

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E OS DESAFIOS BRASILEIROS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA NOVA AGENDA URBANA

Letícia Klug¹
Jose A. Marengo²
Gustavo Luedemann³

1 INTRODUÇÃO

O tema mudança climática entrou definitivamente na agenda política mundial. A preocupação com uma trajetória de alteração acelerada do clima do planeta fez com que um conjunto de 197 países (196 Estados e uma organização de integração econômica regional) ratificassem a convenção da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre o tema, desde que foi aberta para assinaturas, em 1992.

Por respeitar as soberanias nacionais, suas culturas e suas formas próprias de enfrentar problemas, o leitor não encontrará no texto da convenção compromissos específicos dos países para tratar do tema cidades. Não obstante, os documentos que subsidiam a tomada de decisão na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança de Clima (UNFCCC) são ricos em informações que podem ajudar o leitor a compreender a importância do planejamento urbano dentro do tema e o porquê de essas questões não poderem mais ser ignoradas quando se trata de planejar o futuro das cidades. Orientações e documentos prescritivos para o planejamento urbano em um contexto de mudança do clima fazem parte do debate sobre a Nova Agenda Urbana (NAU), que será consolidado na III Conferência das Nações Unidas sobre Moradia e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III) em outubro de 2016.

O papel estratégico das cidades, tanto do ponto de vista da contribuição para a redução de emissões quanto da adaptação à nova realidade, reconhecendo as vulnerabilidades,

1. Especialista em políticas públicas e gestão governamental na Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur) do Ipea. *E-mail*: <leticia.klug@ipea.gov.br>.

2. Pesquisador titular no Centro Nacional de Monitoramento e Alerta aos Desastres Naturais (Cemaden). *E-mail*: <jose.marengo@cemaden.gov.br>.

3. Técnico de planejamento e pesquisa na Dirur do Ipea. *E-mail*: <gustavo.luedemann@ipea.gov.br>.

reduzindo riscos e criando infraestruturas resilientes foi tema de publicação recente do Programa das Nações Unidas para Habitação Humana (UN-Habitat, 2011). Também o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC)⁴ deu destaque à questão urbana, especialmente em seu quinto e último relatório, no qual um capítulo inteiro, tratando exclusivamente de áreas urbanas, foi incluído no relatório do segundo grupo de trabalho, que trata de impactos, vulnerabilidade e adaptação às mudanças do clima (Revi *et al.*, 2014).

No Brasil, algumas iniciativas estão sendo tomadas pelo governo federal no sentido de pensar e dotar as cidades de instrumentos e capacidades para essa nova realidade de mudança do clima. Em 2011, foi criado o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden),⁵ que tem por missão desenvolver, testar e implementar um sistema de previsão de ocorrência de desastres naturais em áreas suscetíveis de todo o Brasil e emitir alertas de desastres naturais. O centro não só auxilia as ações preventivas, mas possibilita identificar vulnerabilidades no uso e na ocupação do solo, com destaque para o planejamento urbano e a instalação de infraestruturas (Brasil, 2016b). O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe/MCTI) vem trabalhando na construção de cenários futuros de mudanças climáticas para cidades brasileiras. A extinta Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (SAE/PR) coordenou estudo denominado *Brasil 2040: cenários e alternativas de adaptação à mudança do clima* em 2015 (Brasil, 2015) e o Ministério do Meio Ambiente (MMA) lançou recentemente o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA) (Brasil, 2016d). No entanto, o protagonismo dessa agenda pertence às cidades e os municípios brasileiros tratam de forma ainda muito tímida esse tema no quadro geral de políticas públicas. No artigo *Cidades e Mudanças Climáticas: planejamento urbano e governança local*, publicado em 2015, Reis, Silva e Brant (2015) fazem um levantamento e uma análise de iniciativas de planejamento e gestão dos problemas climáticos urbanos nas principais regiões metropolitanas brasileiras e os resultados demonstram que o tema continua fora da agenda principal.

É importante destacar que o Brasil possui, desde 2001, um marco legal para o planejamento urbano, que regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal – a Lei Federal nº 10.257/2001 –, em que a questão do equilíbrio ambiental aparece já no Artigo 1º. O parágrafo único do Artigo 1º afirma:

4. O IPCC é o painel intergovernamental que foi criado em 1988 sob a Organização Meteorológica Internacional (WMO) e sob o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Unep, do inglês United Nations Environment Programme) e aprovado pela Assembleia-Geral da ONU para subsidiar tomadores de decisão com relatórios periódicos de atualização sobre a base científica da mudança do clima, seus impactos e riscos futuros, assim como opções para adaptação a estas mudanças e mitigação das suas causas.

5. Disponível em: <<http://goo.gl/OzKKLH>>.

para todos os efeitos, esta lei, denominada Estatuto da Cidade, estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental (Brasil, 2001).

Apesar do arcabouço legal, como na maioria dos países em desenvolvimento, no Brasil, o passivo em termos de políticas públicas urbanas, como habitação de interesse social, saneamento básico e mobilidade urbana é grande. Seja nas metrópoles ou naquelas cidades em processo de metropolização, as precariedades urbanas e a vulnerabilidade social ampliam os riscos e os impactos das mudanças do clima e uma inflexão nessa trajetória é imperativa, como será demonstrado no corpo do texto.

Este capítulo possui cinco seções, incluindo esta introdução. A seção 2 discorrerá sobre definições necessárias para se compreender o tema mudança do clima. A seção 3 discutirá a contribuição das cidades para o problema e como evitar parte desta contribuição. A seção 4 abordará as implicações de mudanças no clima para as cidades e como elas precisam preparar-se para possíveis mudanças. A seção 5 tratará dos avanços nos últimos quinze anos e de possíveis cenários de mudança do clima para algumas cidades brasileiras. Será discutida a importância da integração dos subtemas deste capítulo com os temas da Habitat III, em que se espera que a questão das mudanças do clima seja incorporada de maneira transversal na agenda urbana. Será destacada, também, a existência de fontes de financiamento para enfrentamento das mudanças climáticas que podem configurar excelentes recursos para as cidades viabilizarem intervenções necessárias em áreas importantes, como saneamento, mobilidade urbana e redução de riscos.

2 CLIMA E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: CONCEITOS E DEFINIÇÕES

Quando os raios solares incidem sobre a superfície terrestre, eles podem ser refletidos ou sua energia pode ser absorvida pelos sólidos e líquidos desta superfície. Quando a energia é absorvida, as moléculas da superfície do planeta passam a vibrar mais; sólidos, líquidos e gases expandem-se e a vibração das moléculas transmite calor em todas as direções, inclusive em direção ao espaço. Como há gases na atmosfera que também possuem a característica de receber e retransmitir calor de suas moléculas para o meio, inclusive em direção à superfície terrestre, esse vai e vem de energia atrasa a dissipação da energia absorvida pela terra de volta ao espaço. A esse fenômeno damos o nome de *efeito estufa*. Os gases que possuem essa capacidade de reter calor na atmosfera são chamados de *gases de efeito estufa* (GEEs).

A maior parte desses gases ocorre naturalmente na atmosfera e graças a eles existe o ambiente com a temperatura e a baixa oscilação térmica necessária para a vida na Terra. Trata-se de gases como o vapor d'água (H₂O), o gás carbônico (CO₂)

e o metano (CH_4). No entanto, atividades humanas têm alterado a concentração destes gases na atmosfera, principalmente por converter estoques de carbono, como petróleo, carvão e florestas em CO_2 , por meio da combustão.

Em 1988, a crescente discussão acadêmica sobre prováveis efeitos no sistema climático decorrentes da alteração da concentração de GEEs na atmosfera, especialmente do CO_2 , fez com que fosse criado, no âmbito da WMO e do Unep, o IPCC.⁶ Os conceitos utilizados neste capítulo, quando não mencionada outra fonte, vêm dos glossários do IPCC (IPCC, 2001; 2014a; 2014b).

Clima, stricto sensu, é geralmente definido como a “média das condições do tempo” (Dias e Silva, 2009) ou, mais rigorosamente, como a descrição estatística em termos de média e variabilidade de quantidades relevantes sobre o período de tempo em uma distância de meses a milhares de anos. O período clássico é de trinta anos, como definido pela Organização Mundial Meteorológica (OMM). Essas quantidades são, em sua maioria, variáveis de superfícies, tais como temperatura do ar, precipitação e ventos. Clima, em um senso mais amplo, é um estado, incluindo uma descrição estatística, do sistema climático, incluindo extremos.

Mudança climática é uma mudança atribuída direta ou indiretamente à atividade humana que altere a composição da atmosfera global e que seja adicional à variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis de tempo. A mudança do clima, como mencionada no registro observacional do clima, ocorre por causa de mudanças internas dentro do sistema climático ou na interação de seus componentes, ou por causa de mudanças no forçamento externo por razões naturais, ou ainda devido às atividades humanas.

Assim, no que tange ao assunto da próxima seção, quando tratarmos de *mitigação*, estamos lidando com o que o IPCC define como “intervenção humana para reduzir as fontes ou aumentar os drenos de GEEs” (IPCC, 2014b). Isso significa que quando tratamos do assunto denominado de maneira geral como “mitigação”, estamos tratando da mitigação da geração do problema, não da mitigação de seus efeitos.

Em relação aos efeitos, o termo *adaptação*, tema da seção 4, é definido como “o processo de ajustamento ao clima atual ou projetado e seus efeitos” (IPCC, 2014b). Em sistemas humanos, adaptação busca moderar ou evitar danos decorrentes das mudanças climáticas ou ainda tirar proveito de oportunidades geradas por elas.

Os temas mitigação e adaptação foram tratados, e continuam ainda sendo por alguns, como temas disjuntos entre os quais há um *trade-off*: parece que se investirmos uma unidade de recursos financeiros em adaptação – o remédio para

6. Disponível em: <<http://goo.gl/3GSu8>>.

o sintoma –, teremos esta mesma unidade a menos de recurso financeiro para resolver o problema na origem, a mitigação – a “cura pela origem” (discutido em Luedemann e Hargrave, 2010). No entanto, é necessário ter em mente que as mudanças no clima decorrentes das atividades humanas já estão em curso, que é necessário adaptar-se a elas e que a adaptação e a mitigação são dois aspectos do mesmo problema que precisam ser resolvidos juntos.

Assim, construir unidades geradores de energia eólica que não foram projetadas para tolerar ventos de altíssima intensidade em que estes poderão ocorrer em cenários prováveis, é uma medida de mitigação ineficaz, pois, se mal adaptadas, as torres podem quebrar. Pode-se dizer o mesmo de usinas hidrelétricas construídas em locais em que o regime de chuvas tende a se tornar desfavorável ou de adensamentos urbanos e sistemas de transporte público em áreas com projeção de maior risco de alagamento, apenas para citar alguns exemplos.

Quanto ao custo de ações para enfrentar a questão climática, consideramos que *ações de não arrependimento* têm custos líquidos negativos porque geram benefícios diretos ou indiretos que são grandes o suficiente para compensar os custos da implementação destas ações. Assim, a ideia de não arrependimento remete ao fato de que há intervenções que melhoram a resiliência de alguma estrutura a impactos climáticos ou que faça com que sejam emitidos menos GEEs e, ao mesmo tempo, otimizem a utilização de recursos financeiros.

Um conceito pouco conhecido fora das discussões sobre mudanças climáticas é o do *carbon capture and storage* (CCS). Segundo o IPCC, o CCS é definido como “processo no qual um fluxo de CO₂ relativamente puro proveniente de processos industriais ou de fontes energéticas é separado (capturado) acondicionado, comprimido e transportado para um local de armazenamento isolado da atmosfera no longo prazo” (IPCC, 2014b). Já o conceito de *emissões líquidas negativas*, segundo o IPCC, é quando, “por ação humana, mais GEEs são sequestrados ou armazenados do que emitidos para a atmosfera” (*op. cit.*). Unindo técnicas de CCS à produção de biocombustíveis, cujo carbono de suas moléculas provém de fotossíntese recente, ou seja, de CO₂ retirado da atmosfera, pode-se obter *emissões líquidas negativas*.

Um conceito importante que usaremos neste capítulo, por se tratar de cidades e investimentos urbanos, é o de *lock in*, entendido como uma “dependência da trajetória pela qual se decidiu em um determinado momento, que impede ou dificulta demasiadamente ações de mitigação ou de adaptação” (IPCC, 2014b).

Resiliência é a capacidade de sistemas sociais, econômicos e ambientais de responder ou se reorganizar, mantendo sua função primordial, sua identidade e estrutura, após passar por eventos perigosos, tendências ou distúrbios, mantendo também sua capacidade de adaptação, aprendizado e transformação.

Projeções de clima futuro desenvolvidas no contexto da Terceira Comunicação Nacional do Brasil à UNFCCC (Brasil, 2016b) mostram um clima mais quente em toda a América do Sul até finais do século XXI. Os máximos de aquecimento localizam-se nas regiões Norte e Centro-Oeste do Brasil, em todas as estações do ano, e estendem-se para as regiões Nordeste e Sudeste. Com relação à precipitação, as projeções indicam um clima mais seco no verão no Leste da Amazônia e no Nordeste e Norte e aumentos nos extremos da precipitação nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. Há projeções de aumento na frequência de períodos secos no Nordeste e Norte (Brasil, 2015).

3 A CONTRIBUIÇÃO DAS CIDADES PARA O PROBLEMA DA MUDANÇA DO CLIMA E POTENCIAIS AÇÕES PARA REDUZÍ-LO

A população mundial e a do Brasil, em especial, concentra-se cada vez mais em centros urbanos.⁷ As atividades humanas que emitem GEEs o fazem para atender às demandas desta população, estejam estas atividades sendo realizadas dentro ou fora das cidades. O planejamento urbano e a gestão das cidades têm, e terão cada vez mais, uma grande interferência nos cenários futuros de mudança climática, por influenciar direta e indiretamente as fontes de emissão de GEEs.

Para se ter uma ideia, no Brasil, em 2012, foram emitidos 1.284 teragramas (Tg), ou milhões de toneladas de CO₂, e outros GEEs (convertidos à sua equivalência ao CO₂ em contribuição ao efeito estufa) (Brasil, 2016a). Destas emissões, nada menos que 17% devem-se ao transporte e à mobilidade. Cidades mal planejadas, com muitos vazios urbanos (orientadas pela e para a especulação imobiliária), sistemas de transporte público ineficientes e uma rede urbana conectada, em grande medida, pelo modal rodoviário, contribuem fortemente para esses resultados.

Em seu quinto relatório, o IPCC prevê que o planejamento urbano integrado, o desenvolvimento orientado para o trânsito e formatos urbanos mais compactos que favoreçam o deslocamento a pé e de bicicleta podem, juntos, levar a mudanças de modais. Essa orientação, apoiada por investimentos em infraestrutura interurbana, como trens de alta velocidade que substituam voos de curta duração, podem reduzir as emissões do transporte entre 20% e 50% do previsto para 2050 – levando em consideração o aumento da demanda por transporte e mobilidade (Sims *et al.*, 2014).

A perspectiva de redução de emissão de GEEs por alteração no planejamento das cidades e nos modais de transportes tem um potencial técnico ainda muito maior de redução. Em países com potencial para fabricação e uso de biocombustíveis e produção de eletricidade a partir de biomassa, pode haver, inclusive, cenários de emissão negativa.

7. A população urbana mundial em 2030 deve passar de 60% da população (Undesa, 2014). No Brasil, esse percentual já passava de 84% no Censo de 2010 e segue com tendência de aumentar a população urbana em relação à rural. Mais informações em: <<http://goo.gl/OekYQy>>.

As chamadas emissões negativas ocorrem quando plantas com potencial de uso no setor energético retiram o CO₂ da atmosfera a partir da fotossíntese e, na fase de aproveitamento energético, o CO₂ proveniente de combustão (ou fermentação da cana, por exemplo) é armazenado por meio de tecnologias CCS. Aplicado ao meio urbano, isso poderia ser traduzido em um cenário de otimização de modais com preferência para o transporte coletivo elétrico (metrô, ônibus trólei ou *plug-in* etc.) e táxis elétricos. A energia elétrica poderia ser obtida às margens da cidade, com baixíssima emissão, decorrente do uso de etanol e bagaço, por exemplo, com captura do CO₂ por meio de tecnologias CCS. Além de reduzir as emissões de GEEs, isso reduziria drasticamente as emissões de outros gases poluentes ou poluentes indiretos, que hoje são responsáveis por problemas graves de saúde pública nos centros urbanos.

Pensando no funcionamento das cidades, o impacto positivo da alteração da matriz de energia elétrica pode ser intensificado se houver aumento de eficiência no uso da energia. Além da mobilidade, outros vários componentes da cidade concorrem pelas mesmas fontes energéticas como, por exemplo, a iluminação pública e os edifícios.

Há várias alternativas para melhorar a rede elétrica e a iluminação das cidades, com destaque no debate para a instalação de *smart grids*. Essas redes elétricas inteligentes apresentam um elevado grau de automação que melhora muito o desempenho e a eficiência operacional. Permitem, ainda, a conexão de pequenos fornecedores impulsionando a disseminação de fontes renováveis de energia como sistemas de geração fotovoltaico e eólicos em perfeita sintonia com o sistema elétrico. Algumas cidades têm adotado medidas mais simples, como a substituição de lâmpadas tradicionais por aquelas mais econômicas, com grande impacto no consumo de energia elétrica.

No caso das edificações, há um grande trabalho a ser realizado em termos de conforto ambiental e arquitetura sustentável. A iluminação natural precisa ser aproveitada ao máximo, evitando acender lâmpadas desnecessariamente. As partes das edificações expostas à luz solar precisam ser planejadas para receber luz, aquecer água ou gerar eletricidade por meio de fotocélulas. O cuidado com o desenvolvimento bioclimático dos edifícios tem grande retorno em termos de redução de emissão e, se pensados os ganhos no longo prazo, torna-se economicamente viável, pois os investimentos necessários para o planejamento e a construção pagam-se em período razoável durante o uso do edifício.

No entanto, como o agente que utiliza normalmente não é o mesmo que constrói o edifício, intervenção do poder público pode corrigir a distorção entre a otimização do construtor e o interesse do usuário da edificação. Campanhas educativas podem corrigir assimetrias de informação no sentido de convencer o próprio usuário a escolher edifícios mais eficientes e viabilizar estas escolhas por meio de financiamentos

e diferenciação de impostos. Há uma iniciativa do governo brasileiro – o Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações (Procel Edifica) – de adesão voluntária que, desde 2003, promove o uso racional de energia elétrica em edificações. Iniciativas como essa, tornadas obrigatórias para edifícios públicos e/ou inseridas nos códigos de obras municipais, têm um resultado potencial enorme se considerado que o consumo de energia elétrica nas edificações corresponde a 45% do consumo faturado no país.⁸ Uma nova edificação tende a perdurar por muitas décadas ou até mais de um século e sua ineficiência causa prejuízo econômico e ambiental por toda a vida útil. Obras de *retrofit* visando ao melhor desempenho energético nem sempre são viáveis e, em regra, são um investimento muito maior do que aquele necessário para implementar boas soluções na etapa de construção. Esse *lock in* somente pode ser evitado voluntariamente pelos agentes ou, de maneira sistêmica, pelos poderes públicos municipais, por meio de instrumentos de comando e controle, incentivos econômicos ou ambos.

As cidades, em especial as brasileiras, estão repletas de casos de *lock in*. A decisão de construir pontes, túneis, linhas de metrô e outras intervenções urbanas de custo muito elevado, se executada sem um bom planejamento e integrada à lógica de todo funcionamento urbano, provavelmente não será passível de correção em um prazo razoável. Os exercícios de projeções e construção de cenários futuros para as cidades brasileiras demonstram que no planejamento e na construção de grandes obras, para além das questões clássicas de acessibilidade, a integração ao tecido urbano, a inclusão de áreas marginais, a definição de sítio e as questões relativas à resiliência e à redução/otimização de emissões precisam ser consideradas. Os problemas ambientais urbanos contemporâneos precisam entrar na agenda de políticas públicas locais.

Políticas clássicas de mitigação incluem uma “precificação de carbono”. No mecanismo de *cap and trade*, por exemplo, há uma taxação das emissões de GEEs ou um teto de emissões com possibilidade de gerar créditos por reduções abaixo do estabelecido ou comprar créditos para compensar emissões acima do teto. Esse tipo de política normalmente é definido em nível federal ou regional, dado que ações locais no sentido de limitar as emissões de agentes podem gerar um problema conhecido como vazamento de emissões (*leakage*), em que estas emissões deixam de ocorrer em um local para aparecerem em outro, atingindo igualmente a atmosfera e o clima. Além de não contribuir para a mitigação das mudanças do clima, isso pode ter um impacto indesejável no desenvolvimento de cidades e regiões, a exemplo do que ocorre com os estados nos casos de competição por investimentos disputada por meio da desoneração fiscal, em uma espécie de competição predatória.

8. Disponível em: <<http://goo.gl/EONFSk>>.

Todavia, há exceções, como, por exemplo, o mercado de reduções da cidade de Tóquio, no Japão, que estabelece tetos de emissões para grandes prédios comerciais e plantas industriais dentro da área metropolitana. Este mercado distingue-se por ser, na verdade, um projeto de eficiência energética (na atual fase são utilizados fatores de emissão genéricos que não distinguem a origem da eletricidade ou fonte calorífica (Icap, 2016). O mercado de Tóquio também foca a competitividade das empresas, publicando os resultados das reduções em forma de *ranking*.

No Brasil, já há previsão legal do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE), desde a entrada em vigor da Lei Federal nº 12.187/2009,⁹ que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). No entanto, este mercado não foi regulamentado, não havendo, portanto, o estabelecimento de um teto de emissão de qualquer espécie. Nos estados, entretanto, houve uma proliferação de leis, algumas estabelecendo metas, outras a estabelecer, algumas declaradamente programáticas e simbólicas, isto é, com um compromisso com a intenção e não com o resultado.

Um dos grandes entraves para o estabelecimento de um mercado de carbono no Brasil é o desconhecimento, por parte da União, dos estados e dos municípios, das emissões por agente emissor. Não há, no momento, nenhuma política nacional ou subnacional em vigor que controle a emissão dos agentes e que possa gerar um mercado de reduções de emissão.

Com a preocupação de discutir metodologias de quantificação de emissões (inventários) e de organizar as iniciativas subnacionais em relação à mudança do clima, foi criado o Núcleo de Articulação Federativa para o Clima (NAFC).¹⁰ Este núcleo reúne, até o momento, apenas os estados e o governo federal, não tendo ainda a capilaridade para tratar com municípios nem com áreas metropolitanas.

No âmbito federal, há um projeto que estuda as opções de mitigação das emissões de GEEs nos setores-chave da economia brasileira, com recursos governamentais e do Global Environmental Facility (GEF)¹¹ e executado em colaboração com o Unep. O projeto, intitulado *Opções de Mitigação em Setores-chave da Economia*, utiliza um modelo de equilíbrio geral computado ligado a modelos de equilíbrio parcial setoriais que se retroalimentam, gerando cenários de baixo carbono que otimizam, de modo integrado, a redução de emissão com a *performance* econômica (via precificação de emissões). Isso implica que o ótimo setorial, neste aspecto, não é o ótimo real da economia. Este, por sua vez, depende das interações entre os diferentes setores.

9. Disponível em: <<http://goo.gl/ElxliD>>.

10. Para mais informações sobre o NAFC, consulte: <<http://goo.gl/82vDVc>>.

11. Fundo Multilateral para Financiamento de Ações em Sustentabilidade Ambiental.

Otimizando as emissões para o conjunto da economia do país, o projeto pode chegar a cenários de emissões mais altas em setores específicos, comparado a estudos setoriais anteriores. Isso porque é importante saber a demanda gerada entre setores, como, por exemplo, do setor de energia sobre o setor de agricultura por conta de eventual necessidade de biocombustíveis (e, em resposta, a demanda de energia do setor agricultura). Finalmente, este projeto também mapeia as tecnologias disponíveis e potencialmente disponíveis em diferentes cenários que possam ser utilizadas com a finalidade de otimizar as emissões de GEEs.

Estudar as possibilidades de mitigação e ter cenários construídos com base em conhecimento sólido são prerequisite, mas não elemento suficiente, para construir um futuro menos emissor de GEEs. A maior dificuldade está em tornar realidade o cenário otimizado, construído com métodos acadêmicos. Mesmo que um cenário seja construído apenas por *ações de não arrependimento custo-efetivas* é provável que haja um motivo pelo qual os agentes não as implementaram espontaneamente e é de se esperar que haja um custo de transação não percebido previamente no exercício teórico. Os resultados desse estudo estão sendo esperados para o final do ano de 2016, quando devem ser apresentados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Eles têm o potencial de abrir a discussão entre os entes da Federação sobre a estratégia a ser seguida para otimizar a mitigação da mudança global do clima. Isso porque, como visto acima, muitas ações são de competência dos municípios e estados, enquanto outras são de responsabilidade da União.

Difícilmente serão discutidas metas de redução de emissão de GEEs específicas para cidades na Habitat III ou em outros fóruns, dado que a maioria dos países defendem que compromissos para a redução de emissões necessariamente devem ser discutidos sob a UNFCCC. O que a NAU apresenta como novidade é um diálogo com as orientações do IPCC já nos princípios que elenca para o futuro das cidades: compacidade, conectividade, inclusão e integração. O planejamento e a gestão das cidades construídas sob essas premissas permitirão um desenvolvimento urbano mais sustentável e de menor emissão de GEEs.

Na convenção-quadro, há um princípio muito caro aos países em desenvolvimento que prescreve que:

As Partes devem proteger o sistema climático em benefício das gerações presentes e futuras da humanidade com base na equidade e em conformidade com suas responsabilidades comuns, mas diferenciadas e respectivas capacidades. Em decorrência, as Partes países desenvolvidos devem tomar a iniciativa no combate à mudança do clima e a seus efeitos negativos (Brasil, 1998).

Sob a UNFCCC, seguindo o citado princípio de “responsabilidade comum, porém diferenciada”, já se acordou um fluxo de recursos a ser financiado por países desenvolvidos para a questão climática, da ordem de US\$ 100 bilhões por ano.

Este recurso deverá ser gerido por institucionalidade própria, criada para este fim, denominada Fundo Verde para o Clima (GCF, do inglês Green Climate Fund).

Recursos do GCF, assim como do instrumento multilateral que o precedeu, o Fundo de Investimento para o Clima (CIF, do inglês Climate Investment Funds) ou os recursos do Fundo Clima, sob responsabilidade do MMA, entre outros, devem ser vistos por gestores locais como oportunidade de complementação de financiamento de obras de infraestrutura que, além de resolver problemas urbanos clássicos, como saneamento e mobilidade, também incorporem métodos e tecnologias que reduzam as emissões de GEEs ou tornem as cidades mais resilientes ao clima, conforme veremos na próxima seção.

4 IMPACTOS, VULNERABILIDADE E ADAPTAÇÃO DAS CIDADES À MUDANÇA DO CLIMA

As mudanças do clima não ocorrem linearmente por todo o globo e podem aparecer com características opostas em lugares distintos, como aumento da frequência e intensidade de cheias em determinada região e aumento gradual do número de dias sem chuva (seca) em outras. Elas têm em comum o aumento da energia do sistema, mas dadas a complexidade do sistema climático e as interações com o meio ambiente físico e com a vegetação, são criados aspectos diversos em áreas diferentes do planeta.

Em muitos casos, espera-se que haja continuidade nas tendências climáticas e intensificação de episódios de extremos climáticos que já ocorrem, podendo a tendência dos dados meteorológicos passados ajudar na previsão de futuros impactos. Todavia, como explicado anteriormente, devido à complexidade das interações no sistema climático, resultados disruptivos também podem ocorrer, trazendo, por exemplo, furacões nos locais em que antes não ocorriam ou uma mudança de trajetória destes fenômenos.

Nas projeções que são feitas, tem-se trabalhado com modelagens de cenários climáticos e de impactos futuros, com o intuito de antecipar a probabilidade de ocorrência desses eventos, permitindo que os governos possam atuar preventivamente. A modelagem climática global é um campo de desenvolvimento recente, caracterizado tanto pelo elevado número de variáveis naturais em processo de co- interação quanto pela incerteza sobre o comportamento futuro de variáveis antrópicas, a mais importante delas relativa aos níveis de GEEs na atmosfera (Brasil, 2015).

E essa é uma das maiores dificuldades com a quais os gestores deparam-se na hora da tomada de decisão: é razoável investir recursos públicos e/ou privados em algo que exhibe algumas incertezas? Já há consenso no debate e na literatura que, mesmo ante a incerteza relativa à grandeza e à distribuição espacial dos fenômenos climáticos, é preciso avançar em ações que reduzam a vulnerabilidade e aumentem a resiliência

das cidades. As projeções de impactos decorrentes de mudanças climáticas futuras indicam tendências que podem orientar estratégias de adaptação.

As cidades com maior grau de vulnerabilidade e de exposição ao risco encontram-se nos países em desenvolvimento. O rápido processo de urbanização ocorrido no século XX levou para as cidades um grande contingente de pessoas sem que os governos conseguissem prover infraestrutura urbana adequada e serviços públicos. Esse processo gerou um *deficit* enorme de infraestrutura, com alto grau de ocupação de áreas de risco. Constituíram-se, então, comunidades urbanas extremamente vulneráveis localizadas principalmente em assentamentos informais que já se encontram sob o estresse dos eventos extremos da variabilidade climática. É importante deixar claro que a ocupação de áreas de risco de desastres com assentamento informais representa a falta de opção e ausência do Estado, e não uma opção de moradia.

O *deficit* de saneamento básico existente nessas cidades já é, por si só, um fator de vulnerabilidade da população, independentemente das mudanças climáticas. As mudanças no clima potencializam esta vulnerabilidade. O acesso à água potável e ao esgotamento sanitário, o manejo correto dos resíduos sólidos e a drenagem de águas pluviais são uma pauta perene nas grandes cidades, que ganha maior atenção agora devido aos riscos climáticos.

Em situações em que se projeta um aumento da pluviosidade ou a sua concentração em episódios de chuva intensa, é necessário pensar a drenagem e a absorção da água no solo de maneira diferenciada. Da mesma forma, as demais obras de saneamento devem ser resilientes às chuvas para evitar transbordamento de chorume ou de esgoto e contaminação da água potável.

A mesma situação ocorre com habitações precárias em áreas de risco de desastres. A probabilidade de ocorrência de desabamentos e alagamentos altera-se com prognósticos climáticos desfavoráveis, mas o risco já existe na situação atual. Investimentos nestes casos já são uma prioridade social e plenamente justificados. Temos, então, independentemente do conhecimento científico e do grau de incerteza sobre a previsão climática e os impactos a ela relacionados, uma agenda básica de adaptação às mudanças do clima nestas cidades. A construção de cidades resilientes e com menor grau de vulnerabilidade passa pela construção de cidades socialmente inclusivas, como previsto na NAU.

As cidades que apresentam processo de planejamento urbano participativo, gestão democrática, moradia adequada, serviços de saneamento básico, além de um sistema viário de qualidade e serviços de proteção e defesa civil, são inerentemente mais resilientes à maioria dos impactos das mudanças do clima (Oliveira e Moreira, 2006 *apud* Brasil, 2016c).

As políticas de desenvolvimento urbano podem estar entre os meios mais efetivos de adaptação à mudança do clima, sobretudo por intermédio de uma

abordagem sistêmica que trata de problemas atuais, ao mesmo tempo em que antecipa problemas futuros. Estudos sobre megacidades, vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas na região metropolitana de São Paulo (Nobre *et al.*, 2011; Marengo, Valverde e Obregon, 2013; Martine, Ojima e Marandola Junior, 2015; Brasil, 2015) propõem estratégias de adaptação frente a um possível cenário de aumento na frequência de chuvas intensas e desastres naturais de origem hidrometeorológica, consequência das mudanças climáticas, agravadas pelo efeito de urbanização na cidade.

O estudo realizado pela extinta SAE/PR, em 2015, identificou algumas estratégias de adaptação associadas às projeções dos cenários trabalhados na modelagem climática, incluindo desde medidas mais simples, como sistemas de alertas de riscos, a obras de infraestrutura mais estruturantes, como a construção de barragens e diques (Brasil, 2015). Estas estratégias devem servir de referência para a sociedade brasileira e os gestores públicos com o objetivo não só de minimizar os eventuais impactos negativos do clima futuro, mas também de aproveitar as oportunidades que surgirão.

É fundamental que as projeções de clima futuro estejam presentes no planejamento da infraestrutura urbana, não só para evitar situações de *lock in* em relação a soluções que gerem menos emissões ao longo da vida útil, mas também pelo custo gerado por uma estrutura mal adaptada. Semelhante ao dilema – ação *versus* inação – quanto aos custos para evitar a mudança do clima, há o dilema investir em adaptação da infraestrutura ou pagar o preço dos prejuízos prováveis que o clima possa trazer a um sistema mal adaptado. Como dito anteriormente, obras de infraestrutura são típicos casos de *lock in*: uma vez construída uma ponte, dificilmente haverá recurso disponível para reconstruí-la ou refazer seus alicerces para ganhar maior resistência.

O relatório do IPCC AR5 (IPCC, 2014b) recomenda que a gestão de riscos de desastres e adaptação às mudanças do clima deva ser prioridade em todos os países. A construção de capacidades nas cidades para enfrentamento das mudanças do clima é condição estruturante de um plano de enfrentamento da questão. O Brasil finalizou seu PNA com um conjunto de onze estratégias de adaptação setoriais prioritários para o desenvolvimento sustentável do país.

As estratégias discutem as principais vulnerabilidades e apresentam medidas adaptativas visando ao incremento da resiliência. Na estratégia de cidades, um aspecto fundamental é a articulação intersetorial e intergovernamental. Dentro do pacto federativo brasileiro, os municípios têm autonomia orçamentária e fiscal e são os entes com competência para elaborar a política urbana.

As diretrizes prioritárias para promover a adaptação, segundo o PNA, são: *i)* promover a articulação federativa; *ii)* considerar adaptação à mudança do clima na reabilitação de áreas urbanas consolidadas; *iii)* considerar adaptação à mudança do clima na promoção da urbanização de assentamentos precários; *iv)* considerar adaptação à

mudança do clima na produção de habitação social; *v*) fortalecer processos de planejamento da expansão urbana com a perspectiva de prevenção à ocorrência de desastres naturais e ao surgimento de riscos entre outros.

Levantamento realizado por Reis, Silva e Brant (2015) demonstrou como as cidades brasileiras¹² ainda não incorporaram as mudanças do clima à agenda política, a despeito da onda de mobilização internacional em prol de medidas de mitigação e adaptação. A primeira cidade brasileira a aprovar uma legislação relacionada às mudanças climáticas foi Palmas (Tocantins), em 2003. Em 2009, a cidade de São Paulo estabeleceu metas para a redução de GEEs, servindo como modelo para iniciativas no estado e em outras cidades do Brasil, como Belo Horizonte (Minas Gerais), Rio de Janeiro (Rio de Janeiro) e Feira de Santana (Bahia) (Barbi e Ferreira, 2013 *apud* Reis, Silva e Brant, 2015).

Sete cidades contam com o inventário de emissões de GEE (Belo Horizonte, Curitiba, Fortaleza, Manaus, Recife, Rio de Janeiro e São Paulo) realizadas entre 2009 e 2014. Destas cidades, apenas Belo Horizonte, Curitiba, Rio de Janeiro e São Paulo possuem planos de mitigação. Curitiba, Goiânia e São Paulo possuem planos de adaptação. Os planos diretores municipais normalmente não trazem levantamentos e diretrizes para as questões climáticas locais. No entanto, algumas cidades já abordaram esse tema em seus respectivos planos diretores: Campinas, Curitiba, Florianópolis, Rio de Janeiro, Recife e São Paulo (Reis, Silva e Brant, 2015).

Pode-se afirmar que as maiores cidades do Brasil já estão sendo afetadas por extremos climáticos, com chuvas intensas e períodos secos que podem deflagrar desastres naturais, como enchentes, movimentos de massa e secas prolongadas.

A avaliação de vulnerabilidades no presente e a presença (ou não) de estratégia de adaptação para enfrentar esses extremos pode servir como *test bed* para definir estratégias de adaptação no futuro, ante um cenário de aumentos de extremos de chuva e de temperaturas.

Considerando o cenário mais pessimista do IPCC (AR5) em termos de continuidade de emissões globais de GEEs, foram realizadas, pelo Inpe, projeções de mudança de clima futuro para o Brasil para o período de 2071 a 2100. O objetivo dessas simulações é identificar aumento de vulnerabilidade ou novas áreas vulneráveis e dar subsídios para o debate sobre a definição de medidas adaptativas. A partir destes cenários, diferentes estudos têm sido conduzidos por especialistas brasileiros para estimar o impacto dessas alterações climáticas nos diferentes setores econômicos.

12. Foram realizados levantamento e análise das iniciativas de planejamento e gestão dos problemas climáticos urbanos no Brasil concentrando-se nas principais regiões metropolitanas brasileiras (Belém, Belo Horizonte, Brasília, Campinas, Curitiba, Florianópolis, Fortaleza, Goiânia, Manaus, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, Salvador, São Paulo e Vitória).

Para identificar cidades com áreas vulneráveis ou de risco a desastres naturais de origem hidrometeorológica (enchentes, secas e deslizamentos de terra), Debortoli *et al.* (2015; 2016) e Camarinha e Debortoli (2015) desenvolveram uma metodologia que considera a combinação de dados climáticos, ambientais e socioeconômicos em áreas densamente povoadas no presente e no futuro, com uma resolução espacial de até 20 quilômetros, até 2100. Com a aplicação desta metodologia, é possível inferir algumas tendências para algumas das maiores cidades brasileiras.

Em relação a *enxurradas, enchentes e alagamentos*, projeta-se que a região Sul deve sofrer um aumento considerável da vulnerabilidade no futuro. Também merecem destaque o Sul e o Leste de Mato Grosso do Sul, a região de Botucatu (São Paulo) e as proximidades de Campinas (São Paulo), além da divisa entre os estados de São Paulo, do Rio de Janeiro e de Minas Gerais e a faixa litorânea que vai de Sergipe até Natal (Rio Grande do Norte), o Norte do Ceará, uma porção do Pará próxima à divisa com o Amapá, o Acre e algumas faixas estreitas que cortam Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo, quase sempre em áreas próximas às regiões de serra. Todas as localidades previamente citadas já se enquadram nas classes de vulnerabilidade alta ou muito alta no período presente, possuem históricos recorrentes de inundações, enxurradas ou alagamentos altamente impactantes para sociedade e muito provavelmente se tornarão ainda mais vulneráveis no futuro.

Na região próxima a Manaus (Amazonas) e na divisa com o Acre, os cenários apontam para aumento da vulnerabilidade a *enchentes e alagamentos*, aumento este que pouco modifica as condições de vulnerabilidade em comparação com o período presente.

Os cenários de incremento da vulnerabilidade a *movimentos de massa* conseguem distinguir melhor quais regiões poderão tornar-se mais críticas no futuro. Merecem destaque a porção central de Santa Catarina e o Sudeste desse estado, na divisa com o Rio Grande Sul, bem como o Leste do Paraná, o litoral norte de São Paulo e a Serra da Mantiqueira, principalmente a divisa com Minas Gerais e, ainda, um pequeno trecho que engloba a região serrana do Rio de Janeiro e litoral adjacente. Esses locais são caracterizados como cenários de desastres envolvendo movimentos de massa e têm fortes indícios de que poderá haver a intensificação da ocorrência destes desastres no futuro. Uma grande parcela do estado do Pará e o Oeste do Maranhão também se enquadram nesse contexto. Cidades na faixa litorânea que vai do estado do Rio de Janeiro até o Rio Grande do Norte foram identificadas no período presente com uma das mais vulneráveis.

Em relação a *secas*, as projeções mostram que um maior número de cidades pode ser vulnerável a secas no futuro, particularmente no Sudeste, no Centro-Oeste, no Nordeste e na Amazônia. Secas como a de 2012-2015 no Nordeste, 2014-2015 no Sudeste e 2015 na Amazônia mostraram a vulnerabilidade de cidades como São Paulo, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, Recife, João Pessoa, Fortaleza e Manaus,

com falta de água gerando crises hídricas como aquela observada em 2014-20115 no Sudeste do Brasil.

As maiores cidades do Brasil estão na faixa litorânea, mostrando altos níveis de vulnerabilidade a enchentes e movimentos de massa. Nessas áreas, os extremos de chuva têm aumentado nos últimos cinquenta anos e tendem a aumentar segundo as projeções de clima futuro. É preciso pensar em estratégias de adaptação no presente para enfrentar os possíveis problemas no futuro.

5 IMPORTÂNCIA DAS CIDADES SOB O OLHAR DA MITIGAÇÃO E DA ADAPTAÇÃO À MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA: ESTATUTO DA CIDADE E A NOVA AGENDA URBANA

Como visto nas seções anteriores, as cidades têm um papel estratégico na discussão sobre mudanças climáticas. Por um lado, alterações no desenho das cidades, nos modais de transporte e nos elementos que compõem o tecido urbano podem impactar diretamente a redução da produção de GEEs. Por outro, é nelas, em especial nos países em desenvolvimento, que as vulnerabilidades e o risco de desastres são maiores. O último relatório do IPCC, AR5 (Field *et al.*, 2014), recomenda que a gestão de riscos de desastres e a adaptação às mudanças do clima devam ser prioridades em todos os países. A Habitat III, da ONU, coloca o tema em pauta dentro de uma perspectiva transversal e destaca as principais questões dentro da *Unidade de Política 8: ecologia urbana e resiliência*, em que são tratados os temas da resiliência urbana, ecossistemas e gerenciamento de recursos e mudanças climáticas e gerenciamento de risco de desastres.

Ainda que diversos municípios brasileiros tenham iniciativas associadas à questão da mudança do clima, das quais algumas são ligadas a iniciativas internacionais, os governos locais têm atuado de forma ainda tímida em ações de adaptação e mitigação à mudança do clima. No Brasil, onde as grandes cidades passaram por um processo rápido de urbanização, a ausência de infraestrutura em áreas de risco ocupadas por assentamentos informais ou a própria ocupação destas áreas eleva o grau de vulnerabilidade da população.

Nesses tempos em que o debate sobre as mudanças do clima e as ações de adaptação nas cidades estão na ordem do dia,¹³ o planejamento urbano adquire importância estratégica. O Brasil tem, desde 2001, um marco legal que torna obrigatória a elaboração de planos diretores para municípios acima de 20 mil habitantes, integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, de áreas de especial interesse turístico e inseridos em áreas de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental.

O Estatuto da Cidade – Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001 –, estabelece diretrizes gerais da política urbana e determina, em seu Artigo 2º, a garantia

13. Ver AR5 IPCC e documentos da Habitat III.

do direito a cidades sustentáveis, entendido como direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações. Apresenta instrumentos de planejamento municipal, institutos tributários e financeiros e institutos jurídicos e políticos que possibilitam o cumprimento da função social da cidade e da propriedade urbana.

A implementação de alguns desses instrumentos previstos no Estatuto da Cidade e nos planos diretores tem a capacidade de reduzir vulnerabilidades e projetar cidades mais resilientes. A instituição de zonas especiais de interesse social (Zeis) em áreas ocupadas por população de baixa renda ou em vazios urbanos permite a produção de habitação de interesse social e a integração dessas ocupações ao tecido urbano. A construção de cidades mais compactas e o acesso à terra urbanizada seguindo as diretrizes da NAU são possíveis por meio do parcelamento, da edificação ou da utilização compulsórios ou do IPTU progressivo no tempo. Esses são apenas alguns exemplos de instrumentos urbanísticos que, se implementados, são importantes para a adaptação das cidades brasileiras às mudanças do clima.

Em abril de 2012, a Lei Federal nº 12.608 – que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil –¹⁴ introduziu no Estatuto da Cidade a obrigatoriedade de elaboração de planos diretores para as cidades incluídas no cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos. Estes planos diretores devem conter tópicos específicos, como mapeamento das áreas suscetíveis à ocorrência de desastres, planejamento de ações de intervenção preventiva e realocação de população de áreas de risco de desastre e medidas de drenagem urbana necessárias à prevenção e à mitigação de impactos de desastres. Para ampliar o perímetro urbano, esses municípios deverão elaborar projeto específico que contenha delimitação dos trechos com restrição à urbanização e dos trechos sujeitos a controle especial em função de ameaça de desastres naturais.

No nível federal, além do quadro normativo citado, há vários estudos e planos sendo realizados. A cenarização a partir de modelos de mudança do clima e de impacto futuro permite analisar tendência e antecipar ações. A criação do Cemaden foi um passo importante no monitoramento das áreas de risco e alerta da probabilidade de ocorrência de desastre de natureza meteorológica e geodinâmica, o que possibilita uma atuação preventiva das defesas civis nacional, estaduais e municipais. Espera-se que o PNA, coordenado pelo MMA, contribua como diretriz para gestores incluírem a questão climática nas suas ações.

No entanto, como afirmado anteriormente, o protagonismo dessa agenda é dos municípios. O planejamento das cidades e de sua infraestrutura precisa levar

14. Disponível em: <<http://goo.gl/6E1ThW>>.

em consideração as questões climáticas presentes e futuras. Uma boa gestão do uso e ocupação do solo urbano, associada a investimentos em infraestrutura básica são um primeiro passo no processo de adaptação das cidades brasileiras. A decisão de construção de infraestruturas estruturantes e caras, como pontes e viadutos, também carece de uma análise mais aprofundada da questão climática. Estes investimentos não podem ser entraves à construção de cidades resilientes.

No Brasil, as regiões metropolitanas, por exigência da Lei Federal nº 13.089/2015,¹⁵ estão elaborando os Planos de Desenvolvimento Urbano Integrado (Pduis), que deverão estar finalizados em 2018. Não se pode pensar nesse processo de planejamento integrado e cooperativo, que levará à posterior definição de investimentos robustos, sem considerar o impacto das mudanças climáticas para realidade do conjunto dos municípios. Questões como abastecimento de água, transporte urbano e gerenciamento de resíduos sólidos impactam e são impactadas pelas mudanças climáticas e precisarão ser avaliadas sob a ótica da região.

Alguns municípios brasileiros, como Rio de Janeiro e São Paulo, têm iniciado ações nesse sentido. O prefeito do Rio de Janeiro atualmente lidera um movimento que já conta com a participação de mais de oitenta grandes cidades de vários países para atuar na questão climática, o C40.¹⁶ Belo Horizonte participa do Projeto Urban Leds,¹⁷ em parceria com o International Council for Local Environmental Initiatives (Iclei) e a UN-Habitat, sob o qual já criou seu selo de sustentabilidade. Mas ainda há muito que ser feito. As orientações para as cidades nos próximos vinte anos estarão na NAU, resultado da Habitat III. Com as orientações e os financiamentos disponíveis, espera-se que os gestores locais atuem na construção de cidades menos vulneráveis, mais resilientes, mais seguras e menos emissoras de GEEs.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Decreto nº 2.652, de 1º de julho de 1998. Promulga a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, assinada em Nova York, em 9 de maio de 1992. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1998. Disponível em: <<http://goo.gl/nZqluV>>.

_____. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2001. Disponível em: <<http://goo.gl/PXk21E>>.

15. Disponível em: <<http://goo.gl/g0g6GL>>.

16. Disponível em: <<http://goo.gl/huN8fs>>.

17. *Promoting low emission urban development strategies in emerging economy countries* (Urban Leds), disponível em: <<http://goo.gl/MHdNd>>.

_____. Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. **Brasil 2040: cenários e alternativas de adaptação à mudança do clima**. Brasília: SAE/PR, 2015.

_____. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. Brasília: MCTI, 2016a.

_____. _____. **Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima: sumário executivo**. Brasília: MCTI, 2016b.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**. Brasília: MMA, 2016c. v. 1.

_____. _____. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**. Brasília: MMA, 2016d. Disponível em: <<http://goo.gl/AJWyBK>>.

CAMARINHA, P. I. M.; DEBORTOLI, N. S. **A Brazilian vulnerability index to natural disasters of drought in the context of climate change**. San Francisco: American Geophysical Union, 2015. Disponível em: <<http://goo.gl/DreTQJ>>.

DEBORTOLI, N. S. *et al.* **A Brazilian vulnerability index towards natural disasters and climatic change: flashfloods and landslides**. San Francisco: American Geophysical Union, 2015. Disponível em: <<http://goo.gl/wc0oJA>>.

_____. An index of Brazil's vulnerability to expected increases in natural flash flooding and landslide disasters in the context of climate change. **Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards**, 2016. No prelo.

DIAS, M. A. F. S.; SILVA, M. G. A. J. Para entender tempo e clima. *In*: CAVALCANTI, I. D. A. *et al.* (Orgs.). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

FIELD, C. B. *et al.* (Eds.) Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: global and sectoral aspects**. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

ICAP – INTERNATIONAL CARBON ACTION PARTNERSHIP. **Emissions trading worldwide: status report 2016**. Berlin: Icap, 2016.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Annex II: glossary. *In*: WATSON, R. T.; THE CORE WRITING TEAM (Eds.). **Climate Change 2001: a contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2001.

_____. Annex II: glossary. *In*: THE CORE WRITING TEAM; PACHAURI, R. K.; MEYER, L. A. (Eds.). **Climate Change 2014: synthesis report. Contribution of Working**

Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC. Geneva: IPCC, 2014a. Disponível em: <<http://goo.gl/b7AISP>>.

_____. **Climate Change 2014**: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC. Geneva: IPCC, 2014b. Disponível em: <<http://goo.gl/b7AISP>>.

LUEDEMANN, G.; HARGRAVE, J. O debate sobre o financiamento dos custos de combate aos efeitos das mudanças climáticas. **Boletim de Economia e Política Internacional**, Brasília, n. 1, p. 49-54, 2010.

MARENGO, J. A.; VALVERDE, M. C.; OBREGON, G. O. Observed and projected changes in rainfall extremes in the metropolitan area of São Paulo. **Climate Research**, v. 57, p. 61-72, 2013.

MARTINE, G.; OJIMA, R.; MARANDOLA JUNIOR, E. **Dinâmica populacional e a Agenda Ambiental brasileira**: distribuição espacial, desastres naturais e políticas de adaptação. Brasília: UNFPA, 2015.

NOBRE, C. A. **Vulnerabilidades das megacidades brasileiras às mudanças climáticas**: região metropolitana de São Paulo – relatório final. São Paulo: Inpe; Unicamp, 2011.

REIS, D. S.; SILVA, J. C.; BRANT, T. C. Cidades e mudanças climáticas: planejamento urbano e governança local no Brasil. *In*: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO (ENANPUR), 16., 2015, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Anpur, 2015.

REVI, A. *et al.* Urban areas. *In*: FIELD, C. B. *et al.* (Eds.). **Climate Change 2014**: impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2014.

SIMS, R. *et al.* Transport. *In*: EDENHOFER, O. *et al.* (Eds.). **Climate Change 2014**: mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2014.

UNDESA – UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. **World urbanization prospects**: the 2014 revision, highlights (ST/ESA/SER.A/352). New York: Undesa, 2014.

UN-HABITAT – UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME. **Cities and climate change**: global report on human settlements. New York: UN-Habitat, 2011.