

Título do capítulo	CAPÍTULO 12 – ADAPTAÇÃO DAS CIDADES COSTEIRAS BRASILEIRAS RECEPTORAS DE IMPACTOS DO AQUECIMENTO GLOBAL
Autores	Juliana Dalboni Rocha
DOI	http://dx.doi.org/10.38116/978-65-5635-067-7/capitulo12

Título do livro	FRONTEIRAS DO BRASIL: O LITORAL EM SUA DIMENSÃO FRONTEIRIÇA
Organizadores	Bolívar Pêgo (Coordenador) Líria Nagamine Caroline Krüger Rosa Moura
Volume	8
Série	-
Cidade	Brasília
Editora	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)
Ano	2023
Edição	-
ISBN	978-65-5635-067-7
DOI	http://dx.doi.org/10.38116/978-65-5635-067-7

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – ipea 2023

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos). Acesse: <http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes>

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério da Economia.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

ADAPTAÇÃO DAS CIDADES COSTEIRAS BRASILEIRAS RECEPTORAS DE IMPACTOS DO AQUECIMENTO GLOBAL

Juliana Dalboni Rocha¹

1 INTRODUÇÃO

As zonas costeiras, de um modo geral, estão entre as áreas mais vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas, entre os quais se destaca o aquecimento global. O grau de suscetibilidade dessas áreas, exatamente por conta da sua localização, as expõe aos riscos do aumento do nível médio do mar (NMM) e a eventos climáticos extremos. Somam-se a isso as mudanças nos regimes de descarga fluvial dos rios, a elevação da temperatura e a acidificação dos oceanos, entre outros (Inpe, 2021).

A temática das mudanças climáticas globais, aliada à das cidades costeiras, apresenta-se como um campo de estudos de suma relevância, diante das questões urbanas a serem enfrentadas – que, por sua vez, já são bastante debatidas no âmbito das políticas públicas, em especial nos países em desenvolvimento, como o Brasil.

No caso da fronteira leste brasileira, devido à elevada concentração populacional nessa faixa do território, em especial nas áreas urbanas, o desafio a ser enfrentado pelas cidades costeiras, nas próximas décadas, torna-se ainda mais relevante.

Isso porque alguns problemas já existentes – ainda recorrentes nas cidades brasileiras – tendem a se acentuar com o aquecimento global. As dificuldades de acesso à água potável, o aumento da temperatura urbana (ilhas de calor), as enchentes e os deslizamentos de encostas habitadas são alguns exemplos que podem ser intensificados com a mudança nos ciclos de chuva e estiagem.

Diante do exposto, compreender os impactos das mudanças climáticas globais sobre as cidades da zona costeira torna-se imprescindível ao planejamento estratégico e à tomada de decisões do poder público e da sociedade brasileira.

Este capítulo visa abordar a temática supracitada com uma breve análise dos impactos já sofridos por cidades costeiras brasileiras. Por fim, diante das análises apresentadas, o texto discorre a respeito da “capacidade adaptativa”

1. Pesquisadora doutora colaboradora na Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Dirur/Ipea); e pesquisadora colaboradora plena da Universidade de Brasília (UnB).
E-mail: <dalboni.unb@gmail.com>.

das cidades costeiras brasileiras diante do desafio das mudanças climáticas, sugerindo estratégias de adaptação e políticas públicas voltadas à redução da problemática decorrente do aquecimento global.

Além desta introdução, o capítulo possui cinco seções: O aquecimento global e seus impactos nas zonas costeiras (seção 2); O adensamento urbano nas zonas costeiras (seção 3); Fenômenos e impactos da mudança do clima sobre a zona costeira brasileira (seção 4); Capacidade adaptativa das cidades costeiras brasileiras diante do desafio das mudanças climáticas (seção 5); e Considerações finais (seção 6).

2 O AQUECIMENTO GLOBAL E SEUS IMPACTOS NAS ZONAS COSTEIRAS

Ao se abordar a temática do aquecimento global, é preciso, primeiramente, introduzir o debate relacionado às mudanças climáticas. Apesar de o tema ainda despertar questionamentos por alguns segmentos da sociedade – principalmente quanto à origem das causas de tais mudanças –, as evidências das alterações no clima são sentidas, cada vez mais, por habitantes de diversas regiões do mundo.

Eventos climáticos extremos em vários países são noticiados com frequência. Mesmo as nações mais ricas do mundo não conseguiram controlar grandes incêndios, e sofreram largas consequências das tragédias ocasionados por inundações, no ano de 2021. Enchentes na Alemanha, na Bélgica e na China, elevações bruscas de temperatura no noroeste dos Estados Unidos e o derretimento de geleiras no mar do Ártico (que correspondeu a uma área equivalente à da Flórida) são outros exemplos divulgados pelas mídias internacionais e nacionais recentemente.

Alertas quanto a tais episódios já são propagados, em âmbito global, desde o final do século XX. Um marco desse movimento foi a criação, em 1988, do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC), um organismo internacional com a missão de fornecer, aos formuladores de políticas, avaliações científicas regulares sobre as mudanças climáticas, suas implicações e potenciais riscos futuros, bem como apresentar opções de adaptação e mitigação (IPCC, 2007).

As principais evidências apresentadas pelo IPCC são relativas às alterações climáticas – definidas como as variações no clima, tanto no nível global como regional, que persistem por um período longo (décadas ou lapsos de tempo superiores) e impactam o equilíbrio dos ecossistemas. Tais alterações são medidas pela variabilidade dos parâmetros que definem o clima (relacionados a temperaturas, precipitações, nebulosidades e outros fenômenos climáticos) e que destoam das médias estatísticas – a partir da variação da frequência de fenômenos extremos, assim como pela diferença entre valores médios de períodos longos (IPCC, 2007). Podem ser originadas de causas naturais, de atividades humanas, ou de ambas.

Os efeitos das alterações climáticas impactam tanto áreas urbanas quanto rurais, por afetarem recursos hídricos, florestas e ecossistemas. Consequentemente, também impactarão na produção de alimentos, nas zonas costeiras e na saúde humana (Parry *et al.*, 2007).

Várias das alterações climáticas atuais são oriundas de um fenômeno conhecido como aquecimento global. De acordo com o IPCC (2007), o aquecimento global é causado, primordialmente, pelo agravamento do efeito de estufa, por indução humana de gases do efeito estufa (GEE) na atmosfera (acúmulo excessivo de GEE)² – a chamada ação antrópica. Suas previsões indicam que o aquecimento irá continuar no século XXI, e a um ritmo superior ao do século XX.

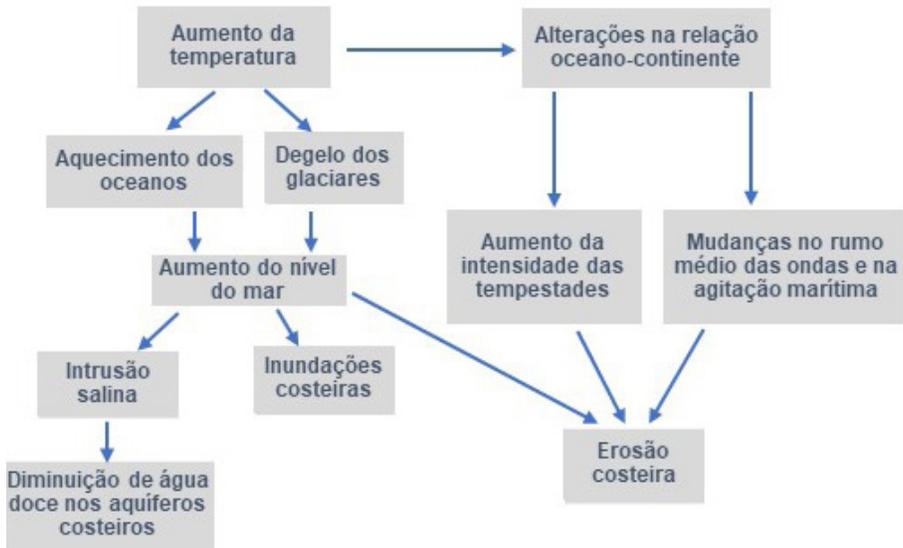
Particularmente quanto aos efeitos do aquecimento global nas zonas costeiras, segundo Alcoforado *et al.* (2009), o aumento da temperatura desencadeia três eixos de alterações físicas nos oceanos, que geram outras problemáticas – e que, por sua vez, interferem diretamente nas dinâmicas socioambientais e urbanas, tema tratado neste capítulo. Tais eixos, conforme evidenciado na figura 1, são: i) o aquecimento dos oceanos; ii) o degelo dos glaciares (derretimento das geleiras ou calotas polares); e iii) as alterações na relação oceano-continentes.

O aumento do nível do mar é considerado a principal consequência do aquecimento dos oceanos e do degelo das calotas polares (Alcoforado *et al.*, 2009). Tal alteração, por seu turno, promove inundações costeiras e a elevação salina dos aquíferos costeiros. Essas consequências desencadeiam uma série de problemas nas cidades localizadas às margens dos oceanos, incluindo-se os mais variados transtornos relacionados às inundações, bem como o comprometimento da disponibilidade de água doce para o abastecimento populacional.

2. Os gases do chamado efeito estufa (CO₂ – dióxido de carbono; CO – monóxido de carbono; CH₄ – metano) ficam retidos e formam uma camada ao redor do planeta, criando uma espécie de escudo, que impede que os raios infravermelhos sejam rebatidos de volta ao espaço. Desse modo, tais raios permanecem na atmosfera e elevam a temperatura da Terra (Priori Junior, 2013).

FIGURA 1

Representação esquemática dos potenciais efeitos das alterações climáticas nas áreas costeiras



Fonte: Alcoforado *et al.* (2009).
Elaboração da autora.

No que concerne às alterações na relação oceano-continentes, conforme evidenciado na figura 1, alguns efeitos podem acarretar inúmeros problemas, quando sobrepostos ao adensamento urbano costeiro, entre eles: i) o aumento da intensidade (e da frequência) das tempestades; ii) as mudanças no rumo médio das ondas e na agitação marítima; e iii) a erosão costeira.

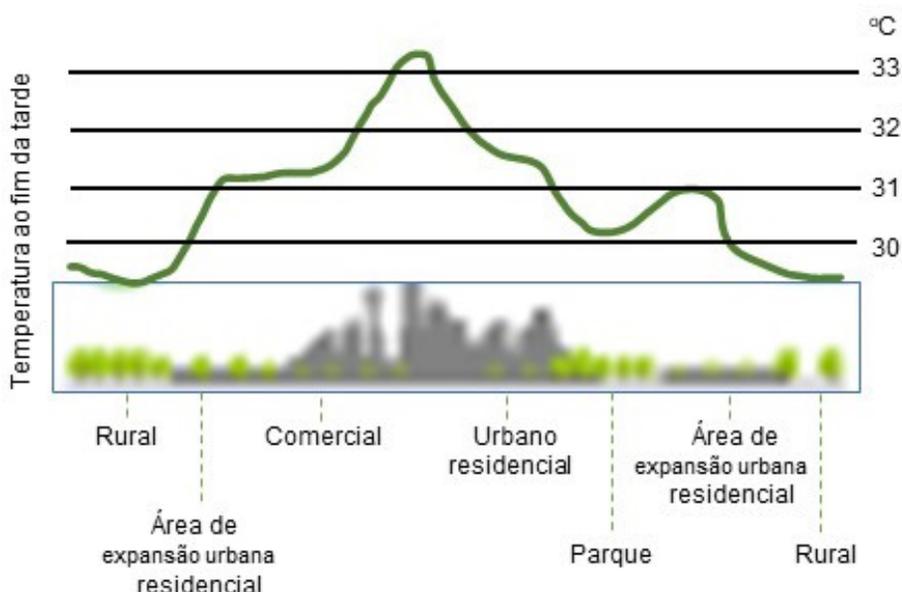
Em termos urbanos, os efeitos do aquecimento global acima descritos poderão causar impactos negativos, particularmente quanto à disponibilidade de água potável, à distribuição de energia elétrica e à operacionalidade dos sistemas de transporte, entre outros (D'Almeida, 2010). A intrusão salina,³ por exemplo, pode comprometer a disponibilidade de água doce nos lençóis freáticos das regiões costeiras.

A própria natureza da cidade agrava a problemática: o adensamento urbano promove a impermeabilização do solo; os altos edifícios inibem a circulação dos ventos; os materiais utilizados na construção civil (como o cimento, o concreto, o asfalto, o vidro, o metal etc.) para revestimento das edificações elevam as temperaturas e alteram a composição da atmosfera.

3. "Intrusão salina" é o fenômeno caracterizado pelo avanço da interface de separação entre a água doce e a salgada em direção à terra (Cabral, 1985).

Tais alterações na paisagem causam as chamadas “ilhas de calor”, nas quais a temperatura da superfície e do ar se tornam mais elevadas que as das áreas menos urbanizadas. A figura 2 ilustra essa afirmação.

FIGURA 2
 Perfil térmico de uma cidade em que é evidenciada uma ilha de calor urbana



Fonte: Alcoforado *et al.* (2009).
 Adaptação da autora.

Somam-se a isso as atividades antrópicas inerentes à cidade, principalmente relativas à circulação de pessoas (tráfego de automóveis) e às atividades da indústria, que promovem a emissão de GEE bem como de outros gases poluentes.⁴

O quadro 1, elaborado a partir de Satterthwaite (2008) e d’Almeida (2010), ilustra alguns dos impactos da mudança climática em áreas urbanas, apresentados a partir das mudanças nas médias climáticas (de temperatura, precipitação e elevação do nível dos mares); das mudanças nos extremos (chuvas intensas e tempestades, secas, ondas de calor ou de frio, mudanças abruptas do clima); e das mudanças na exposição (movimentos populacionais, mudanças biológicas e ecológicas).

Observa-se a significativa quantidade de impactos naquelas áreas, particularmente devido às mudanças nas médias e nos extremos, entre os quais se destacam

4. Os poluentes atmosféricos são constituídos por gases ou por partículas sólidas ou líquidas. Os principais poluentes gasosos com efeito negativo sobre a saúde humana são o monóxido de carbono (CO), o dióxido de enxofre (SO₂), o dióxido de azoto (NO₂), diferentes compostos orgânicos voláteis (COV) e os GEEs – especialmente o dióxido de carbono (CO₂), o óxido nitroso (N₂O) e o metano (CH₄).

o aumento nas médias de precipitação (devido aos riscos crescentes de enchentes, de deslizamentos de terra e de escorregamento de encostas; às migrações das zonas rurais; e à interrupção das redes de abastecimento de produtos alimentares), assim como o aumento nos extremos de chuvas intensas e tempestades (causando inundações mais intensas; maior risco de deslizamentos; perturbações nos meios de subsistência e na economia das cidades; danos em casas, fábricas e infraestruturas) e de secas (que acarretam escassez de água potável; acréscimo dos preços de alimentos; perturbações no sistema hidroelétrico; e migrações das zonas rurais).

QUADRO 1
Impacto das mudanças climáticas em áreas urbanas

Mudança climática		Impactos nas áreas urbanas
Mudança nas médias	Temperatura	Demanda energética crescente (necessidade de aquecedor/ar-condicionado) Deterioração da qualidade do ar Ilhas de calor urbano
	Precipitação	Risco crescente de enchentes Risco crescente de deslizamentos de terra e escorregamentos de encostas Migrações das zonas rurais Interrupção das redes de abastecimento de produtos alimentares
	Elevação do nível dos mares	Inundações costeiras Redução de renda oriunda de agricultura e turismo Salinização das fontes de água doce
Mudanças nos extremos	Chuvas intensas e tempestades	Inundações mais intensas Maior risco de deslizamentos Perturbações nos meios de subsistência e na economia das cidades Danos em casas, fábricas e infraestruturas
	Secas	Escassez de água potável Preços mais altos dos alimentos Perturbações no sistema hidroelétrico Migrações das zonas rurais
	Ondas de calor ou de frio	Maior demanda energética no curto prazo (necessidade de aquecedor/ar-condicionado)
	Mudanças abruptas do clima	Possíveis impactos de uma elevação extrema do nível do mar Possíveis impactos de um aumento rápido e extremo das temperaturas
Mudanças na exposição	Movimentos populacionais	Migrações de habitats rurais perturbados
	Mudanças biológicas e ecológicas	Aumento dos habitats de vetores de doenças infecciosas

Fontes: Satterthwaite (2008); e d'Almeida (2010).
Elaboração da autora.

No caso das cidades localizadas em zonas costeiras, a elevação do nível médio dos mares é uma das consequências mais preocupantes. Um fator agravante, recorrente em diversas cidades brasileiras, é a situação de precariedade habitacional vivida por famílias que residem em áreas de risco, sujeitas a inundações (inclusive enchentes e enxurradas) e a deslizamentos de terra. Em tal situação, os impactos dessas alterações no clima poderão ser ainda mais desastrosos (Satterthwaite *et al.*,

2007; Satterthwaite, 2008; d’Almeida, 2010), especialmente devido ao aumento na frequência e intensidade dos eventos extremos de chuva.

As alterações no clima também podem causar impactos negativos significantes sobre a infraestrutura urbana.

Aumentos na temperatura podem produzir rachaduras em estradas, empenamento de ferrovias e enchentes em aeroportos, e também afetar a circulação atmosférica regional, impactando inundações costeiras, e tempestades afetando terminais, conglomerados de frete, áreas de armazenagem e carga, além de prejudicar as cadeias de suprimentos e o transporte. Isso pode ter implicações de longo alcance no comércio internacional, uma vez que mais de 80% do comércio global de bens (por volume) é transportado pelo mar. Edificações, suprimento de energia, saneamento e recursos hídricos, bem como manejo de resíduos sólidos, são todos aspectos infraestruturais vulneráveis sob distintos cenários de impactos gerados pelas mudanças climáticas (Marengo e Scarano, 2016, p. 42).

O setor de transporte é um dos que apresenta maiores dificuldades em se adaptar às mudanças climáticas (IPCC, 2014), dados os transtornos que as inundações ou a intensidade dos ventos extremos causam na mobilidade urbana – danos em pontes, viadutos, calçadas, passarelas e placas de sinalização (Hardoy e Pandiella, 2009).

A excessiva impermeabilização do solo, aliada à tubulação dos cursos d’água que atravessam as cidades, e a ocupação de áreas inundáveis (margens de rios) e de encostas são comuns nas cidades brasileiras, incluindo-se as litorâneas, e as deixam despreparadas para conviver com fenômenos climáticos intensos. De acordo com Siebert (2012, p. 8), “falta-lhes a resiliência urbana, a capacidade de continuar operacionais durante períodos de chuva, seca, frio, calor, etc., adaptando-se ao *stress* e às modificações impostas do exterior”.

As inundações costeiras – tema a ser tratado nas seções a seguir – já acarretam problemas em diversas cidades brasileiras, a exemplo de Florianópolis-SC, onde a elevação do NMM provoca a inundação de vias costeiras, como a de acesso ao aeroporto (Marengo e Scarano, 2016).

3 O ADENSAMENTO URBANO NAS ZONAS COSTEIRAS

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU, 2022), atualmente, 55% da população mundial vive em áreas urbanas, e a expectativa é que esta proporção aumente para 70% até 2050.

Tal realidade se torna mais digna de exame, no contexto aqui analisado, ao se considerar que 80% das cidades mundiais estão localizadas próximas a rios e zonas costeiras, o que as torna mais suscetíveis a inundações por tempestades ou

pela elevação do nível do mar, por exemplo (Satterthwaite *et al.*, 2007; Bulkeley *et al.*, 2009).

Outro fator que merece destaque são as elevadas taxas de urbanização dos assentamentos urbanos localizados em zonas costeiras ou próximos a rios (Parry *et al.*, 2007). Análises de padrões populacionais do início dos anos 2000 já estimavam que 634 milhões de pessoas viviam em áreas costeiras com altitude inferior a 10m acima do nível do mar (Beatley, 2009).

A figura 3 ilustra a localização de catorze cidades portuárias sul-americanas com mais de um milhão de habitantes em sua área metropolitana – sendo dez no Brasil. Tais cidades se encontram mais vulneráveis ao aumento do nível do mar, especialmente quando somado à complexidade dos problemas derivados da alta ocupação urbana.

FIGURA 3

Localização, na América do Sul, de catorze cidades portuárias com mais de 1 milhão de habitantes em sua área metropolitana mais vulneráveis ao aumento do nível do mar



Fonte: Nicholls *et al.* (2008).
Elaboração da autora.

No Brasil, o padrão de ocupação urbana nas zonas costeiras é significativo, já que a colonização e o desenvolvimento se deram a partir do litoral – devido à

necessidade de defesa do território e à atividade econômica baseada na cultura da cana-de-açúcar e na implantação dos engenhos, que se utilizavam do transporte naval para escoamento da produção pelo oceano Atlântico. Como resultado dessa ocupação, dezesseis dos 26 estados brasileiros possuem áreas costeiras e, com exceção do Piauí, suas capitais (e maiores cidades) estão no litoral (Priori Junior, 2013).

De acordo com o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas – PBMC (Marengo e Scarano, 2016), mais de 60% da população brasileira reside em cidades costeiras. Atualmente, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), das onze redes metropolitanas de primeiro nível⁵ (áreas mais populosas do país), oito encontram-se a menos de 100 km da costa.

É, portanto, notório o papel dessas cidades para a redução das emissões de GEE, a par da implantação de estratégias de adaptação ao novo contexto climático e de infraestruturas resilientes⁶ que reduzam os riscos de desastres, a partir da identificação de suas vulnerabilidades⁷ (Marengo e Scarano, 2016) – assunto que será abordado na seção 4.

4 FENÔMENOS E IMPACTOS DA MUDANÇA DO CLIMA SOBRE A ZONA COSTEIRA BRASILEIRA

Conforme evidenciado acima, em decorrência das mudanças climáticas, as cidades litorâneas estão expostas à elevação do nível do mar, às alterações na frequência e intensidade de tempestades e ao aumento na precipitação e na temperatura dos oceanos.

Tais fatores expõem a população das cidades costeiras a riscos, como a maior frequência de deslizamentos de terra, enxurradas e inundações costeiras (no caso de tempestades mais intensas), bem como a danos a moradias e à infraestrutura (como escolas, mercados, hospitais, portos e rodovias), por inundações e erosão em zonas costeiras – a partir da elevação no NMM (Marengo e Scarano, 2016).

5. Belém-PA, Belo Horizonte-MG, Curitiba-PR, Fortaleza-CE, Goiânia-GO, Manaus-AM, Porto Alegre-RS, Recife-PE, Rio de Janeiro-RJ, Salvador-BA e São Paulo-SP.

6. Define-se *resiliência* como a “capacidade de um sistema socioeconômico ou ecológico de lidar com um evento perigoso, tendência ou distúrbio, e de responder ou de se reorganizar de modo a manter sua função essencial, identidade e estrutura, e, ao mesmo tempo, a capacidade de adaptação, aprendizado e transformação. Ainda, é o nível de mudança que um sistema pode suportar sem alterar seu estado, revelando a capacidade de um sistema se restabelecer e melhorar sua reatividade após uma catástrofe” (Marengo e Scarano, 2016, p. 161).

7. “A determinação da vulnerabilidade é um importante componente do planejamento costeiro. Ela pode aperfeiçoar a tomada de decisão, orientar planejamentos e gestão em áreas suscetíveis a algum perigo como, por exemplo, erosão costeira, inundações e outras alterações decorrentes das mudanças nos extremos de chuva, temperatura ou ventos” (Marengo e Scarano, 2016, p. 21).

QUADRO 2

Fenômenos e alguns impactos da mudança do clima sobre a zona costeira brasileira

Fenômenos		Impactos	
	Nível relativo do mar	Erosão costeira (linha de costa oceânica e estuarina)	
	Frequência dos extremos climáticos de chuva (tempestades, ciclones e outros)	Frequência da intensidade e da magnitude das inundações costeiras	
		Perdas em terrenos naturais e urbanizados	
		Salinização e alterações da qualidade da água de estuários, lagunas e aquíferos costeiros	
	Temperatura	Comprometimento dos sistemas de saneamento básico (esgoto e água potável)	
	Alterações nos climas de vento e de ondas	Empobrecimento de solos férteis	
		Problemas nas atividades agropecuárias, industriais, turísticas e de serviço-comércio	
	Aporte sedimentar das bacias hidrográficas	Diminuição de recursos pesqueiros e biodiversidade	
	Concentração de CO ₂ na atmosfera	Acidificação dos oceanos	
		Decréscimo da capacidade de calcificação de espécies estratégicas para a resiliência de ambientes (a exemplo de recifes de corais e algas calcárias)	

Legenda dos símbolos:



Redução



Aumento

Fontes: Wong *et al.* (2014); e Brasil (2016).

Elaboração da autora.

O quadro 2, elaborado a partir dos estudos de Wong *et al.* (2014) e Brasil (2016), apresenta alguns dos fenômenos e impactos da mudança do clima sobre a zona costeira brasileira. Nota-se que alguns desses impactos podem ser agravados nas cidades que apresentam grandes concentrações populacionais, pois alta densidade demanda mais serviços públicos, como o abastecimento de água potável, a coleta de esgoto, a mobilidade, assim como a disponibilidade de terras urbanas – serviços e bens que são seriamente afetados com o aumento do nível do mar e com a frequência de extremos climáticos (tempestades, ciclones e outros). Assim, quanto maior a ocupação dessas cidades, maiores os riscos socioambientais e econômicos e, conseqüentemente, maior a vulnerabilidade às alterações no clima.

QUADRO 3
Mudanças ambientais e impactos identificados em ambientes antropizados – zona costeira brasileira

Consequências ambientes antropizados	Mudanças ambientais e impactos (eixos de análise)					
	Aumento ou desencadeamento de erosão costeira de médio a longo período (praias, estuários e costões rochosos)	Aumento da frequência, intensidade e magnitude das inundações costeiras (ressacas)	Aumento da intrusão da cunha salina (subterrânea e superficial)	Elevação do nível do lençol freático	Mudanças na dinâmica de circulação costeira, estuarina e lagunar de médio a longo período	Migração vertical e lateral de ecossistemas dependentes das oscilações de maré (praias, manguezais e costões rochosos)
Erosão, destruição e/ou comprometimento de propriedades e bens	✓	✓	-	-	-	-
Redução de espaços habitáveis	✓	✓	-	-	-	-
Aumento da vulnerabilidade de pessoas e bens	✓	✓	-	-	-	-
Problemas com atividades portuárias/retroportuárias (estruturas, dragagens), industriais (exemplos: petróleo e gás), turísticas e de serviços/comércio	✓	-	-	-	-	-
Problemas com atividades agropecuárias, industriais (exemplos: petróleo e gás), turísticas e de serviços/comércio	-	✓	✓	✓	-	-
Impactos positivos e negativos nas atividades e estruturas portuárias/retroportuárias	-	✓	-	-	✓	-
Comprometimento da beleza cênica	✓	✓	-	-	-	✓
Perda de potencial turístico	✓	✓	-	-	-	✓
Impactos negativos no turismo	✓	-	-	✓	-	-
Problemas com aplicação da legislação ambiental vigente (por exemplo, quanto a terrenos de marinha e áreas de preservação permanente – APPs)	-	✓	-	-	-	-
Alto custo de manutenção/recuperação/mitigação	✓	✓	✓	✓	-	-
Prejuízos socioeconômicos	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Perda da qualidade de vida	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Perda de solos férteis	-	✓	✓	-	-	-
Comprometimento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos	-	-	-	✓	-	-
Problemas com as redes de esgoto e de fornecimento de água potável	-	✓	✓	✓	-	-
Diminuição dos recursos hídricos e do fornecimento de água potável	-	-	✓	-	-	-
Comprometimento dos recursos pesqueiros	-	-	-	-	✓	-
Redução dos estoques pesqueiros	-	-	-	-	-	✓

Fontes: Souza (2011); e Marengo e Scarano (2016).

Elaboração da autora.

Esse cenário compromete as cidades costeiras do país e demanda investimentos em medidas de adaptação às mudanças climáticas, “com foco na redução de riscos e minimização dos impactos ocasionados pelos eventos extremos climáticos e oceanográficos observados no presente e projetados para o futuro” (Marengo e Scarano, 2016, p. 8).

Alguns estudos já evidenciam os problemas em municípios localizados na zona costeira brasileira. O quadro 3 sintetiza dados extraídos de Souza (2011) e Marengo e Scarano (2016), evidenciando a problemática a partir das mudanças ambientais e dos impactos sofridos nos ambientes antropizados.

A perda da qualidade de vida e os prejuízos socioeconômicos aparecem como consequências em todos os seis eixos de mudanças/impactos analisados nos estudos em questão, descritos adiante.

- 1) O aumento ou desencadeamento de erosão costeira de médio a longo período (praias, estuários e costões rochosos).
- 2) O aumento da frequência, intensidade e magnitude das inundações costeiras (ressacas).
- 3) O aumento da intrusão da cunha salina (subterrânea e superficial).
- 4) A elevação do nível do lençol freático.
- 5) As mudanças na dinâmica de circulação costeira, estuarina e lagunar de médio a longo período.
- 6) A migração vertical e lateral de ecossistemas dependentes das oscilações de maré (praias, manguezais e costões rochosos).

Os altos custos de manutenção, de recuperação e de mitigação dos danos oriundos das mudanças climáticas, bem como os problemas enfrentados com as redes de esgoto e de fornecimento de água potável e com atividades agropecuárias, industriais (a exemplo de petróleo e gás), turísticas e de serviços/comércio, também apareceram como consequências negativas em grande parte dos eixos de análise.

A figura 4, elaborada a partir de Marengo e Scarano (2016), ilustra e localiza alguns desses impactos das mudanças climáticas em áreas costeiras na América do Sul. Observa-se que, na costa brasileira, as inundações e a erosão costeira se destacam como os impactos mais evidentes.

Entre as cidades costeiras brasileiras mais estudadas por pesquisadores (UFSC, 2013; Assad e Magalhães, 2014; Marengo e Scarano, 2016), devido aos impac-

tos decorrentes das alterações climáticas, estão: i) Fortaleza-CE; ii) Recife-PE; iii) Salvador-BA; iv) Rio de Janeiro-RJ; v) Santos-SP; e vi) cidades do Vale do Itajaí-SC (Itajaí, Navegantes e Balneário Camboriú). O quadro 4 sintetiza a análise de extremos climáticos e de desastres naturais nessas cidades, a partir dos dados apresentados nos estudos referenciados. São considerados os extremos de períodos secos, chuvas intensas, ventos fortes e aumento da temperatura mínima; e são classificados como desastres naturais as secas, enxurradas, inundações costeiras, deslizamentos de terra, mais noites quentes, ondas de calor e enchentes.

FIGURA 4
Impactos em áreas costeiras na América do Sul



Fonte: Marengo e Scarano (2016).
Elaboração da autora.

As tendências na temperatura média anual nessas cidades costeiras evidenciam que elas estão experimentando aquecimento. A ocorrência de extremos de chuvas intensas foi identificada em todas elas, seguida por ventos fortes e aumento da temperatura mínima. Quanto às causas de destrates naturais, cinco das seis áreas analisadas apresentaram enxurradas, seguidas por inundações costeiras, deslizamentos de terra e mais noites quentes.

QUADRO 4

Extremos climáticos e desastres naturais associados em seis cidades costeiras

Extremos climáticos e desastres naturais		Cidades costeiras					
		Fortaleza-CE	Recife-PE	Salvador-BA	Rio de Janeiro-RJ	Santos-SP	Vale do Itajaí-SC ¹
Extremos	Períodos secos						
	Chuvas intensas						
	Ventos fortes						
	Aumento da temperatura mínima						
Desastres naturais	Secas						
	Enxurradas						
	Inundações costeiras						
	Deslizamentos de terra						
	Mais noites quentes						
	Ondas de calor						
	Enchentes						

Fontes: UFSC (2013); Assad e Magalhães (2014); e Marengo e Scarano (2016).

Nota: ¹ Cidades de Itajaí, Navegantes e Balneário Camboriú, em Santa Catarina.

Estudos desenvolvidos por Rosman *et al.* (2007) e Moita e Wainer (2005) apresentam cidades costeiras brasileiras já impactadas pelas mudanças climáticas e algumas que, possivelmente, também sofrerão. Foram identificadas vinte cidades já afetadas, sendo uma na região Norte do país (Belém-PA); oito no Nordeste (São Luís-MA; Fortaleza-CE; Natal-RN; João Pessoa-PB; Recife e Paulista, em Pernambuco; Maceió-AL; e Salvador-BA); quatro no Sudeste (Rio de Janeiro; Santos-SP; e Vila Velha e Vitória, no Espírito Santo); e cinco no Sul (Florianópolis, Itajaí e Laguna, em Santa Catarina; Paranaguá-PR; e Rio Grande-RS).

As cidades foram agrupadas segundo três impactos negativos analisados, a saber: i) portos ameaçados (instalações de transporte localizadas ao longo da orla); ii) erosão costeira e alagamentos oceânicos; e iii) grande exposição ao aumento no NMM – conforme evidenciado no quadro 5. Observa-se que os impactos de erosão costeira e alagamentos oceânicos foram os que mais se verificaram nas cidades da costa brasileira analisadas.

QUADRO 5

Impactos decorrentes das mudanças climáticas em cidades costeiras brasileiras – cidades já impactadas e possivelmente inundáveis

Impactos	Cidades costeiras	
	Cidades impactadas	Cidades potencialmente inundáveis
Portos ameaçados (instalações de transporte localizadas ao longo da orla)	Rio Grande-RS, Itajaí-SC, Santos-SP, Rio de Janeiro-RJ, Paranaguá-PR e Belém-PA.	Não identificadas
Erosão costeira e alagamentos oceânicos	Belém-PA, São Luís-MA, Fortaleza-CE, Natal-RN, João Pessoa-PB, Recife-PE, Paulista-PE, Maceió-AL, Salvador-BA, Rio de Janeiro-RJ, Santos-SP, Vitória-ES, Florianópolis-SC, Itajaí-SC, Laguna-SC e Paranaguá-PR.	Porto Alegre-RS, Salvador-BA e Vitória-ES.
Grande exposição ao aumento no NMM	Vila Velha-ES, Vitória-ES, Santos-SP, Salvador-BA, Recife-PE e Florianópolis-SC.	Fortaleza-CE, Porto Alegre-RS e Rio de Janeiro-RJ.

Fontes: Rosman *et al.* (2007) e Moita e Wainer (2005).
Elaboração da autora.

A cidade de Santos-SP foi a única em que se observaram os três tipos de impactos estudados, seguida pelo Rio de Janeiro-RJ, que apresentou dois dos tipos e alta suscetibilidade ao aumento do NMM.

5 CAPACIDADE ADAPTATIVA DAS CIDADES COSTEIRAS BRASILEIRAS DIANTE DO DESAFIO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Diante da problemática apresentada e considerando-se a necessidade de atuação na escala local (que é a mais próxima da ocorrência dos problemas), é imprescindível o engajamento dos governos municipais na implementação de políticas públicas vinculadas às mudanças climáticas (Oliveira, 2009). Essa necessidade é ainda mais premente nas localidades que apresentam maiores níveis de pobreza e crescimento populacional, ou seja, as que se encontram mais vulneráveis aos efeitos das alterações no clima.

Nesse contexto, diversos autores evidenciam a urgência na compreensão das vulnerabilidades, ao tempo que clamam por alternativas de adaptação em áreas urbanas (Satterthwaite *et al.*, 2007; d’Almeida, 2010).

Contudo, é preciso considerar a natureza intersetorial do desafio climático. Muitas vezes, uma intervenção oriunda de uma política pública setorial, a partir de uma ênfase limitada, prejudica o andamento de outras ações, ao interferir em um setor diferente, e até agrava uma problemática (ou um risco) já existente. A contradição na implementação das ações e a pouca eficiência no uso dos recursos naturais e ambientais são consequências comuns quando as intervenções se dão por meio desse tipo de abordagem. Desse modo, intervenções setoriais podem ampliar as vulnerabilidades e restringir capacidades (Biggs *et al.*, 2014; Howells *et al.*, 2013; Rasul e Sharma, 2016).

Por isso, torna-se fundamental lançar mão de abordagens mais integradas, que possam minimizar a vulnerabilidade social e elevar a capacidade de adaptação às alterações climáticas (Adelle e Russel, 2013).

Ao abordar a temática da vulnerabilidade, recentes estudos trazem à tona alguns novos conceitos que estão sendo tratados no âmbito das discussões relativas à adaptação às mudanças climáticas. Ao observar o risco por um prisma ambiental, Biggs *et al.* (2014) o associa à ideia de “segurança”, que seria alcançada a partir da capacidade de utilização sustentável dos recursos ambientais. Isso nas mais variadas escalas, desde o país até o indivíduo.

Trata-se das seguranças que são necessárias ao desenvolvimento sustentável das comunidades expostas ao risco climático, a saber: segurança hídrica, segurança energética, segurança alimentar/nutricional e segurança socioecológica. Todas elas cabem perfeitamente na discussão relacionada à adaptação em áreas urbanas. Considera-se que tais seguranças estão interligadas, tanto no acesso aos recursos (água, alimentos e energia) quanto na sua distribuição justa para a população – o que envolve as dimensões políticas e institucionais –, em uma visão sistêmica, que extrapola as abordagens setoriais (Milhorange, Sabourin e Chechi, 2018; Coutinho *et al.*, 2020).

No entanto, ressalta-se que a população de baixa renda é a mais vulnerável aos riscos socioambientais e possui menor capacidade de resposta para evitar a ocorrência de desastres socioambientais, bem como resistir e reagir a eles (Siebert, 2012).

Nesse sentido, a capacidade adaptativa se refere à aptidão das pessoas (e instituições) de evitarem o perigo e, essencialmente, se adaptarem à nova realidade, reduzindo e até evitando novos riscos. Essa capacidade está largamente vinculada aos aspectos socioeconômicos, políticos e culturais da localidade atingida ou que é ameaçada pelos impactos, e o grau da resposta ao risco (maior ou menor) é influenciado por vários aspectos, entre eles a geografia local, características urbanas, acesso à infraestrutura e a serviços, e a existência de capital social (governança local) (Satterthwaite, 2008).

Diversos autores evidenciam a importância da qualidade do governo local para a efetiva atuação nas atividades de gestão de riscos climáticos, o que contribui diretamente para o aumento da capacidade adaptativa urbana (Parry *et al.*, 2007; Satterthwaite *et al.*, 2007; Satterthwaite, 2008).

Vários países já contam com governos locais que se destacam como atores fundamentais na coordenação e implementação de ações de mitigação e adaptação (Storbjörk, 2007).

Ações de mitigação já são realizadas em diversas localidades, especialmente as relacionadas à redução das emissões de GEE – como a construção de ciclovias e a adoção de políticas de incentivo ao uso do transporte público. No entanto, de acordo com Alcoforado *et al.* (2009), as ações de mitigação são necessárias, mas não suficientes para combater os efeitos das mudanças climáticas. Isso porque “mesmo que as emissões de GEE estabilizassem hoje, a dinâmica de transformação, alimentada pelas emissões passadas, já está em marcha, o que trará inevitavelmente ameaças à vida, ao patrimônio e à prosperidade” (Alcoforado *et al.*, 2009, p. 15).

Isso faz com que a efetivação de ações de adaptação seja fundamental, por estas se relacionarem à “diminuição dos impactos das mudanças climáticas por meio de ajustes e alterações em sistemas sociais e naturais no ambiente urbano” (d’Almeida, 2010, p. 6). Em resumo, seria a gestão daquilo que não pode ser evitado.

Análises econômicas referentes aos custos de medidas de mitigação e de adaptação, em comparação à não adoção de medidas (inação), revelam que, à medida que os efeitos das alterações climáticas se agravam, “os custos da inação superam em grande medida os custos da adaptação prévia, o que permite esperar um significativo benefício líquido a médio/longo prazo” (Alcoforado *et al.*, 2009 p. 15).

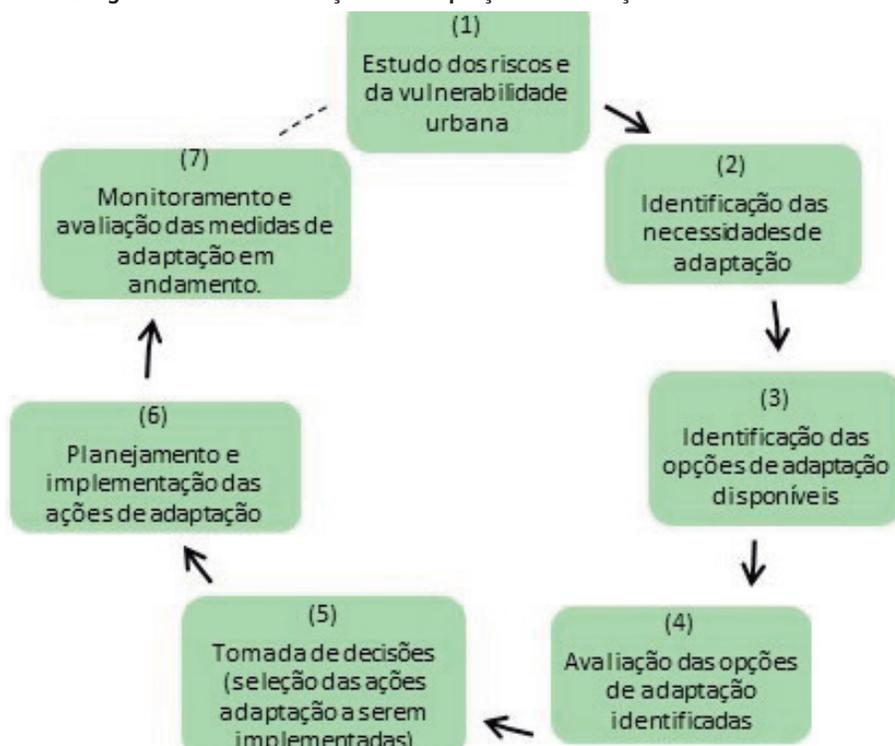
Porém, a maioria dos governos locais, principalmente nos países em desenvolvimento, possui pouca capacidade institucional para desenhar estratégias de adaptação e implementá-las. Este tornou-se um grande desafio da atualidade: a construção de cidades menos vulneráveis, mais resilientes e adaptadas às mudanças climáticas.

O desenho das ações de adaptação necessita estar calcado em uma boa avaliação da natureza dos riscos climáticos e da vulnerabilidade a eles – ou seja, quais são os riscos existentes e quão vulneráveis se encontram a população urbana e a infraestrutura local. A partir daí é que se devem identificar as possíveis medidas de adaptação, visando à redução dos riscos avaliados, para posteriormente se efetivar o processo de tomada de decisão (seleção das ações de adaptação, conforme a figura 5).

Vale ressaltar que, assim como em qualquer processo de implantação de políticas públicas, o planejamento integrado das ações é fundamental, bem como o monitoramento e a avaliação das medidas de adaptação em andamento.

FIGURA 5

Estágios do desenho das ações de adaptação às mudanças climáticas



Fontes: Alcoforado *et al.* (2009); e Provia (2013).
Elaboração da autora.

As estratégias de atuação, por sua vez, precisam abranger ações de prevenção, de informação, de provimento de infraestrutura, de aporte financeiro, bem como de gestão integrada dos riscos e das ações de modo geral (“coordenação” das ações e políticas). O quadro 6 apresenta algumas sugestões de medidas de adaptação às mudanças climáticas, relacionadas à adaptação das cidades costeiras aos extremos do clima, elevação do NMM e enchentes costeiras.

QUADRO 6
Exemplos de medidas e políticas de adaptação às mudanças climáticas sugeridas para as cidades costeiras

Medidas	Políticas
Prevenção de extremos de tempo, clima e ressacas que podem deflagrar desastres naturais e enchentes costeiras.	Realização de estudos ambientais e socioambientais.
	Identificação de áreas de risco e vulneráveis a enchentes e deslizamentos de terra, em consequência de chuvas intensas.
	Implantação de sistema de monitoramento de alerta e alarme.
Desenvolvimento de infraestrutura.	Proteção das barreiras naturais (como dunas, mangues e recifes de coral) à elevação do NMM.
Otimização de processo tecnológico.	Aumento de subsídios científicos para projetos de infraestrutura urbana.
Mudança ou reforço institucional e comportamental.	Fortalecimento e capacitação institucional (aprimoramento físico, financeiro e técnico).
Gestão integrada dos recursos naturais, como bacias hidrográficas e zonas costeiras.	Uso mais rigoroso das terras costeiras (com a definição de áreas não aptas para edificação, por exemplo).
Serviços financeiros, incluindo a transferência de riscos.	Criação de planos de investimento para redução da vulnerabilidade das áreas mais afetadas (com a construção de diques e outras barreiras artificiais, por exemplo).
Sistemas de informação.	Maior acesso à informação sobre os possíveis riscos locais da elevação do NMM para as populações, bem como das enchentes, enxurradas e deslizamentos de terra.

Fontes: ZEE (2008); e Marengo e Scarano (2016).
 Elaboração da autora.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento do nível do mar, a erosão costeira e os extremos do clima – decorrentes das mudanças climáticas – constituem um desafio a ser enfrentado pelas cidades litorâneas do país, o que se torna ainda mais relevante dada a alta ocupação urbana da fronteira leste brasileira.

Como analisado neste capítulo, alguns problemas urbanos tendem a se intensificar com o aquecimento global, comprometendo o acesso à água potável e ocasionando enchentes e deslizamentos de encostas habitadas, por exemplo. O aumento na frequência e intensidade dos eventos extremos de chuva também amplia a vulnerabilidade social das famílias que vivem em áreas de risco e em situação de precariedade habitacional, assim como expõe toda a população das cidades costeiras a riscos, tais como a maior frequência de enxurradas e inundações costeiras, e também a danos em moradias e na infraestrutura.

Diante de tal cenário, a compreensão dos impactos das mudanças climáticas globais nas cidades da zona costeira se mostra imprescindível ao planejamento estratégico e à tomada de decisões do poder público e da sociedade brasileira.

No capítulo, abordou-se a importância do papel das cidades na adoção de ações de mitigação (redução das emissões de GEE), mas se ressaltou que é imprescindível a implantação de estratégias de adaptação ao novo contexto climático – tendo em vista que as ações de mitigação são necessárias, mas não são suficientes para combater os efeitos das mudanças climáticas.

Trata-se da construção de infraestruturas resilientes, que reduzam os riscos de desastres e minimizem os impactos dos eventos extremos climáticos e oceanográficos, a partir da prévia identificação de vulnerabilidades urbanas. Os altos custos de manutenção, de recuperação e de mitigação dos danos oriundos das mudanças climáticas já justificam a adoção dessas ações.

Em síntese, ampliar a capacidade adaptativa das cidades costeiras brasileiras é um desafio que precisa ser enfrentado, ante os riscos climáticos aos quais a fronteira leste está exposta. Isso demanda engajamento e presteza dos governos municipais, a partir da adoção de políticas públicas capazes de minimizar a vulnerabilidade socioambiental e elevar a capacidade de adaptação às alterações climáticas. A agenda climática está posta: o “aviso aos navegantes” já foi dado (e isso não é de hoje), restando aos gestores municipais priorizarem a questão e conduzirem o processo do modo mais sustentável possível.

REFERÊNCIAS

- ADELLE, C.; RUSSEL, D. Climate policy integration: a case of déjà vu? **Environmental Policy and Governance**, v. 23, n. 1, p. 1-12, Jan.-Feb. 2013.
- ALCOFORADO, M. J. *et al.* **Alterações climáticas e desenvolvimento urbano**. Lisboa: DGOTDU, 2009. (Série Política de Cidades – 4).
- ASSAD, E. D.; MAGALHÃES, A. R. **Impactos, vulnerabilidades e adaptação: primeiro relatório de avaliação nacional**. Rio de Janeiro: PBMC, 2014. v. 2.
- BEATLEY, T. (Ed.). **Planning for coastal resilience: best practices for calamitous times**. Washington: Island Press, 2009.
- BIGGS, E. M. *et al.* **Environmental livelihood security in Southeast Asia and Oceania: a water-energy-food-livelihoods nexus approach for spatially assessing change**. Colombo: International Water Management Institute, 2014. (White Paper). Acesso em: 12 mar. 2017.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima: estratégias setoriais e temáticas**. Brasília: MMA, 2016. v. 2.

BULKELEY, H. *et al.* Cities and climate change: the role of institutions, governance and urban planning. *In: World Bank Urban Symposium on Climate Change*, 5., 2009, Marseille. **Proceedings...** Marseille: World Bank, 2009.

CABRAL, J. J. da S. P. **Intrusão salina em aquíferos costeiros**: uma análise pelo método de elementos de contorno. 1985. 148 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1985. Disponível em: <<http://bit.ly/3YyjlKc>>. Acesso em: 28 maio 2022.

COUTINHO, S. M. V. *et al.* The Nexus+ approach applied to studies of impacts, vulnerability and adaptation to climate change in Brazil. **Sustainability in Debate**, v. 11, n. 3, 24-39, dez. 2020. Disponível em: <<https://bit.ly/3Ie9RyK>>.

D'ALMEIDA, M. R. Governança climática nas cidades: reduzindo vulnerabilidades e aumentando resiliência. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 4, n. 2, p. 5-18, 2010.

HARDOY, J.; PANDIELLA, G. Urban poverty and vulnerability to climate change in Latin America. **Environment and Urbanization**, v. 21, n. 1, p. 203-224, 2009.

HOWELLS, M. *et al.* Integrated analysis of climate change, land-use, energy and water strategies. **Nature Climate Change**, v. 3, n. 7, p. 621-626, Jul. 2013.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2007**: the scientific basis – contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2007.

_____. Summary for policymakers. *In: IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Climate change 2014*: impacts, adaptation, and vulnerability – Part A: global and sectoral aspects. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2014. p. 1-32.

MARENGO, J. A.; SCARANO, F. R. (Ed.). **Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas**: relatório especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Rio de Janeiro: PBMC, 2016. 184 p. Disponível em: <<https://bit.ly/3HRz9kA>>.

MILHORANCE, C.; SABOURIN, E.; CHECHI, L. **Adaptação às mudanças climáticas e integração de políticas públicas no semiárido pernambucano**. Brasília: Artimix, nov. 2018. (Série Working Papers, n. 2).

MOITA, D.; WAINER, I. Estudo da variação do nível do mar na região do Atlântico sudoeste. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA*, 2., 2005, Vitória, Espírito Santo. **Anais...** Vitória: CBO, 2005.

NICHOLLS, R. J. *et al.* Ranking port cities with high exposure and vulnerability to climate extremes: exposure estimates. **OECD Environment Working Papers**, n. 1, Nov. 2008. Disponível em: <<https://bit.ly/3OVbfrS>>.

OLIVEIRA, J. A. P. The implementation of climate change related policies at the subnational level: an analysis of three countries. **Habitat International**, v. 33, n. 3, p. 253-259, Jul. 2009.

PARRY, M. L. *et al.* (Ed.). **Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability**. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2007.

PRIORI JUNIOR, L. Mudanças climáticas e possíveis impactos nas cidades costeiras do Nordeste brasileiro. *In*: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, 15., 2013, Recife, Pernambuco. **Anais...** Recife: Enanpur, 2013.

PROVIA – PROGRAMME OF RESEARCH ON CLIMATE CHANGE VULNERABILITY, IMPACTS AND ADAPTATION. **Provia guidance on assessing vulnerability, impacts and adaptation to climate change**: consultation document. Nairobi: Provia, 2013. 198 p.

RASUL, G.; SHARMA, B. The nexus approach to water-energy-food security: an option for adaptation to climate change. **Climate Policy**, v. 16, n. 6, p. 682-702, Ago. 2016.

ROSMAN, P. C. C. *et al.* **Estudo de vulnerabilidades no litoral do Estado do Rio de Janeiro devido às mudanças climáticas**: relatório final. Rio de Janeiro: Fundação Coppetec, dez. 2007.

SATTERTHWAITE, D. Climate change and urbanization: effects and implications for urban governance. *In*: UN – UNITED NATIONS. United Nations Expert Group Meetings on Population Distribution, Urbanization, Internal Migration and Development. New York: United Nations Secretariat, Jan. 2008. p. 309-334.

SATTERTHWAITE, D. *et al.* **Adapting to climate change in urban areas**: the possibilities and constraints in low- and middle-income nations. London: IIED, 2007. (Discussion Paper).

SIEBERT, C. Resiliência urbana: planejando as cidades para conviver com fenômenos climáticos extremos. *In*: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 6., 2012, Belém, Pará. **Anais...** Belém: Anppas, 2012.

SOUZA, C. R. G. Os ecossistemas costeiros frente às mudanças climáticas no Brasil: efeitos da elevação do nível do mar. *In*: CONGRESSO LATINO-AMERICANO

DE CIÊNCIAS DO MAR, 14., 2011, Balneário Camboriú, Santa Catarina. **Resumos...** Balneário Camboriú: Colacmar, 2011.

STORBJÖRK, S. Governing climate adaptation in the local arena: challenges of risk management and planning in Sweden. **Local Environment**, v. 12, n. 5, p. 457-469, Dec. 2007.

UFSC – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2012**. Santa Catarina: UFSC, 2013.

WONG, P. P. *et al.* Coastal systems and low-lying areas. *In*: IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability – Part A: global and sectoral aspects**. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2014. p. 361-410.

ZEE, D. M. W. Elevação do nível do mar e adaptação em grandes cidades costeiras do Brasil. *In*: FBDS – FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil**. Rio de Janeiro: FBDS; Lloyds, 2008. p. 53-76.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

CEPAL – COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. **Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe**: dinámicas, tendencias y variabilidad climática. Santiago de Chile: ECLAC, 2011.

CEPAL – COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. **Climate Change 2022: impacts, adaptation and vulnerability – summary for policymakers**. Cambridge, United Kingdom; New York, United States: Cambridge University Press, 2022. p. 3-33. Disponível em: <<https://bit.ly/3R7gVln>>.

SATHLER, D.; PAIVA, J. C.; BAPTISTA, S. Cidades e mudanças climáticas: planejamento urbano e governança ambiental nas sedes das principais regiões metropolitanas e regiões integradas de desenvolvimento. **Caderno de Geografia**, v. 29, n. 56, p. 252-286, jan.-mar. 2019.

