiba	✓	1.93	309.4	Cfb	https://cidades.ibge.gov.br/
Colombia	Bogota	✓	7.15	379.7	Af	http://bogota.gov.co/ https://www.dane.gov.co/	
Asia	Japan	Tokyo	✓	13.4 2	2.191	Cfa	http://www.toukei.metro.tokyo.jp/ https://www.metro.tokyo.lg.jp/
	South Korea	Seoul	✓	10.0	605	Dwa	http://english.seoul.go.kr/ https://worldpopulationreview.com/
	China	Hong Kong	✓	7.54	1.106	Cwa	https://www.enb.gov.hk/ https://www.landsd.gov.hk/
Europe	England	London	✓	9.0	1.572	Cfb	https://www.cityoflondon.gov.uk/ https://data.london.gov.uk/
	Germany	Berlin	✓	3.71	891	Dfb	https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/
	Ireland	Dublin	X	1.34	115	Cfb	www.dublincity.ie https://www.dublincity.ie/sites/default/files/2020-07/2019-dcc-climate-change-action-plan.pdf
	Netherlands	Amsterdam	✓	1.14	219	Cfb	https://www.ois.amsterdam.nl/
	Denmark	Copenhagen	✓	0.63	178	Cfb	https://international.kk.dk/ https://www.statbank.dk/
Africa	South Africa	Johannesburg	✓	4.43	1.645	Cwb	https://www.ioburg.org.za/ http://www.statssa.gov.za/
Oceania	Australia	Sydney	✓	4.96	1.214	Cfb	https://www.cityofsydney.nsw.gov.au/ https://www.abs.gov.au/

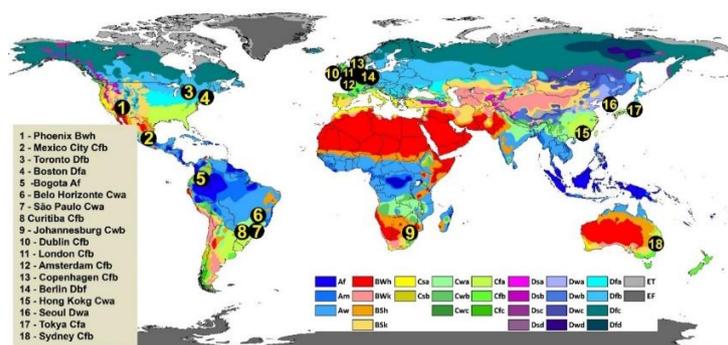


Figura 1 – Classificação do clima de acordo com a localização das cidades.
(Fonte: adaptado de Peel et al. (Peel et al., 2007).

As análises dos planos de mitigação das mudanças climáticas foram divididas em três etapas principais: a primeira se refere a uma revisão da literatura sobre o tema, na qual foram selecionadas informações gerais das páginas oficiais do governo dos diversos planos de adaptação, mitigação, projetos e legislações dos municípios envolvidos.

Como análise complementar desses planos, na segunda etapa, foi realizada concomitantemente uma revisão da literatura sobre o tema, focando principalmente em trabalhos pertinentes a essas cidades específicas que destacam os aspectos críticos em relação às ações propostas e aos objetivos alcançados. Muitas informações também foram coletadas de relatórios oficiais que informam as ações tomadas desde a implementação dos planos de mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

Com base na revisão de planos e trabalhos científicos e relatórios oficiais, na terceira etapa, estabelecemos uma relação entre as propostas e ações adotadas nessas cidades, quanto à vulnerabilidade decorrente das mudanças climáticas apontadas por cada uma, um grau de suas ações quanto ao diversidade de iniciativas propostas e eficácia das ações já implementadas. As informações coletadas mostram evidências de implementação de propostas oficiais. Se foram detectadas ações efetivas, o estudo buscou saber em que nível de implementação elas são relatadas na literatura científica.

Para permitir uma comparação sistemática entre as ações das diversas cidades analisadas, foi proposto um método que funciona da seguinte forma: todas as ações comumente encontradas nos planos de adaptação e mitigação climática das cidades foram relatadas e destacadas. Para cada ação proposta, foi atribuído um ponto para cada cidade. Assim, classificou-se quantitativamente o grau de proposição de cada plano, ou seja, do maior número de ações encontradas na maioria dos municípios.

A partir das informações divulgadas nos órgãos administrativos oficiais de cada município, foi informado quais das ações propostas foram integralmente, parcialmente ou não cumpridas em cada plano. Nessa etapa, os municípios também receberam uma pontuação de diferenciação e análise para aferir o grau de comprometimento com as proposições divulgadas nos planos, conforme demonstrado a seguir.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o objetivo de fazer uma análise local específica e considerando que as cidades estudadas possuem características diferenciadas quanto ao clima, características geográficas, desenvolvimento, condições ambientais e vulnerabilidade às mudanças climáticas, nos concentramos em documentos elaborados pelos próprios municípios. Portanto, este estudo não está focado nos níveis mais altos de governança, como os níveis estadual ou nacional, mas sim demonstrar como as políticas locais têm contribuído para o alcance dos ODS 11 e 13.

De acordo com a condição específica de cada cidade, suas respectivas políticas e diretrizes destacam os principais riscos e vulnerabilidades associados às mudanças climáticas. Esses documentos apresentam ações voltadas à mitigação dos impactos das mudanças climáticas e à adaptação às suas consequências iminentes. Algumas cidades também demonstram progresso na aplicação de políticas e investimentos em infraestrutura para lidar com as mudanças climáticas. Os principais desafios relacionados às mudanças climáticas mais comuns nas cidades, às quais estão sujeitas, são os seguintes:

- Aumento da precipitação
- Diminuição da precipitação
- Eventos climáticos extremos
- Escassez de água
- Aumento do nível do mar
- Inundação
- Impactos na biodiversidade
- Ilhas de calor urbanas
- Aumento de problemas de saúde
- Poluição do ar
- Aumento da ocorrência de incêndios

A partir da identificação desses principais riscos nos planos de mitigação e adaptação de cada cidade, este estudo teve como objetivo explorar as etapas em que cada cidade está atualmente desenvolvendo e implementando políticas públicas relacionadas às mudanças climáticas.

3.1. Análise de planos municipais de mudanças climáticas

Dentre as 18 cidades estudadas, identificamos 12 prioridades recorrentes relacionadas às vulnerabilidades, para as quais têm contribuído para a conformação de políticas e ações municipais de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. A Tabela 2 apresenta uma compilação das principais vulnerabilidades declaradas associadas às mudanças climáticas encontradas nos planos de mitigação e adaptação das cidades estudadas.

Tabela 2 - Vulnerabilidades associadas às alterações climáticas
(Fonte: Organizado pelos autores dos planos de adaptação e mitigação)

Cities	Declared vulnerabilities											
	da Aumento precipitação	da Diminuição precipitação	climáticos Eventos extremos	Escassez de água	Elevação do nível do mar	Inundações	na Impactos biodiversidade	Ilhas de calor urbanas	Aumento de problemas de saúde	Polição do ar	Aumento da ocorrência de incêndio	Total de vulnerabilidades declaradas
North America												
Boston	✓		✓		✓	✓		✓	✓	✓		8
Phoenix		✓		✓				✓		✓	✓	5
Toronto	✓		✓			✓		✓	✓	✓		7
Mexico City	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓		8
South America												
Belo Horizonte	✓					✓		✓	✓			5
Curitiba	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		9
Sao Paulo	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	9
Bogota	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	9
Asia												
Hong Kong	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		8
Seoul	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		10
Tokyo			✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		8
Europe												
Amsterdam	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		9
Berlin	✓			✓				✓	✓	✓		5
Copenhagen	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		9
Dublin	✓		✓		✓	✓		✓	✓	✓		8
London	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		11
Africa												

Johannesburg	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		8
Oceania												
Sydney	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	10

Com base nos resultados relatados na Tabela 2, todas as cidades estudadas estão preocupadas com as consequências das mudanças climáticas, bem como com a redução das emissões de CO₂ e GEE – daí o desenvolvimento de planos de mitigação e adaptação. No entanto, cada região e economia têm suas particularidades.

Boston, (2019), Copenhagen, (2015), Dublin (2019) e Amsterdã (2011), por exemplo, consideram o aumento das chuvas como um problema-chave a ser abordado. Isso está relacionado às condições topográficas dessas cidades, pois muitas áreas dentro de seus limites estão localizadas em níveis baixos e, portanto, vulneráveis a inundações e aumento do nível do mar.

No caso específico do plano de Copenhagen (2015), ele menciona brevemente a insuficiência de investimento no uso de energia renovável e redução da geração de resíduos. Além disso, é um dos poucos planos que menciona estratégias de adaptação ao clima, os custos de implementação dessas estratégias e apresenta propostas de intervenções espaciais específicas, além de reconhecer projetos já implementados.

London (2016) não especifica diretamente as áreas de risco, mas apresenta mapas que reconhecem o potencial de adaptação ao clima. Algumas partes do centro de Londres têm ambientes excepcionalmente de alta qualidade, mas muitas outras sofrem de um legado de desenvolvimento mal concebido e às vezes mal administrado, que recebeu investimentos subsequentes inadequados, especialmente na esfera pública.

É também de realçar que as vulnerabilidades identificadas em cada cidade e os planos de mitigação e adaptação climática estão relacionados com o contexto natural da região e disponibilidade de recursos, a continentalidade e o clima local. No caso de Phoenix (City of Phoenix 2009 & 2015), o plano não especifica a vulnerabilidade a inundações, devido ao clima predominantemente quente e seco, classificado como BWh, o que significa que as chuvas em Phoenix são escassas ou mínimas. A média de precipitação é de cerca de 11 mm por ano, de acordo com a Weather Forecast Phoenix, AZ (2021). Para o Governo Metropolitano de Seul (2015) e Londres (2016), os principais riscos estão associados a problemas de saúde humana que o aumento das temperaturas e a poluição do ar podem causar, enquanto Joanesburgo (2009), Cidade do México (Rodríguez et al., 2014) e Bogotá (Barrero et al., 2015) as economias são baseadas na agricultura e estão muito preocupadas com os impactos do clima na mudança da biodiversidade e conseqüentemente sua interferência na produção de alimentos.

Observou-se que pesquisas e dados científicos são frequentemente citados para explicar a evolução dos impactos causados pelas mudanças climáticas e também como forma de monitorar, justificar e auxiliar as ações propostas pelos municípios, como é o caso da Cidade do México (Rodríguez et al., 2014). Muitas das cidades analisadas desenvolveram documentação e

bancos de dados complementares para discutir melhor suas principais preocupações relacionadas às mudanças climáticas. No entanto, esses materiais estão frequentemente espalhados em diferentes sites governamentais, dificultando o acesso da sociedade civil às informações e, talvez, desencorajando-os a responsabilizar os governos.

Especificamente no caso brasileiro, a escassez de água, o aumento das chuvas, as inundações, os deslizamentos de terra em áreas povoadas, o aumento do número de incêndios espontâneos, a intensificação das UHIs e o aumento drástico do desconforto térmico urbano são preocupações atuais nos planos de mitigação e adaptação (São Paulo, 2011). Os municípios de São Paulo e Curitiba são pioneiros no tratamento da questão das mudanças climáticas no Brasil (ICLEI-Brasil & Curitiba, 2020) e (São Paulo, 2011). Embora tenha havido uma iniciativa dos governos para desenvolver políticas relacionadas à adaptação e mitigação do clima, ainda não estão claros os planos de investimentos futuros para essas iniciativas.

Ressalta-se também que os períodos de estiagem vêm aumentando, assim como o volume de precipitação. As consequências desta última podem ser ainda agravadas pelo fato de o território brasileiro estar localizado principalmente na zona intertropical (Ayoade, 1996). Além disso, parte significativa da população brasileira encontra-se em situação socioeconômica vulnerável observada pela falta de acesso à água potável (Marengo, 2008), má distribuição de recursos e ocupação de áreas não regularizadas (Eakin e Luers, 2006). Esse cenário também é comum em outras cidades localizadas em países em desenvolvimento, como Cidade do México e Bogotá (Hallegatte et al., 2018).

Os riscos decorrentes das mudanças climáticas combinados com a desigualdade social compreendem uma parte significativa da população das nações em desenvolvimento vulnerável a eventos climáticos extremos, pressionando por uma governança local eficaz. Nesse sentido, uma governança efetiva pode ser alcançada por meio do desenvolvimento de bancos de dados de monitoramento acessíveis e transparentes para a sociedade e atualização frequente das propostas de mitigação e adaptação, bem como de sua implementação.

De maneira geral, pode-se observar que os municípios estudados demonstram compreensão e preocupação com os desafios do cenário atual e futuro. Das 18 cidades analisadas, 13 (ou 72%) sabem que terão que lidar com mais da metade dos impactos identificados, e todas as cidades estudadas pontuaram no mínimo cinco vulnerabilidades identificadas. As cidades que identificaram mais vulnerabilidades (caso de Amsterdã, Londres e Sydney) não serão necessariamente as mais impactadas, pois reconheceram a magnitude de suas possíveis dificuldades futuras.

A vulnerabilidade relatada pelos municípios estudados também depende do percentual da população residente em áreas de risco e ocupação subnormal, que possuem infraestrutura precária ou inexistente, expondo ainda mais a população a riscos de deslizamentos, alagamentos, ondas de calor, proliferação de epidemias, escassez de água e alimentos. Segundo a UNESCO (2020), cerca de 74% de todos os desastres naturais dos últimos 20 anos foram relacionados à água, como enchentes e secas, que afetaram mais de três bilhões de pessoas pela deficiência na adaptação ao clima de infraestruturas.

Geralmente, as cidades dos países desenvolvidos tendem a relatar menos vulnerabilidade do que as dos países em desenvolvimento. Entre muitos motivos estão a redução da vulnerabilidade social, a disponibilidade de infraestruturas urbanas mais seguras e robustas para lidar com enchentes, deslizamentos de terra e os efeitos das mudanças climáticas. Cidades mais bem preparadas também são mais atrativas para investidores do setor privado, que podem estar mais interessados na reconstrução, caso algum evento climático extremo comprometa parte da infraestrutura urbana. Riscos políticos, como quebra de contrato, conversibilidade de moeda e expropriação de ativos estão associados a mercados emergentes em países em desenvolvimento e os investidores geralmente estão menos familiarizados com os governos municipais e suas condições financeiras (WBG-PNUD, 2020).

Outro aspecto importante identificado nesta análise diz respeito à temporalidade. Assim que os planos das cidades são publicados, essas prefeituras incentivam o engajamento e o comprometimento de outras cidades para também aplicar propostas inovadoras. Portanto, os estudos publicados mais recentemente tendem a ser mais completos e abordam critérios e indicadores de monitoramento de adaptação mais complexos.

3.1.1. Comparação de planos de mitigação e adaptação às mudanças climáticas

A partir da análise das ações descritas nos planos de mitigação das mudanças climáticas, oito delas foram identificadas como as mais recorrentes (Tabela 3). São eles: redução de emissões de GEE, investimento em energia renovável, gestão de resíduos, projetos arquitetônicos e urbanos eficientes, preparação para eventos climáticos extremos, aplicação de subsídios e recursos financeiros, mapeamento de áreas de risco, emissões e inventários de sumidouros de carbono. Essa análise permitiu uma visão geral do número de ações propostas em cada cidade, de acordo com seu grau de comprometimento com o tema da adaptação às mudanças climáticas. Seguindo esse raciocínio, para cada plano que abordasse o tema específico, uma pontuação era atribuída pelo município.

Tabela 3 - Classificação dos municípios de acordo com as ações propostas
(Fonte: Organizado pelos autores dos planos de adaptação e mitigação)

Cidades/Ações propostas	ano de publicação	redução de emissão de GEE	Investimento em energia renovável	Gestão de resíduos	Projetos arquitetônicos e urbanos	Preparação para eventos	Aplicação de subsídios e recursos	Mapeamento de áreas de	Inventários de emissões	Pontuação
North America										
Boston	2019	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8
Phoenix	2005	✓	✓	✓	✓	✓			✓	6
Toronto	2019	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8
Mexico City	2014	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8
South America										
Belo Horizonte	2016	✓		✓				✓	✓	4
Curitiba	2020	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	7
Sao Paulo	2011	✓	✓	✓	✓				✓	5
Bogota	2015	✓	✓	✓	✓	✓		✓		6
Asia										
Hong Kong	2017	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	7
Seoul	2015	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	7
Tokyo	2007 2010	✓	✓		✓	✓	✓		✓	6
Europe										
Amsterdam	2011	✓	✓		✓	✓	✓		✓	6
Berlin	2015	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8
Copenhagen	2015	✓			✓		✓	✓		4
Dublin	2017	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8
London	2016	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	7
Africa										
Johannesburg	2009	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8
Oceania										

Sydney	2017	✓	✓	✓	✓	✓	✓			6
--------	------	---	---	---	---	---	---	--	--	---

3.1.2. Nível de compromisso com a mitigação e/ou adaptação às mudanças climáticas

De todas as cidades investigadas neste estudo, 15 (83,3% do total) propuseram mais da metade das ações identificadas (Tabela 2), demonstrando que há uma clara preocupação mundial em abordar os impactos das mudanças climáticas em ambientes urbanos. A redução das emissões de GEE e CO₂ tem sido apontada como uma das principais preocupações, bem como a implementação de infraestruturas verdes nos espaços urbanos e a melhoria da qualidade do ar, nomeadamente nas cidades europeias (Senatsverwaltung and für Stadtentwicklung und Umwelt Sonderreferat Klimaschutz und Energie, 2015; The Cidade de Copenhagen, 2015), (Londres, 2016); (Dublin, 2019). A gestão de águas pluviais também foi uma estratégia chave identificada em todos os planos europeus. Entre todas as soluções apresentadas, os Sistemas Sustentáveis de Drenagem Urbana (SuDS) e o Amsterdam Rainproof System foram as mais significativas (van de Ven, et al. 2011). O Amsterdam Rainproof System é essencialmente um tipo de sistema de gerenciamento de águas pluviais atualmente encontrado na cidade de Copenhagen (2015), Londres (2018) e Amsterdã (2015) e que também foi mencionado como uma possível estratégia para Joanesburgo e Bogotá (Cidade de Joanesburgo, 2009; Barrero et al., 2015). O princípio chave de ambas as estratégias é retardar a descarga de água da chuva no destino final – por exemplo, rios – para evitar inundações urbanas. No entanto, enquanto os SuDS assentam em infraestruturas de absorção de água, devido às características específicas do solo e topografia de Amesterdã, o Amsterdam Rainproof System (2014) visa captar e conter a água em pequenas bolsas espalhadas pela cidade (Liping Dai & van Rijswijk, 2018).

Algumas cidades norte-americanas estudadas, como Phoenix (Walton Sustainability Solutions Initiatives, 2016), Toronto (City of Toronto, 2017) e Boston, (2019), foram identificadas como tendo um alto grau de comprometimento em mitigar e se adaptar aos efeitos da das Alterações Climáticas. Os governos locais de cidades da América Latina como Cidade do México, Curitiba e Belo Horizonte se destacam apenas em alguns aspectos específicos em termos de adaptação às mudanças climáticas. Na maioria dos casos, eles lutaram para monitorar todos os indicadores para envolver a sociedade civil. No caso da Cidade do México (2014), a autoridade municipal desenvolveu muitas medidas para adaptar o espaço urbano às questões das mudanças climáticas, porém o monitoramento da implementação não foi acompanhado simultaneamente.

Na Ásia, construção sustentável, uso de energia renovável, redução de emissões de CO₂ e parceria do setor público-privado com a sociedade civil foram ações comuns identificadas nos planos de Hong Kong (Environment Bureau, 2017), Seul (Seoul Metropolitan Government, 2015) e Tóquio (Governo Metropolitano de Tóquio, 2007). Em particular, Tóquio também está considerando acordos globais para propor ações para lidar com as mudanças climáticas.

No continente africano, o Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas de Joanesburgo (City of Johannesburg, 2009) reconhece possíveis problemas decorrentes do aumento das

temperaturas locais, como também foi identificado nos planos de cidades brasileiras, como Curitiba (2020) e São Paulo (2011). A África do Sul também desenvolveu um banco de dados chamado Greenbook (Van Niekerk et al., 2019), que fornece possíveis soluções para várias questões relacionadas às mudanças climáticas, como áreas vulneráveis e de risco. No entanto, embora o Greenbook se destine a ser utilizado por muitas cidades sul-africanas, não é informado o custo estimado dos projetos de mudanças climáticas, nem a origem dos recursos para viabilizar essas iniciativas.

Na América do Sul, pode-se citar Bogotá (Barrero et al., 2015) por estabelecer prazos, indicadores para monitorar e alocar departamentos governamentais responsáveis pela implementação e monitoramento de ações-chave. Enfrentar e responder a incêndios, deslizamentos de terra, escassez de água e inundações pode ser destacado como o compromisso mais representativo do governo local. No caso de São Paulo (2011) e São Paulo (2014), o cronograma para as propostas de ação é vagamente identificado como curto, médio e longo prazo. Observou-se também que as medidas são de baixo comprometimento, ou seja, também não há direcionamento de recursos específicos para a implementação das iniciativas, embora algumas diretrizes mencionem leis existentes ou outras que precisam ser criadas. A cidade de São Paulo (2014) tem respondido aos problemas climáticos, porém, de forma lenta em comparação com a frequência com que os eventos climáticos ocorrem e afetam a população. Di Giulio et al., (2018) apontam que, mesmo com inúmeros programas implantados, os objetivos almejados não foram alcançados. A cidade enfrenta um aquecimento considerável nas áreas urbanas e as projeções apontam para uma tendência de aumento das temperaturas ao longo dos anos (IPCC, 2015). Curitiba (2009 e 2020) é reconhecida por apresentar inventários de sumidouros de GEE, enquanto Belo Horizonte (Prefeitura de Belo Horizonte, 2016) possui parcerias público-privadas e elabora mapas que destacam áreas vulneráveis e de risco dentro dos limites municipais. De maneira geral, as cidades brasileiras tiveram escores baixos em termos de identificação de vulnerabilidade e implementação de ações, principalmente se comparadas às cidades internacionais estudadas.

Por fim, embora seja importante notar que em todas as cidades estudadas e seus planos, o feedback científico é evidente (Rodríguez et al., 2014) e Dublin (2019), também identificamos que os projetos implementados nem sempre são acompanhados de relatórios desenvolvidos pelo autoridades locais e visa consolidar a sua eficácia na abordagem das questões das alterações climáticas.

3.1.3. Propostas específicas do local

A análise das propostas específicas do lugar enfocou as características dos climas locais e as vulnerabilidades específicas de cada lugar. De um modo geral, as cidades estudadas conseguiram relacionar suas vulnerabilidades climáticas específicas com as possíveis consequências negativas das mudanças climáticas – por exemplo, a intensificação da já alta média de chuvas em Londres a tornará ainda mais suscetível a inundações. As ações propostas pelas cidades estudadas foram relacionadas aos efeitos específicos e adaptadas ao seu clima

e/ou condição geográfica (por exemplo, cidades costeiras). Algumas dessas estratégias específicas são resumidas e destacadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Ações propostas relacionadas às características climáticas de cada cidade.
(Fonte: Organizado pelos autores dos planos de adaptação e mitigação)

Climate classification (Köppen-Geiger)	City	Resumo das estratégias propostas para adaptação ao clima
Af – Clima tropical úmido ou clima equatorial	Bogotá	Intervenções para combater deslizamentos de terra e inundações
Bwh - Clima de regiões desérticas quentes, de baixa latitude e altitude	Phoenix	Intervenções urbanas em edifícios públicos, como pintura de cor clara e aumento da eficiência energética; bem como a melhoria da infraestrutura verde.
Cwa - Clima temperado úmido com inverno seco e verão quente	Belo Horizonte	Mapeamento de áreas propensas a inundações, também relacionadas a chuvas mais intensas.
	São Paulo	Mitigação e redução de UHI e suas consequências.
	Hong Kong	Construções para se adaptar ao aumento do nível do mar devido à sua localização costeira.
Cwb – Clima temperado úmido com inverno seco e verão temperado	Johannesburg	Adaptação aos extremos climáticos, como planejamento de infraestrutura verde para aumentar a umidade na estação seca e apoiar soluções de águas pluviais na estação chuvosa (verão).
Cfa – Clima temperado úmido com verão quente	Tokyo	Construções para se adaptar à subida do nível do mar.
Cfb – Clima temperado úmido com verão temperado	Mexico City	Obras anti-inundação, infraestrutura verde e construções sustentáveis.
	Curitiba	Mapeamento do território para combater enchentes urbanas
	Amsterdam	Sistemas tecnológicos e urbanos anti-inundação (chuva e marinha).
	Copenhagen	Construções para se adaptar à subida do nível do mar.
	London	Technological and urban anti-flood (rain and marine) systems.
	Dublin	Construções para se adaptar à subida do nível do mar.
	Sydney	Projetos de infraestrutura verde para ajudar a lidar com secas e incêndios, bem como obras anti-inundação.
Dfa – Clima temperado frio sem estação seca e com verão quente	Boston	Sistemas anti-inundação eficientes, como asfaltos permeáveis e aumento de áreas verdes.
Dfb – Clima temperado frio sem estação seca e com verão temperado	Toronto	Intervenções para se preparar para climas extremos, como ondas de calor e proteção contra neve, bem como trabalhos anti-inundação (do Lago Ontário).
	Berlin	Projetos de parques urbanos, aumento da eficiência energética e redução de ICU.
Dwa – Clima temperado frio com inverno seco e verão quente	Seoul	Construções sustentáveis e eficientes e redução do consumo de energia.

A análise mostra que essas cidades de administração pública têm uma compreensão clara de como as mudanças climáticas podem afetar sua condição geográfica específica e identificaram medidas para lidar com esses efeitos. Dentre elas, destacam-se as preocupações com inundações (de origem marinha, pluvial e fluvial), intensificadas pela elevação do nível do mar e eventos mais extremos de precipitação. Aliás, a subida do nível do mar já é uma realidade para muitas cidades, daí a inclusão de construções de contenção para se adaptar a ela. Problemas relacionados ao calor e à seca também são amplamente reconhecidos, nos quais o planejamento de infraestrutura verde é uma medida de enfrentamento. No entanto, é importante notar que essas estratégias são identificadas nos planos como possíveis soluções ideais, mas ainda não necessariamente foram implementadas. Esses planos mostram, portanto,

um início de esforços de cada cidade e um passo inicial para implementar ações futuras em direção à sua resiliência urbana.

3.2. Eficácia dos planos de mitigação e adaptação às mudanças climáticas

A implementação efetiva de estratégias de adaptação às mudanças climáticas em nível local depende de indicadores de monitoramento divulgados em relatórios oficiais do governo e, em parte, da produção científica. No entanto, muitos países não possuem um sistema de monitoramento do avanço dos indicadores que seja reconhecido internacionalmente e aplicável para o estabelecimento de comparações.

Em geral, na maioria dos municípios, e principalmente nos brasileiros, não há uma forma sistemática de monitorar continuamente o andamento das ações. Deve ser uma liderança nacional que gerencie o plano de todas as cidades locais. Isso dificulta a compreensão da eficácia das propostas e seu papel na abordagem dos impactos das mudanças climáticas.

A divulgação dos resultados das ações propostas e implementadas é uma prática governamental comum e necessária. Isso ajudaria na transparência do governo em todos os níveis, pois contribuiria para um melhor entendimento das ações dos cidadãos. Esse melhor entendimento, conseqüentemente, incentiva a continuidade e/ou alteração desses documentos para efetivamente implementar políticas e iniciativas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Enquanto a maioria das cidades produz relatórios de projetos implementados, Toronto é uma exceção na elaboração de relatórios anuais (The Atmospheric Fund – TAF, 2019) das ações já concluídas ou em andamento e dos benefícios delas decorrentes.

A maioria das cidades que implementaram ações ou práticas estão localizadas em países desenvolvidos, sendo Berlim e Amsterdã as mais bem-sucedidas. Além disso, as três cidades asiáticas estudadas apresentaram alto grau de efetividade, aplicando todas as ações mencionadas em seus respectivos planos.

Além disso, algumas cidades tiveram bom desempenho adotando ações que não estavam previstas em seus planos iniciais, como São Paulo e Bogotá que também se destacaram com medidas implementadas e algumas ações.

A maioria das cidades estudadas lutou para passar da proposição à ação. Isto deve-se a uma série de factores: orçamentos limitados, sensibilização da opinião pública para o ambiente e clima, outras prioridades definidas pelos sectores público e privado, e mesmo a necessidade de acompanhamento e divulgação atempada das medidas iniciadas. Esse processo de passar do estágio de plano para a ação é ainda mais difícil nos países em desenvolvimento, onde partes significativas da população ainda precisam de meios básicos de subsistência e onde os governos geralmente têm menos poder e finanças mais comprometidas. Esta situação contribui para que as questões das mudanças climáticas não sejam tratadas com urgência.

Conforme relatam Olazabal e Gopegui (2021), em termos gerais, existem muitas dúvidas sobre a eficácia do planejamento e das medidas de adaptação local, principalmente nas grandes cidades. Os autores enfatizam que esforços são necessários principalmente para criar marcos

regulatórios e monitorar a implementação de ações para mitigar as consequências das mudanças climáticas.

De maneira geral, embora haja um reconhecimento geral sobre os possíveis impactos que as mudanças climáticas trarão para os ambientes urbanos, poucas ações que sejam específicas do local e que respondam a cada contexto urbano têm sido implementadas. Isso é ainda mais preocupante nas nações em desenvolvimento, que enfrentarão cenários climáticos ainda mais severos devido à sua vulnerabilidade socioeconômica e territorial (IPCC, 2015; Rodriguez e D’Alessandro, 2019).

4. CONCLUSÃO

A formação das cidades resulta de processos humanos sobre a natureza, portanto, é moldada por desejos, interações sociais, interesses específicos e necessidades de adaptação ao ambiente, principalmente às condições locais, de forma espontânea ou coordenada. Classificar o compromisso de cada cidade em relação à adaptação às mudanças climáticas é uma tarefa que envolve a compreensão de aspectos no nível local, especialmente os políticos, históricos, culturais, econômicos, sociais e geográficos. O desenvolvimento urbano nem sempre segue padrões racionais, pois a governança está sujeita a interesses, nem sempre favoráveis à grande maioria dos cidadãos, de modo que a busca pela resiliência urbana pode seguir caminhos tortuosos e descontínuos. Tanto os conceitos de resiliência quanto os de sustentabilidade urbana são importantes para estabelecer metas de qualidade de vida e segurança futura para a população de um determinado local, principalmente para os mais vulneráveis.

Observou-se maior grau de comprometimento entre as cidades de outros países do que as brasileiras. Mesmo que algumas cidades brasileiras tenham avançado no processo nacional de elaboração de planos ou leis, elas não têm aplicado as diretrizes conforme planejado, não têm feito atualizações ao longo dos anos e/ou divulgado efetivamente suas ações. As metas brasileiras de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, quando existentes, não estão vinculadas a propostas de implementação ou planos de alocação de recursos financeiros. Outro fato digno de nota é o estabelecimento de prazos e metas, que raramente são encontrados nos planos brasileiros. Além disso, é fundamental que a sociedade civil consiga aumentar o grau de engajamento para reivindicar recursos financeiros e metas de investimento de uma parcela do orçamento do governo local, pois nenhum dos planos analisados no Brasil deixa claro quantos recursos serão aplicados em adaptação e mitigação para as mudanças climáticas nos próximos 10 ou 20 anos, nem as principais fontes de financiamento das principais ações de planejamento.

Considerando todas as particularidades locais, a maioria dos planos apresenta um grau significativo de reconhecimento e compreensão dos impactos prováveis das mudanças climáticas, conforme relatado na Tabela 2. Isso resultou em um amplo detalhamento dos riscos e potenciais consequências identificados nos panoramas municipais, com uma ampla gama de situações identificadas. No entanto, as ações propostas para lidar com essas questões não são necessariamente detalhadas na mesma medida, e seu número foi reduzido em relação aos impactos descritos, e também muitas delas são generalizadas, aceitando pressões

internacionais. Essa condição se agrava especialmente na fase da ação: a maioria dos municípios analisados não realizou as ações propostas ou não divulgou as que estão em andamento.

Foi amplamente identificada a necessidade de as organizações municipais criarem materiais complementares destinados a acompanhar o andamento da implementação das ações propostas. Além disso, enquanto houver informações, se esses materiais não forem coletados de forma simplificada e sistematizada, com fácil acesso, as ações podem se tornar inacessíveis e/ou incompreensíveis para a sociedade civil, dificultando o acompanhamento e a exigência da população execução dos projetos propostos.

Por fim, ainda existe uma forte necessidade de trabalho contínuo em diversas frentes. Em particular, é necessário ir além do reconhecimento e formulação de planos de mitigação e adaptação em resposta às ameaças relacionadas aos cenários atuais e futuros de mudanças climáticas. É fundamental que os planos sejam bem estruturados e apresentem prazos e metas bem definidas, identificando e alocando orçamentos disponíveis e grupos de trabalho. Também é essencial que haja um acompanhamento sistemático e contínuo da aplicação das medidas propostas.

Considerando a diversidade de ações necessárias devido às demandas locais, fica claro que o que foi realizado até agora nas cidades estudadas ainda é insuficiente. Os efeitos das mudanças climáticas já podem ser vistos em ambientes urbanos, e há evidências claras de que se agravarão nos próximos anos (IPCC, 2015). Esforços contínuos dos municípios e níveis superiores de governo, juntamente com a sociedade civil, são necessários para minimizar as consequências negativas nas cidades.

REFERENCES

- Andrade, M. de F. et al. Air quality in the megacity of São Paulo: Evolution over the last 30 years and future perspectives’, *Atmospheric Environment*, 159(October), pp. 66–82. (2017) doi: 10.1016/j.atmosenv.2017.03.051.
- Araos, M. et al. (2016) ‘Climate change adaptation planning in large cities: A systematic global assessment’, *Environmental Science and Policy*, 66, pp. 375–382. doi: 10.1016/j.envsci.2016.06.009.
- Ayoade, J. O. *Introdução à Climatologia para os Trópicos*. 4a. São Paulo, SP, Brazil: John Wiley & Sons Inc. 1996
- Barrero, G. A. C. et al. (2015) *Plan Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático par Bogotá D.C.*, 2015-2050. Bogotá, Colombia.
- BERLIN. (2015). *Working together for Climate Change Mitigation in Berlin*. (2015) www.berlin.de
- C40 CITIES (2019). *Annual Report 2019*. https://c40-production-images.s3.amazonaws.com/other_uploads/images/2574_C40_2019_Annual_Report.original.pdf?1587634742
- Carvalho, W. K. M. et al. (2019) ‘Cidades inteligentes, cidades sustentáveis e as mudanças climáticas: um olhar às contribuições dos planos diretores e leis urbanísticas na metrópole paulista’, in Krüger, E., Leder, S. M., and Lima, A. V. P. (eds) *XV ENCAC e XI ELACAC: Mudanças climáticas, concentração urbana e novas tecnologias*. Porto Alegre, RS, Brasil.
- City of Johannesburg. *Climate Change Adaptation Plan City of Johannesburg*. Johannesburg, South Africa. 2009.



City of Phoenix. **Greenhouse Gas Emissions Reductions Summary Report**. Prepared by the Walton Sustainability Solutions Initiatives Julie Ann Wrigley Global Institute of Sustainability, Arizona State University.

<https://static.sustainability.asu.edu/giosMS-uploads/sites/15/2017/04/CofPHX-2015-GHGEmissionsReductionSummaryReport-FINAL.pdf> (2015).

City of Phoenix. **Climate Action Plan for Government Operations** October, 2009

[https://www.phoenix.gov/oep/climate\(2009\)](https://www.phoenix.gov/oep/climate(2009)).

City of Sydney. **Environmental Action 2016 – 2021: Strategy and Action Plan**. Sydney, Australia. (2017).

City of Toronto **2050 Pathway to a Low-Carbon Toronto - Report 2: Highlights of the City of Toronto Staff Report**. Toronto, Canada. (2017).

Curitiba. **Plano Municipal de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas. PlanClima**. Prefeitura Municipal de Curitiba Secretaria Municipal do Meio Ambiente Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba.

<https://mid.curitiba.pr.gov.br/2020/00306556.pdf> (2020).

Eakin, H. and Luers, A. L. ‘Assessing the vulnerability of social-environmental systems’, **Annual Review of Environment and Resources**, 31, pp. 365–394. doi: 10.1146/annurev.energy.30.050504.144352. (2006)

Environment Bureau **Hong Kong’s Climate Action Plan 2030+**. Hong Kong. (2017)

Di Giulio, G. M. et al. ‘Mainstreaming climate adaptation in the megacity of São Paulo, Brazil’, *Cities*, 72(September 2017), pp. 237–244. doi: 10.1016/j.cities.2017.09.001. (2018)

Hajat, S. et al. ‘Climate change effects on human health: Projections of temperature-related mortality for the UK during the 2020s, 2050s and 2080s’, *Journal of Epidemiology and Community Health*, pp. 641–648. doi: 10.1136/jech-2013-202449. (2014)

Hallegatte, S., Fay, M. and Barbier, E. B. ‘Poverty and climate change: Introduction’, *Environment and Development Economics*, 23(3), pp. 217–233. doi: 10.1017/S1355770X18000141. (2018)

Hess, J. J., Malilay, J. N. and Parkinson, A. J. ‘Climate Change: The Importance of Place’, **American Journal of Preventive Medicine**, 35(5), pp. 468–478. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.amepre.2008.08.024>. 2008.

ICLEI-Brasil and Curitiba, P. de (2016) **Curitiba Ações Estratégicas: Clima e Resiliência**. Curitiba, PR. Brazil.

IPCC. **Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Summary for Policymakers Technical Summary. Contribution of Working Groups III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Geneva, Switzerland. doi: 10.1177/002248717302400108. (2015)

Iturriza, M. et al. ‘Awareness-development in the context of climate change resilience’, **Urban Climate**, 32(February), p. 100613. doi: 10.1016/j.uclim.2020.100613. (2020)

Liping Dai, Rebecca Wörner & Helena F. M. W. van Rijswijk. Rainproof cities in the Netherlands: approaches in Dutch water governance to climate-adaptive urban planning, **International Journal of Water Resources Development**, 34:4, 652-674, DOI: 10.1080/07900627.2017.1372273 (2018)

Maheshwari, B. et al. (2020) ‘Is urbanisation also the culprit of climate change? – Evidence from Australian cities’, **Urban Climate**, 31(December 2019), p. 100581. doi: 10.1016/j.uclim.2020.100581.

Marengo, J. A. ‘Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no setor agropecuário e solos agrícolas’, **Parcerias Estratégicas**, 27, pp. 149–176. (2008)

Meerow, S., Newell, J. P. and Stults, M. ‘Defining urban resilience: A review’, **Landscape and Urban Planning**, 147, pp. 38–49. doi: 10.1016/j.landurbplan.2015.11.011. (2016)



Mills, G. (2008) ‘Urban climatology and its relevance to urban design’, in **PLEA 2008 – Conference Proceedings**. Dublin, Ireland.

Muchuru, S. and Nhamo, G. ‘A review of climate change adaptation measures in the African crop sector’, **Climate and Development**, 11(10), pp. 873–885. doi: 10.1080/17565529.2019.1585319. (2019)

Nobre, C. A. Vulnerabilidades das megacidades brasileiras às mudanças climáticas: Região Metropolitana de São Paulo - **Relatório Final. São José dos Campos, SP.** (2011)

Olazabal, M., Gopegui, M. R.. Adaptation planning in large cities is unlikely to be effective. **Landscape and Urban Planning**, Volume 206, 2021, 103974, ISSN 0169-2046, <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103974>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204620314572>)

Oke, T. R. et al. (2017) **Urban Climates**. Cambridge University Press.

Peel, M. C., Finlayson, B. L. and McMahon, T. A. (2007) ‘Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification’, **Hydrology and Earth System Science**, 11, pp. 1633–1644.

Prefeitura de Belo Horizonte, WayCarbon and Konrad Adenauer Stiftung (2016) **Análise de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas do Município de Belo Horizonte**: Resumo para os Tomadores de decisão. Belo Horizonte, MG, Brazil.

São Paulo City. (2011) **Guidelines for the Action Plano of The City of São Paulo for Mitigation and Adaptation to Climate Change**. The Municipal Committee on Climate Change and Ecoeconomy and the Working Groups for Transportation, Energy, Construction, Land Use, Solid Waste and Health. https://c40-production-images.s3.amazonaws.com/case_studies/images/83_SAO_20PAULO_20ACTION_20PLAN_20FOR_20MITIGATION_20AND_20ADAPTATION_20TO_20CLIMATE_20CHANGE.original.pdf?1389916718

Reckien, D. et al. (2018) ‘How are cities planning to respond to climate change? Assessment of local climate plans from 885 cities in the EU-28’, *Journal of Cleaner Production*, 191, pp. 207–219. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.03.220.

Rodriguez, C. M. and D’Alessandro, M. (2019) ‘Indoor thermal comfort review: The tropics as the next frontier’, *Urban Climate*, 29(June), p. 100488. doi: 10.1016/j.uclim.2019.100488.

Rodríguez, G. V. et al. (2014) Programa de Acción Climática. Ciudad de México.

Senatsverwaltung and für Stadtentwicklung und Umwelt Sonderreferat Klimaschutz und Energie (2015) Working Together for Climate Change Mitigation in Berlin Working Together for Climate Change Mitigation in Berlin. Berlin, Germany.

Seoul Metropolitan Government (2015). Taking Actions against Climate Change. Promise of Seoul. Seoul Metropolitan Government ISBN : 979-11-5621-423-6. https://www.ccacoalition.org/sites/default/files/resources/2015_Promise-of-Seoul_Seoul-Metropolitan-Government.pdf

The Atmospheric Fund (2019) <https://taf.ca/> Canada.

The City of Boston (2019) ‘2019 Update Climate Action Plan’, (October), p. 88. Available at: https://www.boston.gov/sites/default/files/imce-uploads/2019-10/city_of_boston_2019_climate_action_plan_update_2.pdf.

The City of Copenhagen (2015) Climate Adaptation, Copenhagen, Welcome to Denmark.

Tokyo Metropolitan Government (2007) Tokyo Climate Change Strategy: A Basic Policy for the 10-Year Project for a Carbon-Minus Tokyo. Tokyo, Japan.



UNESCO, UN-Water, (2020). **United Nations World Water Development Report 2020**: Water and Climate Change, Paris, UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372985.locale=en>

UN-Habitat (2016) Habitat III: **Revised Zero Draft of the New Urban Agenda**.

United Nations (1992) **UN Conference on Environment and Development** - Agenda 21. Rio de Janeiro, RJ, Brazil. doi: 10.4135/9781412971867.n128 .

UN-Habitat. (2018). Sustainable Development Goals. 2018. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/> .

van de Ven, F., van Nieuwkerk, E., Stone, K., Veerbeek, W., Rijke, J., van Herk, S., & Zevenbergen, C. (2011). Building the Netherlands climate proof: Urban areas. Delft: National Research Programme Knowledge for Climate and Climate changes Spatial Planning. <https://edepot.wur.nl/307172>. UNESCO-IHE.

Van Niekerk, W. et al. (2019) **Green Book Adaptation Actions** Tool, Pretoria: CSIR.

Walton Sustainability Solutions Initiatives 2015 Greenhouse Gas Emissions Reduction Report. Phoenix, AZ, USA. (2016)

Wang, Y., Berardi, U. and Akbari, H. (2016) ‘Comparing the effects of urban heat island mitigation strategies for Toronto, Canada’, **Energy and Buildings**, 114, pp. 2–19. doi: 10.1016/j.enbuild.2015.06.046.

Weather Forecast Phoenix, **AZ (2021)**. https://www.weather-us.com/en/arizona-usa/phoenix-climate#climate_text_1

World Bank Group–United Nations Development Programme – WBG-UNDP (2020). Catalyzing private sector investment in climate smart cities. <http://documents1.worldbank.org/curated/en/179101596519553908/pdf/Catalyzing-Private-Sector-Investment-in-Climate-Smart-Cities.pdf>

WHO (2009) Climate change and health. **Agenda item of the Sixty Second World Health Assembly**. 2009

WHO (2017) Climate change and health: framework for action 2017–2021. 2017