



UFRJ

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE ECONOMIA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICAS PÚBLICAS, ESTRATÉGIAS
E DESENVOLVIMENTO**

CAMILA RIZZINI FREITAS

**ANÁLISE DA VULNERABILIDADE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS
ASSOCIADA À MOBILIDADE POPULACIONAL COMO INSTRUMENTO
DE POLÍTICA PÚBLICA NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO**

RIO DE JANEIRO

2018

Camila Rizzini Freitas

ANÁLISE DA VULNERABILIDADE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS
ASSOCIADA À MOBILIDADE POPULACIONAL COMO INSTRUMENTO
DE POLÍTICA PÚBLICA NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, na linha de pesquisa de Estratégias e Desenvolvimento Sustentável, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Louis de Almeida D'Avignon

Rio de Janeiro

2018

FICHA CATALOGRÁFICA

F862 Freitas, Camila Rizzini.

Análise da vulnerabilidade às mudanças climáticas associada à mobilidade populacional como instrumento de política pública na cidade do Rio de Janeiro / Camila Rizzini Freitas. – 2018.

187 p. ; 31 cm.

Orientador: Alexandre Louis de Almeida D'Avignon.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento, 2018.

Bibliografia: f. 174 – 182.

Camila Rizzini Freitas


ANÁLISE DA VULNERABILIDADE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS
ASSOCIADA À MOBILIDADE POPULACIONAL COMO INSTRUMENTO
DE POLÍTICA PÚBLICA NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, na linha de pesquisa de Estratégias e Desenvolvimento Sustentável, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento.

Aprovada por:



Prof. Dr. Alexandre Louis de Almeida D'Avignon (Orientador)



Prof.^a. Dr.^a. Ana Celia de Castro – PPE/UF RJ



Prof. Dr. Paulo Pereira de Gusmão – PPGG/UF RJ



Prof. Dr. Marcos Aurélio Vasconcelos Freitas – PPE/UF RJ

Rio de Janeiro/RJ

2018

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço àqueles que sempre apoiaram minha trajetória de estudos e pesquisa, me incentivaram a importância da dedicação, da criatividade, da sensibilidade e como aproveitar a caminhada mesmo sem saber de seu final. Aos meus pais Ricardo e Irma, e minha irmã Clarissa, sem os quais não teria todas as oportunidades que a vida me concedeu, assim como a serenidade e sabedoria para aproveitá-las.

Em especial, ao Prof. Alexandre d'Avignon, pela orientação, por me levar a debates e ideias que ficarão marcados na minha trajetória. Pela dedicação, cuidado e pelas valiosas contribuições, tanto para meu desenvolvimento acadêmico quanto pessoal. Agradeço a paciência na construção deste trabalho, por incentivar minhas ideias e criatividade, e por me ensinar o quanto a pesquisa e o debate podem acender novos e importantes olhares sobre o mundo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pela concessão de bolsas durante parte do período de realização deste curso de mestrado.

Aos membros da Banca Examinadora desta pesquisa, ao professor Carlos Eduardo Young, pelo auxílio, orientações e encaminhamentos iniciais no Programa enquanto Coordenador de linha de pesquisa, pelos ensinamentos que vão além de suas disciplinas e pela dedicação com seus alunos, além das importantes contribuições na qualificação do projeto de pesquisa desta dissertação. Ao professor Paulo P. Gusmão pelas valiosas contribuições para esta pesquisa, pelo interesse e dedicação postos na qualificação do projeto de pesquisa apresentado, me incentivando a prosseguir na pesquisa com maior clareza e confiança. Ao professor Marcos Freitas, pela prontidão em participar da Banca, pelo interesse na temática apresentada e pela disponibilidade.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento, pelos valiosos ensinamentos, debates e conversas informais, os quais me permitiram intensa evolução ao longo destes dois anos de formação, e aos funcionários do Instituto de Economia, os verdadeiros pilares que possibilitam um ambiente de aprendizado e de formação acadêmica.

Aos colegas e amigos do Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento, sem os quais esses dois anos não seriam tão ricos em troca de experiências, vivências de vida, debates dentro e fora de sala, comemorações e troca de angústias acadêmicas. Pela constante prontidão e energia gastos com produtivas discussões, e

pela formação desta grande rede de apoio incessante, conversa, debates e mobilização que se encontra no corpo discente do PPED.

Por fim, àqueles que diariamente compartilham todas as etapas de aprendizado, Thais e Suellen (pelos incontáveis momentos), Franco (pelo companheirismo e paciência), Carolina e Natália (pela companhia e pelas conversas desde a minha infância). Em especial àquelas que me acompanham desde a infância, e acompanharam de perto todo o processo ao longo destes dois anos, viram a evolução da pesquisa, minhas angústias e conquistas, compondo uma amizade pura e singela: Beatriz, Isis, Lara e Paula. Vocês foram essenciais em toda a minha formação. Sem vocês esses últimos dois anos de noites em claro, aprendizados, comemorações e trocas de experiência não seriam tão repletos de conquistas.

RESUMO

FREITAS, Camila Rizzini. **Análise da vulnerabilidade às mudanças climáticas associada à mobilidade populacional como instrumento de política pública na cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2018. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento – PPED), Instituto de Economia – IE, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2018.

Esta pesquisa teve como objetivo verificar como a vulnerabilidade às mudanças climáticas e a mobilidade populacional se relacionam e são distribuídas espacialmente na cidade do Rio de Janeiro. Diante da percepção de alteração nos sistemas naturais advindos dos efeitos da degradação ambiental, as cidades comportam complexos sistemas urbanos, que geram alta vulnerabilidade aos efeitos das mudanças climáticas na população urbana. Ademais, a evolução da disponibilidade de dados censitários permitiu que estudos mais recentes destacassem a necessidade de inclusão de condições vivenciadas no cotidiano para as análises de vulnerabilidade relacionadas à ocupação do espaço, como a mobilidade populacional. Nesse sentido, a ocupação histórica de áreas de risco da cidade do Rio de Janeiro expõe a população a riscos consideráveis relacionadas à mudança do clima. O aporte teórico-metodológico desta pesquisa relaciona a mobilidade e a vulnerabilidade por meio de processos inerentes à formação da ocupação do espaço urbano, como a especulação imobiliária, a evolução dos meios de transporte e o acesso a funções urbanas. A cidade do Rio de Janeiro está entre as metrópoles que englobam as duas maiores aglomerações urbanas brasileiras e abrigam as localidades mais vulneráveis aos efeitos das mudanças climáticas. Além disso, a cidade também detém um dos piores indicadores de tempo de deslocamento diário da população nos limites municipais, no Brasil, agravado pela predominância do transporte rodoviário usado para este fim. Por meio de Análise Fatorial e de técnicas de geoprocessamento, criou-se e espacializou-se um Índice de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas com as dimensões socioeconômica, ambiental, de infraestrutura e deslocamento. Verificou-se como os processos históricos indutores da segregação socioespacial são refletidos até os dias atuais, por meio dos níveis de vulnerabilidade da população. Nos resultados desta pesquisa destaca-se a necessidade de integração de políticas urbanas e medidas adaptativas, principalmente com relação às políticas de habitação e transporte, que, além de vantajosas, se revelam extremamente importantes para aumentar a capacidade de adaptação local da população urbana às mudanças climáticas.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas; Vulnerabilidade; Mobilidade Populacional; Áreas Urbanas.

ABSTRACT

FREITAS, Camila Rizzini. **Análise da vulnerabilidade às mudanças climáticas associada à mobilidade populacional como instrumento de política pública na cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2018. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento – PPED), Instituto de Economia – IE, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2018.

This research aimed to verify how vulnerability to climate change and population mobility are related and spatially distributed in the city of Rio de Janeiro. Faced with the perception of natural systems' alterations, due to the effects of environmental degradation, cities have complex urban systems, which generate high levels of vulnerability to climate change's impacts on the urban population. In addition, the increase of census data's availability allowed more recent studies to highlight the need to include daily life's conditions in vulnerability analysis related to the space's occupation, such as population mobility. In this sense, the historical occupation of areas of risk in the city of Rio de Janeiro exposes the population to considerable risks related to climate change. The theoretical-methodological contribution of this research relates mobility and vulnerability through processes inherent in the formation of urban space occupation, such as property speculation, transport line's evolution and access to urban functions. The city of Rio de Janeiro is among the metropolises that encompass the two largest Brazilian urban agglomerations and accommodate the most vulnerable locations, taking into account the effects of climate change. In addition, the city also has one of the worst indicators of daily commuting time of the population in municipal boundaries, considering Brazil, aggravated by the predominance of road transport. Making use of Factorial Analysis and geoprocessing techniques, a Vulnerability Index to Climate Change was created and spatialized considering the socioeconomic, environmental, infrastructure and displacement dimensions. It was verified how the historical processes inducing socio-spatial segregation resonate in the present day, through the population's levels of vulnerability. The results of this research highlight the need to integrate urban policies and adaptive measures, especially when it comes to housing and transportation policies, which are not only advantageous but also extremely important to increase the local adaptation capacity of the urban population to work on climate change.

Key-words: *Climate Change; Vulnerability; Population Mobility; Urban Areas.*

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

APAs	Áreas de Proteção Ambiental
AR4	<i>Fourth Assessment Report: Climate Change 2007</i>
AR5	<i>Fifth Assessment Report</i>
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
FIRJAN	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
GEE	Gases de Efeito Estufa
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INDCs	<i>Intended Nationally Determined Contributions</i>
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
IVMC	Índice de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas
NDCs	<i>Nationally Determined Contributions</i>
OMM	Organização Meteorológica Mundial
PDE	Plano Decenal de Energia
PDUI	Planos de Desenvolvimento Urbano Integrado
Plano ABC	Plano de Agricultura de Baixo Carbono
PMBC	Plano de Mineração de Baixa Emissão de Carbono
PNA	Plano Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas
PNMC	Políticas Nacional de Mudanças Climáticas
PNPDEC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PPA	Plano Plurianual
PPCDAM	Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal
PPCerrado	Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento no Cerrado
PSTM	Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação da Mudança do Clima
RBJA	Rede Brasileira de Justiça Ambiental

RFCs	<i>Reasons for concern</i>
RM	Região Metropolitana
RMRJ	Região Metropolitana do Rio de Janeiro
SIRENE	Sistema de Registro Nacional de Emissões
TAR	<i>Third Assessment Report</i>
TOPODATA	Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil
UCs	Unidades de Conservação
UNISDR	Agência das Nações Unidas para Redução de Riscos de Desastres
ZEIS	Zonas especiais de interesse social

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - População rural e urbana mundial, 1950 - 2050.....	26
Figura 2 - Comparação dos níveis de emissão global em 2025 e 2030 gerados pela implementação das INDCs e outros cenários	30
Figura 3 - Nível de urbanização dos países x Emissões de GEE per capita (CO ₂ e) - 2005....	33
Figura 4 - Mudança na média da temperatura média global (°C).....	36
Figura 5 - CO ₂ Equivalente GWP 1995 (Gg) por setores - 1990 a 2010	50
Figura 6 - Comparação da participação dos GEE por setor (CO ₂ e) entre 1990 e 2010	51
Figura 7 - Participação das Fontes de Energia Renováveis e Não-Renováveis na oferta interna de energia - 1970 a 2016.....	52
Figura 8 - Pessoas de 10 anos ou mais de idade, ocupadas na semana de referência, que trabalhavam fora do município de residência - 2010.....	100
Figura 9 - Deslocamento pendular para o trabalho segundo o Censo Demográfico de 2010 - Mais de 1 hora	107
Figura 10 - Tempo habitual de deslocamento do domicílio para o trabalho principal por Regiões (porcentagem da população).....	108
Figura 11 - Deslocamento pendular para trabalho segundo o Censo Demográfico de 2010: RMSP, RMRJ, RMBH, RMRe.....	110
Figura 12 - Diagrama das relações entre os riscos de eventos extremos, mobilidade intraurbana e vulnerabilidade	112
Figura 13 - Roteiro metodológico da pesquisa	119
Figura 14 - Mapa de localização do município do Rio de Janeiro - RJ	124
Figura 15 - Áreas de risco ambiental nas áreas de ponderação do município do Rio de Janeiro	133
Figura 16 - Setores vulneráveis em infraestrutura nas áreas de ponderação do município do Rio de Janeiro	135
Figura 17 - Índice de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas	136
Figura 18 - Expansão das favelas no Rio de Janeiro em 1942 e em 1960	143
Figura 19 - Índice de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas	149
Figura 20 - Comparação entre as dimensões de vulnerabilidade socioeconômica, ambiental e de infraestrutura	151
Figura 21 - Porcentagens de pessoas que demoram mais de 1h no deslocamento casa-trabalho no município do Rio de Janeiro	153

Figura 22- Linhas de transporte alternativo ao rodoviário no município do Rio de Janeiro em comparação aos níveis de vulnerabilidade - 2017	155
Figura 23 – Comparação entre o Índice de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas - IVMC e a sobreposição espacial entre o deslocamento e o IVMC no município do Rio de Janeiro	157

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Níveis de emissão global agregada com a implementação das INDCs	29
Tabela 2- Pessoas residentes em domicílios particulares que frequentavam escola ou creche, por local da escola ou creche que frequentavam, segundo a situação do domicílio - Brasil - 2010.....	99
Tabela 3 - Pessoas de 10 anos ou mais de idade, residentes em domicílios particulares, ocupadas na semana de referência, por local de exercício do trabalho principal, segundo a situação do domicílio- Brasil - 2010.....	99
Tabela 4 - Tempo habitual de deslocamento do domicílio para o trabalho principal, segundo a situação do domicílio.....	106
Tabela 5 - Evolução do tempo médio de deslocamento casa – trabalho - casa em regiões metropolitanas brasileiras e população ocupada afetada	109
Tabela 6 - Testes de KMO e de Esfericidade de Bartlett	129
Tabela 7 - Variância total explicada.....	130
Tabela 8 - Matriz de componente rotativa	130
Tabela 9 - Movimento médio diário de passageiros, segundo os transportes rodoviário, ferroviário e hidroviário no município do Rio de Janeiro em 2016	156
Tabela 10 - Resultados da inclusão da variável de mobilidade populacional no IVMC	183

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Instrumentos previstos pela Política Nacional de Mudanças Climáticas - PNMC	48
Quadro 2 - Iniciativas estaduais de adaptação às mudanças climáticas.....	55
Quadro 3 - Cinco razões integradas para preocupação (IPCC, 2014)	73
Quadro 4 - Áreas urbanas: Riscos climáticos no presente, médio e longo prazo	75
Quadro 5 - Áreas urbanas: Riscos climáticos no presente, médio e longo prazo (Continuação)	76
Quadro 6 - Áreas urbanas: Riscos climáticos no presente, médio e longo prazo (Continuação)	77
Quadro 7 - Caracterização demográfica e de riscos urbanos dos municípios brasileiros no contexto das mudanças climáticas – Agrupados por tamanho	80
Quadro 8- Variáveis selecionadas para a composição do IVMC.....	121
Quadro 9 - Áreas de ponderação com vulnerabilidade alta ou baixa.....	149
Quadro 10 - Áreas de Ponderação por nível de vulnerabilidade após a inserção da variável de mobilidade	157
Quadro 11 - Projetos recentes de mobilidade urbana na cidade do Rio de Janeiro	164

SUMÁRIO

1. Introdução	16
2. Mudanças climáticas no contexto urbano	25
2.1. Urbanização e mudanças climáticas: Algumas considerações.....	31
2.1.1. Evidências sobre os impactos locais de um fenômeno global	35
2.1.2. O processo de urbanização brasileiro e a mudança do clima.....	38
2.2. Mitigação, adaptação e vulnerabilidade: O papel das políticas públicas de clima....	42
2.2.1. Mitigação e adaptação.....	43
2.2.2. As políticas públicas de mudanças climáticas no Brasil.....	47
2.2.2.1. Política Nacional de Mudanças Climáticas: do Decreto nº 7.390/10 à NDC brasileira	49
2.2.2.2. Políticas subnacionais de mudanças climáticas	54
2.2.2.3. Adaptação e política urbana: Oportunidades das políticas públicas de clima para as cidades	59
3. A evolução do conceito de vulnerabilidade	66
3.1. Riscos e Perigos.....	67
3.1.1. Percepção de riscos	69
3.1.2. Incerteza.....	70
3.1.3. Riscos das mudanças climáticas	72
3.2. A interdisciplinaridade no conceito vulnerabilidade frente às Mudanças climáticas	81
3.2.1. As dimensões da vulnerabilidade frente às Mudanças climáticas	81
3.2.2. Desigualdade e vulnerabilidade: o conceito de justiça ambiental.....	85
3.2.3. Técnicas de medida da vulnerabilidade	88
4. A inclusão da mobilidade populacional na identificação da vulnerabilidade	92
4.1. Mobilidade ou migração?.....	94
4.2. Mobilidade urbana brasileira e vulnerabilidade	97
4.3. Mobilidade e vulnerabilidade no espaço urbano	101
4.3.1. Mobilidade enquanto capacidade adaptativa	101
4.3.2. A dupla natureza da relação mobilidade-vulnerabilidade.....	104

5. Mobilidade populacional e vulnerabilidade às mudanças climáticas na cidade do Rio de Janeiro.....	116
5.1. Metodologia.....	116
5.2. Roteiro Metodológico.....	118
5.3. Recorte Geográfico e Unidade de Análise	122
5.4. A Construção do IVMC	125
5.4.1. Dimensão socioeconômica.....	126
5.4.2. Dimensão Ambiental.....	131
5.4.3. Dimensão de Infraestrutura	134
5.5. O IVMC e o deslocamento na cidade do Rio de Janeiro.....	136
5.5.1. Breve histórico da evolução urbana do Rio de Janeiro	137
5.5.2. Mobilidade populacional e Vulnerabilidade às mudanças climáticas na cidade do Rio de Janeiro	146
5.5.3. O papel do Estado na relação entre a mobilidade populacional e a vulnerabilidade	161
6. Considerações Finais	167
7. Referências Bibliográficas.....	174
8. Anexos.....	183
Anexo A	183

1. Introdução

A formação e a expansão das áreas urbanas ao redor do mundo representaram e representam, até hoje, profundas transformações no espaço físico das cidades e nas dinâmicas populacionais. Em meados da década de 1960, os impactos oriundos principalmente de processos associados à expansão da urbanização sobre o meio ambiente começam a ganhar corpo nos debates acerca da busca pela minimização da degradação ambiental (ACSELRAD, 2015; RIBEIRO, 2008; SATTERTHWAITTE, 2008, 2009). Nas décadas que se sucederam, surgem os primeiros esforços globais para combater os problemas ambientais gerados pela degradação histórica em diversas partes do mundo. É principalmente a partir da diminuição da incerteza acerca das evidências climáticas e seus impactos sobre os sistemas naturais e humanos (KLUG; MARENGO; LUEDEMANN, 2016) que diversos países começaram a elaborar diretrizes, estratégias e políticas para a implementação das medidas mitigativas de Gases de Efeito Estufa – GEE e de medidas adaptativas aos impactos das mudanças climáticas (BARBIERI; VIANA, 2013; ICLEI; FBPN, 2015; OJIMA; MARANDOLA JR., 2010). Não obstante, a trajetória dos acordos internacionais é marcada pela complexidade e a falta de coordenação dos países envolvidos, tanto na definição das metas de mitigação e na criação de mecanismos que auxiliem seu alcance, como na disseminação das ações de adaptação (MARTINS; FERREIRA, 2012).

O Acordo de Paris, em vigor desde 2016, apresenta mudanças com relação ao Protocolo de Quioto principalmente com relação às estratégias de mitigação para que a meta de incremento de 1,5° à 2° de temperatura global, não seja ultrapassada. O Acordo extingue as metas quantitativas individuais obrigatórias para os países signatários de redução das emissões de GEE, assim como não impõe metas apenas para países industrializados. É prevista, no lugar das metas obrigatórias, a definição de metas e/ou políticas, programas e ações domésticas autodeterminadas, chamadas de *Nationally Determined Contributions* – NDCs (ou “contribuições nacionalmente determinadas”), que devem ser reportadas à ONU (BRASIL, 2015; UNFCCC, 2016b).

Surge, a partir de então, uma nova fase para o enfrentamento das mudanças climáticas. Nesta nova etapa as cidades assumem relevante papel para o atingimento dos objetivos do Acordo de Paris. Em primeiro lugar, parte das cidades são responsáveis por exercer pressões sobre os demais ecossistemas, principalmente na demanda por insumos para produção e recursos para o consumo (SATTERTHWAITTE, 2009), o que resulta na degradação ambiental

não apenas dentro de seus limites, mas também são responsáveis indiretamente pelas emissões de GEE das regiões que produzem ou geram insumos para as áreas urbanas. Além de abranger mais da metade da população mundial (UNITED NATIONS, 2015), as áreas urbanas correspondem a importantes polos dotados de infraestrutura e conhecimento necessário para a implementação de políticas, ações e programas de enfrentamento da mudança do clima. Ao mesmo passo, as cidades também são vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas e devem desenvolver políticas de adaptação para suas populações (AR5-IPCC, 2014; MARTINS; FERREIRA, 2010; WORLD BANK, 2010; PBMC, 2016). Um importante instrumento para o desenvolvimento de políticas adaptativas corresponde aos mapeamentos de vulnerabilidade às mudanças climáticas, enquanto importante diagnóstico para identificar as áreas mais vulneráveis e as menos vulneráveis e, a partir deste ponto, construir políticas e programas focalizados nas necessidades de cada localidade (OJIMA & MANDAROLA JR, 2010; SPERANZA & RESENDE, 2015; ICLEI; FBPN, 2015). Cabe lembrar que os riscos das mudanças climáticas são diversos, e cada cidade, assim como cada localidade, pode ser vulnerável a determinado risco.

A vulnerabilidade de determinada região às mudanças no clima é relacionada aos mecanismos pelos quais a mudança climática global está afetando ou poderá afetar a saúde das populações humanas (CONFALONIERI, 2008). De forma geral, o Grupo II do Quarto Relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC AR4) identificou três principais mecanismos, a saber: Influências diretas dos fatores físicos do clima sobre a fisiologia e a integridade do corpo humano; Transformações ambientais induzidas pelo clima, afetando determinantes da saúde humana, e; Efeitos indiretos provenientes de rupturas sociais geralmente determinadas por desastres climáticos (CONFALONIERI; MARINHO; BARATA, 2011).

O relatório AR4 do IPCC projetou, ainda, estes efeitos advindos das alterações resultantes das mudanças climáticas na saúde humana. Os principais efeitos identificados correspondem a: alterações na distribuição espacial e intensidade da transmissão de doenças infecciosas endêmicas, especialmente aquelas transmitidas por vetores; aumento do risco de diarreia, especialmente em crianças, em função da piora no acesso a água de boa qualidade; agravamento do estado nutricional de crianças, principalmente em áreas já afetadas por insegurança alimentar; aumento no risco de doenças cardiorrespiratórias por causa do aumento na concentração de poluentes da troposfera, e aumento no risco de agravos em grupos populacionais considerados como mais vulneráveis, tais como: crianças; idosos;

populações indígenas e comunidades tradicionais; comunidades pobres de zonas urbanas; populações costeiras e populações que dependem diretamente dos recursos naturais afetados pela variação climática (CONFALONIERI, 2008).

No Brasil, especificamente, se identificaram sete doenças infecciosas sensíveis às mudanças climáticas, a saber: malária, febre da dengue, leishmanioses tegumentar e visceral, cólera, leptospirose e síndrome da hantavirose pulmonar. Além disso, as regiões urbanas são especialmente vulneráveis a riscos como: deslizamentos de encostas habitadas, durante episódios de chuvas fortes; risco de epidemias de leptospirose, em áreas alagáveis mal servidas por coletas de lixo, durante inundações, e exposição a poluentes atmosféricos (CONFALONIERI, 2008; CONFALONIERI; MARINHO; BARATA, 2011). É possível destacar que tais riscos são agravados nas regiões mais marginalizadas. Diante dos riscos apontados, a cidade do Rio de Janeiro é historicamente reconhecida pelos impactos de chuvas fortes e de inundações sobre a saúde humana, aumentando, inclusive, os números de morbidade e mortalidade no município, como resultado, entre outros fatores, de uma precária infraestrutura de saneamento e do uso inadequado do solo urbano.

No Rio de Janeiro é esperado principalmente o agravamento de situações-problema já existentes, podendo assim, aumentar sua intensidade por meio do aumento de frequência da ocorrência ou do número de pessoas afetadas, entre outros. Os efeitos da mudança do clima também podem afetar a gravidade destas situações, sua duração ou alterar a sua distribuição geográfica. Para a cidade do Rio de Janeiro, foram identificadas como principais impactos da mudança do clima na saúde das epidemias de leptospirose e dengue, os acidentes e estresse pós-traumático por eventos climáticos extremos (como as tempestades, deslizamentos e inundações), o aumento na demanda sobre serviços de saúde, determinadas por migrantes, assim como possível aumento de distúrbios respiratórios pela maior concentração de poluentes atmosféricos (CONFALONIERI; MARINHO; BARATA, 2011).

Estatísticas da Secretaria Municipal de Saúde e Defesa Civil do Rio de Janeiro mostram que ocorreram, no município, duas grandes epidemias que deixaram um alto número de casos e de óbito. Em 1988 foram registrados 536 casos e em 1996 foram registrados 1790 casos e 49 óbitos. A epidemia de 1996 se concentrou principalmente na Baixada de Jacarepaguá, sendo considerada “uma das maiores epidemias já registradas no mundo, com quase 2 mil casos ocorridos em um período de menos de três meses” (CONFALONIERI; MARINHO; BARATA, 2011). Estes dados mostram que as metrópoles, principalmente aquelas localizadas nos países em desenvolvimento, ao passo que apresentam fatores

associados ao desenvolvimento, tais como o nível de acesso a serviços públicos, ainda possuem diversas complexidades no que tange as vulnerabilidades de sua população.

Ademais, o Município do Rio de Janeiro sofre todos os anos com eventos relacionados a deslizamentos e enchentes. A ocupação histórica de áreas de risco proporciona um ambiente propenso a tragédias relacionadas à mudança do clima. Por estar localizada em região costeira, a cidade do Rio de Janeiro é vulnerável, também, à elevação do nível do mar e à ocorrência de eventos extremos tais como ventos intensos, ondas de tempestade e chuvas torrenciais. A ocupação da cidade em meio a cenários de encostas e de planícies torna parte da população extremamente vulnerável à ocorrência destes eventos (EGLER; GUSMÃO, 2011, p. 24; FARAH, 2003; SILVA; PIMENTEL; FREITAS, 2000; DEREZYNSKI *et al.*, 2011). Dados do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro (RT-03: Vulnerabilidades a Eventos Críticos) mostram que dentre os municípios do Estado do Rio de Janeiro, Angra dos Reis; Teresópolis, Petrópolis, Nova Friburgo e Rio de Janeiro possuem criticidade altíssima com relação à ocorrência de escorregamentos ou deslizamentos. Nos anos mais recentes, desastres trágicos marcaram algumas regiões no Estado, como os deslizamentos de janeiro de 2011 em Nova Friburgo, assim como os deslizamentos ocorridos em abril de 2010 no morro do Bumba e em outras localidades de Niterói pelas chuvas torrenciais ocorridas, resultando em 176 mortes. As mesmas chuvas atingiram a cidade do Rio de Janeiro, resultando em 57 mortes em abril de 2010 (FUNDAÇÃO COPPETEC, 2014).

Diante dos dados alarmantes sobre a ocorrência de eventos extremos nos últimos anos, diversos estudos revelam os impactos da mudança do clima na saúde, sociedade, economia, infraestrutura e ecológico. Além dos riscos e perigos associados às mudanças climáticas presentes na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, já identificados em estudos e relatórios técnicos anteriores, a dinâmica da população que vive nesta região pode impactar o grau de vulnerabilidade dos indivíduos à mudança do clima. Em 2014 a equipe técnica da Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ apresentou uma metodologia que sintetiza, em uma única medida, aspectos socioambientais e de saúde humana sensíveis às variações climáticas, associados aos cenários futuros de mudança global do clima identificados por meio de instâncias especializadas nacionais e internacionais¹. Através de indicadores de diversas categorias, a equipe desenvolveu o Índice de Vulnerabilidade Municipal (IVM), além de aplica-lo à população dos municípios do Estado do Rio de Janeiro.

¹ Referência à publicação: “Mapa da Vulnerabilidade da População dos Municípios do Estado do Rio de Janeiro frente às Mudanças Climáticas”, publicada em 2014 pela FIOCRUZ por solicitação da Secretaria de Estado e Ambiente do Estado do Rio de Janeiro (SEA/RJ).

Cada vez mais emergem estudos neste campo de conhecimento, os quais buscam contemplar todas as variáveis necessárias para uma boa aproximação com a realidade da mudança do clima. Uma categoria que vem sendo discutida na literatura de vulnerabilidade corresponde à mobilidade populacional. Segundo Barbieri (2011, p. 99), a vulnerabilidade que se associa à mobilidade populacional nos permite compreender porque determinadas formas de mobilidade se estabelecem em determinadas localidades, podendo representar um mecanismo de adaptação das populações mais pobres ou vulneráveis. A dimensão espacial na análise da vulnerabilidade também é destacada nas pesquisas de Marandola Jr. e Hogan (2006) e Barbieri (2013). Segundo estes autores, o aspecto espacial influencia o acesso da população aos bens e serviços, de forma que este acesso (ou melhor, a falta dele) pode exacerbar situações já existentes de vulnerabilidade. No caso das grandes cidades, a inclusão da variável de mobilidade populacional na análise se torna um fator essencial para estudos de vulnerabilidade, na medida em que as relações entre mobilidade populacional e vulnerabilidade são afetadas por aspectos associados à segregação socioespacial, fenômeno este gerado, entre outros fatores, pela ocupação histórica urbana brasileira, desencadeando importantes e singulares características que permeiam a relação entre a população urbana e o meio ambiente.

No caso específico da cidade do Rio de Janeiro, a mobilidade populacional, ou melhor, a imobilidade, pode representar mais um fator que reforça a vulnerabilidade (SILVA, 2009; BARBIERI, 2011; 2013; CUNHA, 2011a; OJIMA; HOGAN, 2008), de forma que a identificação de sua relação com a problemática das mudanças climáticas pode fornecer aos formuladores de políticas públicas melhor precisão na identificação do grau de vulnerabilidade de determinada região, de forma que as melhores estratégias de enfrentamento à mudança do clima sejam adotadas.

O caso do Município do Rio de Janeiro é emblemático sob o ponto de vista do deslocamento. Segundo Fontes *et al.* (2013), em estudo sobre a “Mobilidade Urbana e Mercado de Trabalho no Rio de Janeiro”, dos 16,46 milhões de habitantes do Estado do Rio, 12 milhões (ou 74%) residem na Região Metropolitana (RMRJ). Dentre estes, 62% dos que possuem idade entre 15 e 70 anos trabalham na cidade do Rio de Janeiro, o que revela o grande fluxo de pessoas entre os municípios periféricos da Região Metropolitana e o centro da cidade do Rio de Janeiro. Além disso, nos limites intramunicipais, a maior parte dos residentes da cidade se encontram na Zona Norte da cidade (39,1%) e na Zona Oeste (26,4%). De forma isolada, os bairros com maior contingente populacional são Jacarepaguá, com 6,4% da população total, Campo Grande, com 5,2% e Bangu, com 3,7%. Paralelamente, bairros da

Zona Sul, como Leme, Laranjeiras e Urca abrangem menos de 1% da população total da cidade do Rio de Janeiro (FONTES *et al.*, 2013).

Diante da preocupação com os impactos da mudança do clima nas cidades, assim como a relevância da mobilidade populacional na dinâmica urbana mais recente, emerge a importância de investigar as relações entre a mobilidade populacional e a vulnerabilidade às mudanças climáticas na cidade do Rio de Janeiro. A partir de uma abordagem dedutiva para a operacionalização dos conceitos de vulnerabilidade e mobilidade populacional, assim como as suas relações, a presente pesquisa seguiu uma série de etapas metodológicas a fim de verificar como a variável de mobilidade populacional se relaciona com a vulnerabilidade às mudanças climáticas em áreas urbanas. Dentre as técnicas de análise de dados utilizadas destacam-se a construção dos indicadores socioeconômicos por meio de Análise Fatorial, e a construção dos indicadores de infraestrutura e ambientais por meio da construção de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) e a técnica de sobreposição espacial para análise das relações entre a mobilidade populacional e a vulnerabilidade.

Na fase de coleta de dados, foram levantados dados secundários de diversas bases de dados, de forma a construir um indicador sintético de vulnerabilidade às mudanças climáticas, nomeado Índice de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas. Foram coletados dados do Censo Demográfico de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística – IBGE, do portal Data.Rio da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro e do Banco de Dados Geomorfológicos do Brasil, banco de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – TOPODATA/INPE. Para verificar os diferentes graus de vulnerabilidade e os padrões de deslocamento no âmbito do município do Rio de Janeiro, as unidades de análise correspondem às áreas de ponderação do município, definidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE no Censo Demográfico de 2010. O nível de desagregação intramunicipal mantendo a confiabilidade dos dados expandidos ao universo torna a utilização das áreas de ponderação enquanto unidade de análise vantajosa para a presente pesquisa. A área de ponderação é composta por um conjunto de Setores Censitários do IBGE, da mesma forma que cada Setor corresponde a apenas uma área de ponderação.

A presente pesquisa está dividida em quatro capítulos, além desta introdução. O primeiro capítulo apresenta os impactos da mudança do clima no contexto urbano, relacionando o processo de urbanização com a vulnerabilidade da população a estes problemas. Além disso, apresenta e discute a mobilização da comunidade internacional na criação de acordos internacionais para lidar com a questão climática e seus desdobramentos para as políticas nacional e subnacionais brasileiras. Em destaque, as diferentes formas de

enfrentamento das mudanças climáticas nas cidades por meio das políticas públicas são discutidas, assim como é apresentado um breve panorama de tais políticas no caso brasileiro, a nível nacional, estadual e municipal. É ressaltada, também, importância da integração destas políticas com as demais políticas setoriais, principalmente no que tange as políticas urbanas, a partir do reconhecimento das políticas locais das áreas urbanas como importante componente para a estratégia de enfrentamento das mudanças climáticas.

No segundo capítulo são apresentados e analisados conceitos e definições acerca da vulnerabilidade às mudanças climáticas. A partir do reconhecimento da complexidade na definição e operacionalização do conceito de vulnerabilidade, recorre-se à literatura do tema para verificar suas divergentes facetas e aplicações. O conceito de vulnerabilidade corresponde a um conceito interdisciplinar, utilizado em áreas como as ciências sociais, ciências naturais, na geografia, entre outros campos de conhecimento diversos. Nesse sentido, o conceito de vulnerabilidade adotado pelo *Third Assessment Report – TAR (Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability)*, do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC*) reflete a ideia de que vulnerabilidade corresponde ao grau que determinado sistema é suscetível, na medida em que não é capaz de enfrentar os efeitos adversos das mudanças climáticas. Além de refletir a necessidade de representação do conceito por meio de aspectos sociais, econômicos, a conceituação apresentada pelo IPCC destaca os aspectos ligados às características naturais do lugar e ao ambiente construído pelo homem. É a partir deste conceito de vulnerabilidade que a presente pesquisa busca sua operacionalização.

No terceiro capítulo, analisa-se e discute-se a importância da componente da mobilidade populacional na dinâmica demográfica das últimas décadas, principalmente na forma dos deslocamentos diários da população e nas cidades com grande contingente populacional, como é o caso da cidade do Rio de Janeiro. Diante do peso que a mobilidade populacional tem exercido na dinâmica demográfica das cidades nas últimas décadas, o levantamento bibliográfico foi o ponto de partida para estabelecer os vínculos teóricos existentes entre a mobilidade e a vulnerabilidade às mudanças climáticas.

A partir das associações entre a mobilidade populacional e a vulnerabilidade discutidas no quarto capítulo, buscou-se identificar processos relacionados à formação histórica da ocupação da população urbana nas cidades. Dentre os processos discutidos, destacam-se a presença da especulação imobiliária gerando áreas de “vazios urbanos”; a segregação socioespacial da população existente até os dias de hoje como resultado de diversos fatores concomitantes; e, finalmente, a importância da mobilidade/imobilidade

populacional enquanto capacidade adaptativa da população aos riscos dos impactos das mudanças climáticas. Além disso, a singularidade do processo de ocupação de cada cidade se revela importante fator de análise para a contextualização dos resultados encontrados, na medida em que muitas das dinâmicas urbanas encontradas atualmente nas cidades provêm de seu processo histórico de urbanização e ocupação de forma singular.

O quarto e último capítulo apresenta a metodologia utilizada para alcançar o objetivo de verificar as relações entre a mobilidade populacional e a vulnerabilidade às mudanças climáticas na cidade do Rio de Janeiro, e discute os resultados encontrados. Em primeiro lugar, é apresentada a metodologia utilizada para a construção de um Índice de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas – IVMC, por meio de diversas etapas metodológicas de aferição das dimensões Socioeconômica, Ambiental e de Infraestrutura e para a análise de suas relações com dados de mobilidade populacional. Posteriormente, um breve histórico da formação da ocupação da cidade do Rio de Janeiro, e os principais pontos encontrados na literatura que refletem na dinâmica urbana da cidade até os dias de hoje são apresentados e discutidos. Esta breve análise visou contextualizar os resultados obtidos na pesquisa e trouxe importantes considerações para a discussão dos resultados. Finalmente, os resultados encontrados por meio da sobreposição espacial dos diversos indicadores analisados são discutidos para o caso da cidade do Rio de Janeiro. Dentre os resultados obtidos, destacam-se a presença da habitação informal em áreas de risco ambiental (principalmente no que tange os perigos relacionados à ocorrência de deslizamentos, escorregamentos e enchentes), porém, localizados em áreas centrais e com grande capacidade de deslocamento, e o grande contingente populacional habitando áreas com riscos menores de impactos físicos das mudanças climáticas, porém afastadas do mercado de trabalho, com pouca diversificação nos meios de transporte. Os resultados das áreas de ponderação por dimensão do Índice criado (Socioeconômica, Infraestrutura, Ambiental e, posteriormente, Deslocamento) revelam como cada área de ponderação está associada a cada tipo de vulnerabilidade. No Anexo A se encontra os valores do Índice de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas antes e após a inserção da variável de deslocamento, por áreas de ponderação, na cidade do Rio de Janeiro.

Por meio da espacialização dos resultados obtidos e da análise da formação da ocupação da cidade, na conclusão foi possível analisar as contradições existentes na cidade do Rio de Janeiro quando trata-se de vulnerabilidade às mudanças climáticas. A inserção da variável de mobilidade populacional permite verificar como uma das grandes componentes da dinâmica urbana da cidade se relaciona com os impactos locais da mudança do clima. Os resultados encontrados reforçam a formação do espaço urbano da cidade enquanto uma

relevante componente na construção das vulnerabilidades às mudanças climáticas. Nesse sentido, as remoções de habitações próximas ao centro, levando a população a ocupar locais cada vez mais afastados de seus postos de trabalho, assim como a carência de serviços de transporte, podem criar novas e importantes vulnerabilidades às mudanças climáticas.

Diante deste quadro, e dentro das limitações do estudo, foi possível discutir o papel do Estado nas dinâmicas existentes nas conexões entre a mobilidade e a vulnerabilidade. Nesse sentido, destacam-se, principalmente, a necessidade de diversificação dos meios de transporte, principalmente na zona mais a oeste da cidade, onde existem as localidades com maior contingente populacional e menor capacidade de deslocamento (com relação às regiões central, zona norte e zona sul); e a importância do desenvolvimento local de outras regiões que não o centro da cidade, por meio do desenvolvimento de funções urbanas, como o comércio, moradia, saneamento, e melhorias das condições de vida dessas localidades. Estes dois processos revelam a importância da integração entre as políticas urbanas e as medidas de adaptação às mudanças climáticas, podendo desencadear não apenas em melhorias nas condições de vida da população, mas também no aumento da capacidade local para lidar com o possível aumento de frequência de eventos extremos.

2. Mudanças climáticas no contexto urbano

Desde o seu papel como centro de civilização e comércio, as cidades e seus habitantes passaram por profundas transformações associadas à dinâmica da vida humana, até se tornarem, nos dias atuais, importantes polos econômico, cultural e político. Ao longo deste processo, fatores e acontecimentos ao redor do mundo marcaram não apenas a trajetória das cidades para a atualidade e seu estilo de vida urbano, como carregaram, em sua evolução, diversas implicações e novos desafios para a humanidade.

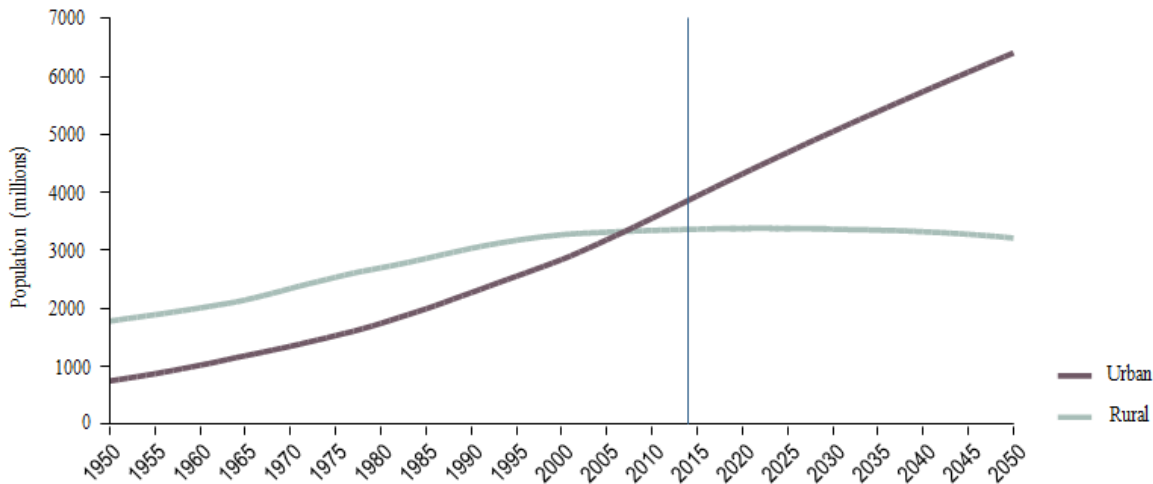
Uma parcela das profundas transformações das cidades ao longo do tempo, tanto em relação a seus aspectos econômicos, quanto políticos e culturais, é comumente associada ao período de crescimento e intensificação das indústrias (RIBEIRO, 2008). A expansão das indústrias ocorre na medida em que, a partir deste momento, além das funções atreladas à comercialização de produtos, as cidades passaram a expandir a produção de tais mercadorias. Consequentemente, o crescimento do número de indústrias nas cidades implicou na necessidade de infraestrutura que acompanhasse tal processo, como a criação de vias de circulação, conjuntos habitacionais para os trabalhadores, e o fornecimento de insumos necessários para viabilizar a produção (MOTTA; AJARA, 2001). Estas e outras mudanças ocorridas nas cidades alteraram não apenas as relações econômicas da sociedade, mas também as condições laborais e os hábitos da população.

As oportunidades que as cidades passaram a apresentar, não apenas para os comerciantes e industriais, mas também para os operários que buscavam melhores salários e melhor qualidade de vida, atraíram uma grande parcela da população para os centros industriais da época (VASCONCELOS; FELIX ; FERREIRA, 2007). A partir da década de 1950 ocorre não apenas um expressivo crescimento populacional mundial, mas também o aumento do volume populacional nas regiões urbanas em detrimento das regiões rurais, conforme apresentado na Figura 1. Segundo dados da Divisão das Nações Unidas para a População do Departamento dos Assuntos Econômicos e Sociais (DESA/ONU)², em 2008 a população urbana mundial ultrapassou a população rural pela primeira vez. Atualmente, 54 por cento da população mundial vive em áreas urbanas, enquanto as estimativas para 2050 aumentam este percentual para 66% da população mundial (UNITED NATIONS, 2015). Embora, nos anos mais recentes, seja observada uma redução no ritmo de crescimento da

² Referência ao relatório “*World Urbanization Prospects – 2014 revision*”, publicado em 2015. Disponível em: <https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf>. Acesso em 25/09/2017.

população mundial total, grande parte deste crescimento ainda é observado nas áreas urbanas. Além disso, parte do crescimento populacional urbano se concentrará nas cidades dos países em desenvolvimento, principalmente na região da Ásia e da África (OJIMA; MARANDOLA JR., 2013).

Figura 1 - População rural e urbana mundial, 1950 - 2050



FONTE: *World Urbanization Prospects – 2014 Revision*, UN (2014).

Os processos resultantes da industrialização impactaram e transformaram a sociedade em diversos aspectos na vida urbana (BECK, 2011; RIBEIRO, 2008). Dentre estes processos, os benefícios das áreas mais urbanizadas e da modernização como um todo destas regiões atraiu grande parte dos migrantes deste período, resultando no adensamento populacional nas cidades e na profunda transformação do espaço pelo homem. Os novos padrões de edificação comercial e residencial, transporte, fornecimento de energia, entre outros aspectos, buscaram alcançar as demandas das cidades (SATTERTHWAITE, 2008, 2009). Além das mudanças no espaço, a inclusão da tecnologia representou uma grande e profunda mudança na sociedade. A mudança de paradigma gerada pela inclusão e evolução da tecnologia acaba por afetar não apenas o campo econômico e em termos de produtividade, mas também os hábitos cotidianos e o estilo de vida desejado pela sociedade, assim como suas interrelações (BECK, 2011; GIDDENS, 2009). Esse processo de transformação caracteriza a trajetória e as configurações das cidades até os dias atuais.

As expectativas relacionadas à modernização da sociedade e à resolução dos principais problemas da época, assim como a rapidez sob a qual o processo de urbanização se sucedeu, principalmente nos países em desenvolvimento, tornaram as implicações e consequências geradas pelo processo de urbanização questões as quais ficariam em segundo plano na agenda

pública da época (ALBUQUERQUE, 2012). Nesse sentido, as transformações que a urbanização gerou no meio ambiente, em parte por não serem percebidas no curto prazo, não ganhou importância entre os tomadores de decisão nas primeiras décadas de modernização que a sociedade experimentou.

É somente em meados da década de 1960, que o aumento das pressões causadas principalmente pelos centros urbanos ao redor do mundo ganhou corpo nas discussões acerca da busca pela minimização da degradação ambiental. A partir da década de 1970, no período que antecede às primeiras convenções globais pelo meio ambiente, diversos estudos, motivados principalmente pelo movimento ambientalista, começam a apontar as relações entre o processo de urbanização e os problemas ambientais (ACSELRAD, 2015; BARBIERI; VIANA, 2013; RIBEIRO, 2008; SATTERTHWAITTE, 2008; 2009). Neste período o movimento ambientalista começa a ganhar visibilidade ao redor do mundo, de forma que o debate acerca dos impactos da ação do homem sobre o clima ganha espaço na agenda internacional.

Paralelamente, e em parte devido ao aumento de visibilidade internacional acerca da importância da preservação ambiental e do uso sustentável dos recursos naturais, ocorre a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, realizada em Estocolmo no ano de 1972, considerada o primeiro marco dos debates ambientais iniciados neste período (ACSELRAD, 2015; BARBIERI; VIANA, 2013). A preocupação com as gerações futuras diante da trajetória de degradação do meio ambiente de forma a atender as necessidades presentes é um dos principais pontos de conscientização da população abordados na Conferência.

A poluição atmosférica é um dos problemas apontados no meio científico com possibilidade de associação com a ocorrência de secas em locais incomuns, chuva ácida e inversão térmica, dando início a diversas iniciativas internacionais, incentivadas, principalmente, por meio da ONU. A relevância desta Conferência está na inauguração da agenda ambiental internacional, a qual representou o esforço mundial em sair do campo de debate, ainda que de forma bem incipiente, e colocar em prática os resultados que estavam sendo encontrados nos estudos e relatórios técnicos. Outro destaque da Conferência corresponde à diferenciação da questão ambiental entre países desenvolvidos e países que ainda iriam passar por este processo ou que estariam no meio de sua trajetória, decorrentes da histórica exploração de recursos naturais dos países desenvolvidos nos países em desenvolvimento (ALBUQUERQUE, 2012; BARBIERI; VIANA, 2013).

Alguns anos mais tarde, a realização da Rio-92³ é considerada um marco para a gestão ambiental, com destaque à crescente preocupação com as mudanças climáticas advindas dos GEE, resultando, posteriormente, no primeiro acordo internacional sobre mudanças climáticas: A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC, na sigla em inglês). A principal contribuição deste acordo corresponde ao estabelecimento do princípio de “responsabilidades comuns, porém diferenciadas” para países desenvolvidos (ou industrializados), por um lado, e para os países em desenvolvimento, por outro, o qual resgata o papel diferenciado de países que mais emitiram GEE ao longo da história para os demais países. A maior parte do carbono emitido na atmosfera terrestre foi emitida por nações industrializadas do Hemisfério Norte (ALBUQUERQUE, 2012; BARBIERI; VIANA, 2013). A adoção do Protocolo de Quioto, em 1997, representou o estabelecimento de metas de redução de emissões de GEE pelos países desenvolvidos e a criação de mecanismos para atingir seus objetivos. Os países industrializados que assinaram o acordo se comprometeram a reduzir suas emissões em 5,2% no período de 2008 a 2012, enquanto os países em desenvolvimento, através do entendimento de que não tem o nível de emissão historicamente alto como os países industrializados, puderam aderir ao acordo de forma voluntária, como o Brasil o fez em 2002.

Um novo passo foi dado na evolução dos acordos internacionais do clima com o Acordo de Paris, em vigor desde o dia 4 de novembro de 2016. O novo acordo global apresenta mudanças com relação à configuração do Protocolo de Quioto principalmente no que tange as estratégias para atingir o objetivo de não ultrapassar os limites de 1,5° a 2° acima dos níveis médios globais⁴. O acordo não impõe metas quantitativas individuais para os países signatários reduzirem suas emissões de GEE, assim como não impões metas apenas para países industrializados. É prevista a definição de metas e/ou políticas, programas e ações domésticas autodeterminadas, chamadas de *Nationally Determined Contributions* – NDCs (ou “contribuições nacionalmente determinadas”), que devem ser reportadas à ONU ainda na sua forma pretendida (*Intended Nationally Determined Contributions* – INDC). Até a data de abril de 2016, 190 países-parte da Convenção enviaram suas INDCs, o que representa 97% das

³ A Rio-92 corresponde à Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro no ano de 1992.

⁴ Os limites acordados são de 1,5° acima dos níveis pré-industriais à 2° acima dos níveis industriais de temperatura média global (UNFCCC, 2016b).

partes do Acordo de Paris. Além disso, as INDCs enviadas até esta data correspondem a 94,6% das emissões totais das Partes da Convenção⁵.

A Tabela 1 e a Figura 2 mostram os níveis de emissão agregadas segundo as INDCs reportadas pelas Partes do Acordo de Paris, o que nos fornece uma aproximação do impacto do Acordo na redução global de GEE, caso seja cumprido rigorosamente pelos países. O nível de emissões necessário para cumprir o objetivo de não ultrapassar os 2° de temperatura média global corresponde a um total de 40 giga toneladas em 2030. Entretanto, segundo as INDCs reportadas à comunidade internacional, o efeito agregado de redução das emissões dos países chegará a, no mínimo, 56,2 giga toneladas de CO₂ em 2030, ou seja, mesmo se as metas forem cumpridas rigorosamente, a redução de CO₂ não será suficiente em comparação ao que era esperado pela comunidade internacional.

Tabela 1 - Níveis de emissão global agregada com a implementação das INDCs

Nível de emissões agregadas* segundo as INDCs (Gt CO₂ eq/ano)	Nível de emissões desejadas pelo Acordo de Paris (Gt CO₂ eq/ano)	Prazo
55.0 (51.4 a 57.3)	-	2025
56.2 (52.0 a 59.3)	40.0	2030

FONTE: Elaboração própria (2016) a partir de dados do relatório “*Aggregate effect of the intended nationally determined contributions: an update*” (UNFCCC, 2016).

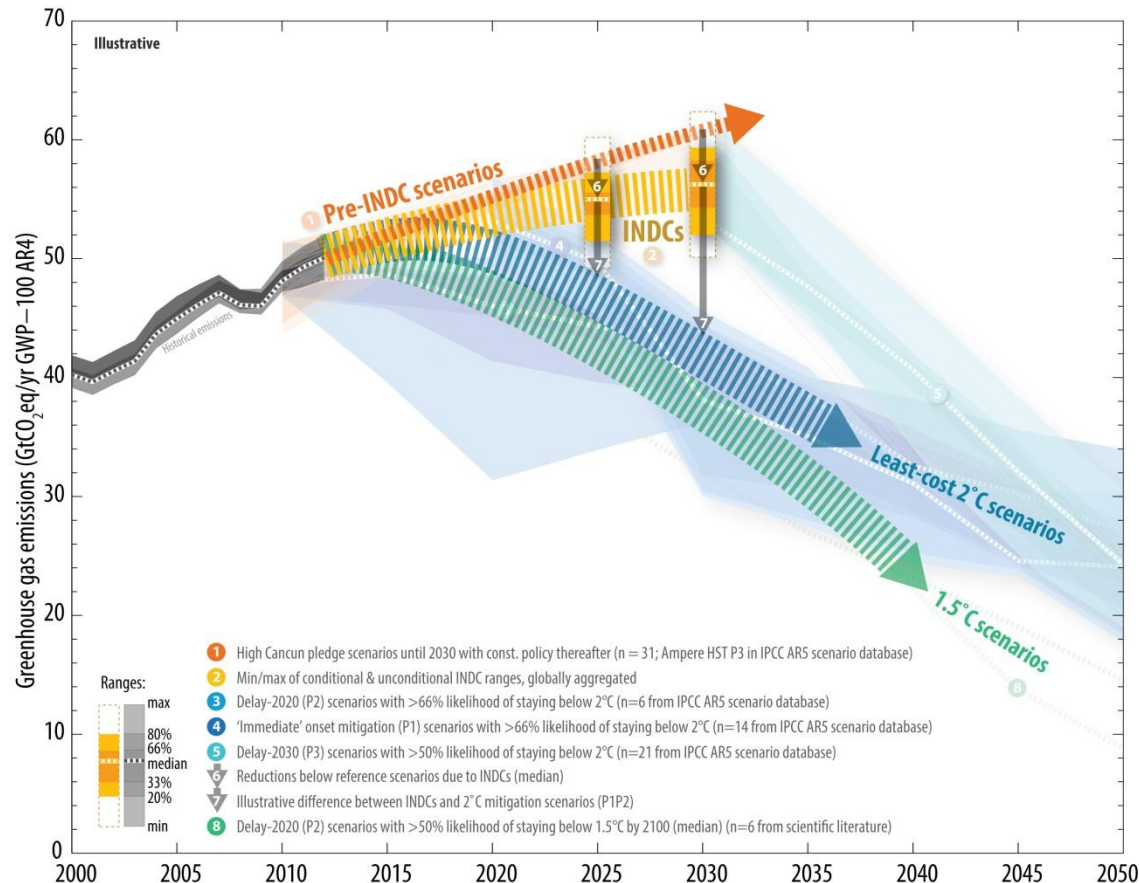
* Os níveis de emissão reportados utilizam valores métricos de Potencial de Aquecimento Global do AR4 (quarto relatório do IPCC) com um horizonte temporal de 100 anos.

Desta forma, embora a comunicação das INDCs à ONU retrate a adesão e o comprometimento dos países em se preparar para o prazo de vigência do acordo que só se iniciaria em 2020, o efeito agregado das INDCs não será suficiente para alcançar o objetivo do Acordo de Paris, segundo as estimativas realizadas pela UNFCCC (2016). Além da insuficiência das metas, a grande variabilidade de escopo e as lacunas de informação encontradas nas INDCs geram alto grau de incerteza nos cenários esperados pelas emissões agregadas resultantes das respectivas implementações (UNFCCC, 2016a). A urgência de se colocar os programas, planos e ações em prática o quanto antes surge mediante os cenários dos níveis de emissão de GEE previstos, segundos os quais, quanto mais tardia for a iniciativa de mitigação dos níveis de emissão de GEE, maiores deverão ser as taxas de redução de emissão, como pode ser observado na Figura 2 apresentada anteriormente. No que diz respeito

⁵ Segundo informações da UNFCCC (2017). Disponível em: <http://unfccc.int/focus/items/10240.php>. Acesso em 28/12/2017.

aos desdobramentos do Acordo para as políticas internas dos Países-Parte, a flexibilização dos compromissos nacionais por meio de metas autodeterminadas destaca a necessidade de maior atuação dos governos subnacionais na mitigação de emissões de GEE em suas localidades, principalmente no tocante às estratégias de adaptação e aumento da capacidade local em lidar com os riscos dos eventos extremos previstos pela comunidade internacional.

Figura 2 - Comparação dos níveis de emissão global em 2025 e 2030 gerados pela implementação das INDCs e outros cenários



FONTE: Relatório “Aggregate effect of the intended nationally determined contributions: an update” (UNFCCC, 2016).

Embora ainda exista um grande caminho a ser percorrido na trajetória das economias de baixo carbono, o papel das áreas urbanas na mudança do clima e os impactos das alterações climáticas para as populações urbanas são assuntos cada vez mais recorrentes nas estratégias de enfrentamento às mudanças climáticas. A complexidade das relações causais entre urbanização e mudanças climáticas torna esta temática relevante sobre o ponto de vista científico. Ao longo dos anos, alguns aspectos importantes já se tornaram consolidados entre os pesquisadores e podem configurar um ponto de partida para os demais estudos. Este capítulo buscou apresentar as principais questões que envolvem o desafio das mudanças climáticas nas áreas urbanas. Para isso, foram analisadas e contextualizadas as principais

questões e evidências sobre as conexões entre a urbanização e a mudança do clima. O processo de urbanização brasileiro abrange particularidades importantes para os possíveis impactos das mudanças climáticas nas cidades. Por este motivo, foi realizado um esforço de análise deste processo e suas conexões com os impactos das mudanças climáticas.

2.1. Urbanização e mudanças climáticas: Algumas considerações

Por se tratar de um campo multifacetado de alta complexidade, a busca por evidências relacionadas às mudanças climáticas, seus impactos, assim como as relações de causa e efeito, possuem diversas perspectivas, campos de estudo e escalas. As cidades não fogem a esta realidade. Cada vez mais tem surgido na literatura estudos sobre o papel que as cidades têm exercido nas mudanças climáticas, sua relevância e suas possibilidades de atuação. Uma das tentativas de ilustração dessas complexas causalidades é apontada por Satterthwaite (2009), segundo o qual a contribuição dos centros urbanos para a mudança do clima pode ser observada por meio de duas perspectivas: da produção e do consumo.

Sob o ponto de vista da produção, é possível analisar quais atividades produtivas geradoras de GEEs se encontram dentro da fronteira urbana. Fornecimento de energia, atividades industriais, silvicultura e agricultura, transporte, edificações comerciais e residenciais, resíduos e águas residuais do processo produtivo são alguns fatores apontados pelo autor de emissões de GEE em cidades. Porém, as emissões de GEE das áreas urbanas não devem estar limitadas aos limites territoriais que demarcam as cidades. Como as cadeias produtivas estabelecem relações de produção entre o meio urbano e o meio rural, transcendendo as fronteiras geográficas que demarcam um espaço urbano, se torna igualmente importante considerar as pressões de demanda que as cidades exercem sobre as regiões rurais.

Do ponto de vista do consumo, Satterthwaite (2009) propõe a inclusão dos GEEs gerados pelo consumo da população, inclusive dos resíduos provenientes do consumo da população urbana. Neste caso, são incluídos ainda o setor público e governança, na medida em que a expansão urbana deve ser acompanhada de infraestrutura que garanta a sustentabilidade ambiental das atividades humanas dentro das cidades. Um exemplo de atuação do setor público para uma expansão urbana sustentável corresponde ao investimento em eficiência energética. Não promover tais ações e mudanças na infraestrutura da cidade pode trazer implicações para a permanência dos altos níveis de GEE provenientes das atividades humanas nestas localidades.

Embora as implicações das profundas transformações da sociedade no último século, tais como o nível de urbanização ou a densidade da população das cidades, sejam amplamente identificadas na literatura, por outro lado, suas relações com os problemas ambientais globais são de complexa identificação, muitas vezes resultando na falta de consenso entre pesquisadores e especialistas. As relações entre a urbanização e as mudanças climáticas muitas vezes levam a aceitação científica de que as estratégias para a resolução dos desafios das mudanças climáticas nas cidades estaria justamente na reversão de tal processo. Por outro lado, como destacam alguns autores, a ocorrência de tais processos não implica necessariamente em aumento dos níveis de GEE gerados por aquelas localidades. Satterthwaite (2009) ressalta, neste contexto, como o nível de urbanização e a densidade populacional são fatores os quais não possuem relações diretas com o aumento dos níveis de GEE nas regiões urbanas.

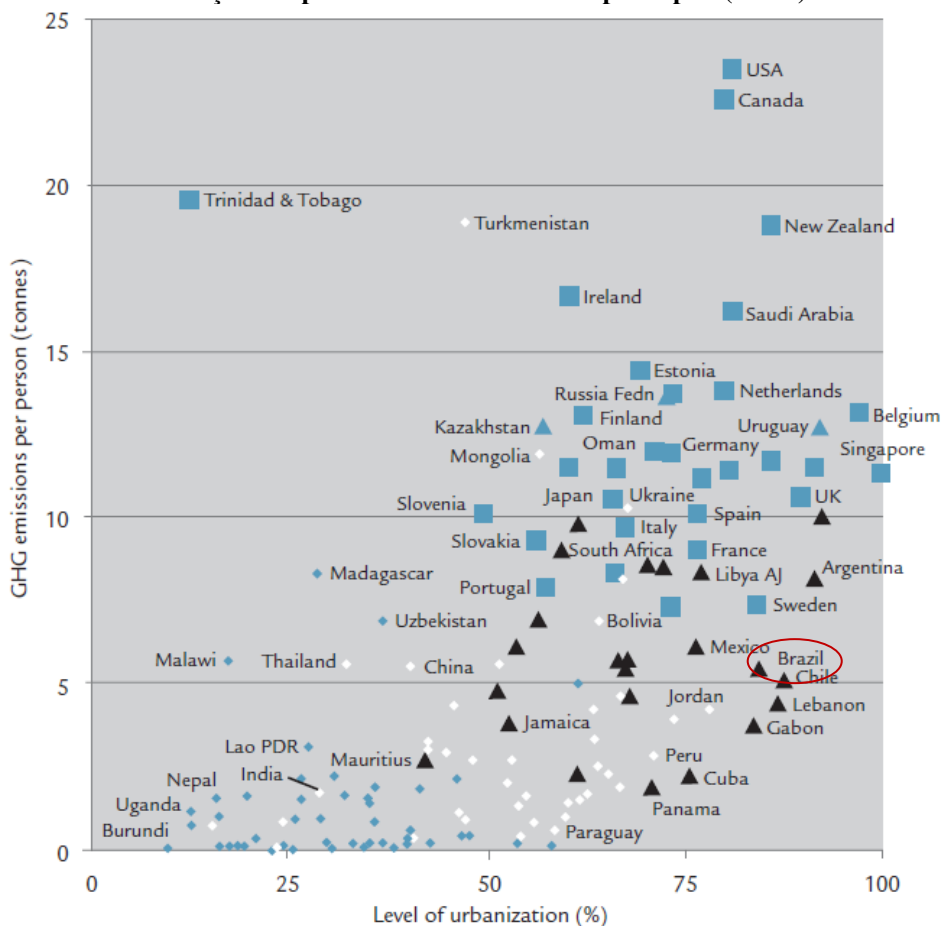
No caso do *nível de urbanização*, algumas regiões mais urbanizadas presenciaram avanços na ciência e na tecnologia, atrelados ao grande potencial inovador dos centros urbanos por hospedar um grande corpo de especialistas e técnicos, garantindo, assim, alto nível de conhecimento e troca de experiências. Além disso, de forma geral as grandes cidades possuem maior possibilidade de infraestrutura necessária para tais inovações. Desta forma, determinadas cidades podem presenciar um nível maior de urbanização e ainda assim apresentar um nível menor de emissões de GEE comparativamente com outras cidades menos urbanizadas, devido a inovações que buscam uma trajetória sustentável (MARTINS; FERREIRA, 2010; PBMC, 2016; SATTERTHWAITE, 2009).

Com relação à *densidade populacional*, os níveis de emissão de GEE estão associados às atividades humanas que emitem em maiores ou menores níveis, e não ao número de habitantes de determinada localidade. Devido às altas desigualdades de renda observadas nos centros urbanos, é possível ressaltar os diferentes padrões de consumo e estilo de vida da população. Desta forma, as relações entre os níveis de GEE e a densidade populacional nas cidades dependerão do padrão de consumo de cada indivíduo (SATTERTHWAITE, 2008). Este padrão de consumo é pautado tanto na quantidade consumida quanto na qualidade ambiental verificada na produção de tal item, e está associado a questões de hábitos, costumes e cultura de cada localidade.

Portanto, associar diretamente a densidade populacional ao aumento do nível de emissões de GEE pode se tratar de um grande equívoco, e deve ser avaliado de forma mais aprofundada. É necessário observar as disparidades de consumo da população geradas pelas enormes desigualdades de renda geralmente observadas em cidades, principalmente nos

países em desenvolvimento. Além das desigualdades de renda, o consumo varia entre as faixas etárias da população, portanto este também é um fator determinante no aumento de emissões de GEE. Nesse sentido, o nível de emissão de GEE varia de acordo com a especificidade de cada país, o que pode ser observado na Figura 3, a qual apresenta a variação do consumo entre a população de determinados países. É possível observar países com diferentes níveis de urbanização e emissão de GEE por pessoa. Por exemplo, os EUA possuem um nível de urbanização bem próximo ao da Suécia, entretanto, emitiram aproximadamente 30 toneladas a mais por pessoa no ano de 2005.

Figura 3 - Nível de urbanização dos países x Emissões de GEE per capita (CO₂e) - 2005



FONTE: “*The implications of population growth and urbanization for climate change*”, autoria de Satterthwaite (2009, p. 17).

Para entender o papel das cidades no âmbito das mudanças climáticas, é preciso entender as relações entre a urbanização e as emissões de GEE. Conforme discutido, estas relações não são triviais, pelo contrário, são extremamente complexas e devem ser tratadas de forma mais profunda e detalhada. Independentemente do nível de urbanização e da densidade populacional das cidades, o que os principais estudos no campo das mudanças climáticas

apontam é que, ao longo das décadas, as cidades têm exercido pressões expressivas no quadro das mudanças climáticas. Atualmente, as cidades consomem mais da metade da energia primária mundial (PBMC, 2016, p. 11). Devido ao alto consumo de energia, estas localidades representam grande parte das emissões de GEE mundiais, embora o caso brasileiro seja distinto de grande parte dos países, na medida em que a matriz energética brasileira conta com 43,5% de participação de energias renováveis⁶, enquanto os países da OCDE dispunham uma participação de apenas 9,4% fontes de energia renováveis em 2014 (EPE, 2017). Desta forma, as emissões de GEE do setor de energia brasileiro não são explicadas apenas pela quantidade de energia consumida, e sim pelos setores que consomem energia proveniente de combustíveis fósseis e outras fontes de energia não-renováveis, como os setores industrial, de transporte público e transporte de carga. Além do consumo de energia, as demandas das cidades exercem grande pressão no meio rural, acentuando, também, o nível de emissão nessas regiões.

A partir do aumento da percepção da sociedade da necessidade de um esforço de atuação conjunta na questão climática, os acordos internacionais e a definição de metas de mitigação dos GEE representaram um relevante passo na trajetória de combate às mudanças climáticas. Os impactos das mudanças climáticas já começaram a serem sentidos ao redor do mundo, e foi a partir de décadas de pesquisa e aprimoramento metodológico dos estudos dos fenômenos relacionados às mudanças climáticas que os acordos internacionais e as políticas nacionais e subnacionais evoluíram. Nesse sentido, o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima, criado em 1988 por meio da Organização Meteorológica Mundial – OMM e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA, desempenhou o papel científico de avaliar as pesquisas que estavam sendo desenvolvidas, interpretar seus resultados e reunir as informações relevantes em relatórios que transmitissem de forma acessível e de fácil compreensão os dados levantados.

Desde a sua criação, o IPCC publicou cinco relatórios, nos anos de 1990, 1995, 2001, 2007 e 2014. A relevância dos dados reunidos por estes relatórios os tornaram um dos principais instrumentos de formulação de políticas e diretrizes no que concernem as mudanças climáticas. O relatório de 1995, por exemplo, deu origem ao Protocolo de Quioto. O quarto relatório, publicado em 2007 apresentou uma mudança de paradigma ao afirmar, com 95% de

⁶ Além da grande participação das fontes de energia renováveis na matriz energética brasileira, a oferta de energia elétrica é composta por 81,7% de fontes renováveis, segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética para o ano de 2016. Fonte: “Balanco Energético Nacional 2017” (EPE, 2017). Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Balanco-Energetico-Nacional-2017>. Acesso em: 29/12/2017.

certeza científica, que o aquecimento global é provocado pelas ações humanas. O quinto e último relatório do IPCC, por sua vez, apresentou grandes contribuições no que tange as áreas urbanas, tratando dos impactos, vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas em áreas urbanas. O principal enfoque do relatório consiste nos riscos provenientes dos impactos relacionados às mudanças climáticas (KLUG; MARENGO; LUEDEMANN, 2016). Além de estabelecer definições e conexões entre os conceitos-chave do relatório, o que se torna importante para a elaboração de políticas de clima, o relatório fornece as principais evidências encontradas em uma gama de estudos realizados por especialistas do mundo inteiro. Desta forma, o IPCC tem o importante papel de destacar a necessidade de criação de uma plataforma política entre os países para lidar com a questão climática.

2.1.1. Evidências sobre os impactos locais de um fenômeno global

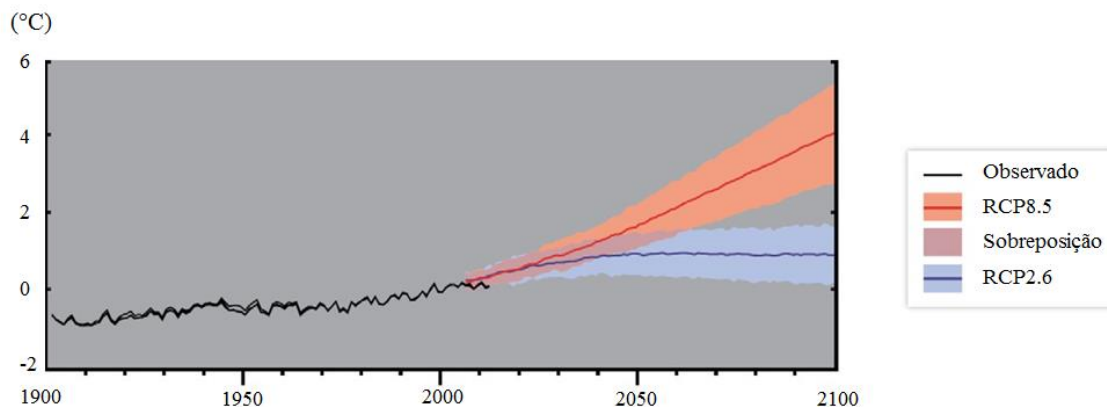
Além dos impactos que o processo de urbanização exerceu ao longo de décadas de transformações das cidades, as regiões urbanas também são particularmente vulneráveis às mudanças do clima (ANAND; SEETHARAM, 2011). A concentração da grande quantidade de indivíduos e seus ativos, indústrias e infraestrutura, resultaram na adoção de complexos sistemas urbanos, os quais geram alta vulnerabilidade frente às mudanças climáticas.

Assim como mostra o último relatório do IPCC, o chamado AR5⁷, há evidência com alto grau de confiança de que a atmosfera terrestre e os oceanos têm se aquecido, as quantidades de neve e gelo tem diminuído, e o nível médio global do oceano tem aumentado. Cada uma das três últimas décadas tem sido sucessivamente mais quente na superfície da Terra do que qualquer outra década anterior, desde o ano de 1850. Ademais, os efeitos do aumento das emissões antropogênicas de GEE desde a era pré-industrial foram identificados pelo relatório como uma das principais causas do aquecimento observado em meados do século XX (AR5-IPCC, 2014).

A Figura 4 apresenta a média anual da temperatura global observada e projetada referente ao período compreendido entre 1986 e 2005. Para as projeções apresentadas, no cenário mais otimista, representado pela linha azul (RCP 2,6), a temperatura média global aumentará entre 0,3°C e 1,7°C até o ano de 2100. No cenário mais pessimista, representado pela linha vermelha (RCP 8,5), o aumento da temperatura média global estará entre 1,4°C e 3,1°C.

⁷ IPCC Fifth Assessment Report - Working Group II Report "Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability" (IPCC, 2014).

Figura 4 - Mudança na média da temperatura média global (°C)



FONTE: “Sumário para os Tomadores de Decisão: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade – WGII do Quinto Relatório de Avaliação (2014)” – IPCC, 2014 – Tradução Iniciativa Verde.

Notas: As linhas pretas mostram a temperatura estimada de três conjuntos de dados. Linhas azuis, vermelhas e as sombreadas indicam o conjunto médio e $\pm 1,64$ a ordem do desvio padrão, baseados na simulação CMIP5 de 32 modelos para RCP2.6 e 39 modelos para RCP8.5.

Os impactos do aumento da temperatura média global nas próximas décadas nos sistemas naturais e humanos tem sido um alerta para a comunidade internacional, indicando a sensibilidade dos sistemas humanos à questão climática. Em primeiro lugar, os impactos físicos das mudanças climáticas já são observados ao redor do mundo por meio de inundações, secas, deslizamentos de terra, poluição do ar, escassez de água e elevação do nível do mar (AR5-IPCC, 2014; MARTINS; FERREIRA, 2010; WORLD BANK, 2010). Estes eventos climáticos extremos podem perturbar gravemente os sistemas urbanos pela complexidade de tais sistemas. Em segundo lugar, grande parte da população urbana do mundo vive em áreas costeiras baixas, situação encontrada principalmente na Ásia, mas também encontrada em parte do litoral brasileiro, de forma que as tempestades e aumento do nível do mar podem representar grandes problemas (MARTINS; FERREIRA, 2010; OECD, 2014).

Além do aquecimento da atmosfera e dos oceanos, as evidências encontradas indicam provável ocorrência mais frequente de ondas de calor e de eventos extremos de precipitação em algumas regiões, assim como a acidificação dos oceanos (AR5-IPCC, 2014; BIGIO, 2003; WORLD BANK, 2010). Nos países em desenvolvimento os riscos são ainda maiores e podem afetar os sistemas hídricos, de saneamento e de transportes, além de possuir grupos populacionais de maior vulnerabilidade e menor capacidade de adaptação (ANAND; SEETHARAM, 2011; MARTINS; FERREIRA, 2010).

Os riscos associados aos impactos das mudanças climáticas na população possuem diferentes escalas e divergem de acordo com determinada região ou setor. Além disso, a identificação dos riscos associados à mudança do clima envolve não apenas a ocorrência de

determinadas situações danosas para os sistemas humanos e naturais devido à mudança do clima. Estes riscos se tornam perigosos somente diante de determinado nível de exposição dos sistemas. A partir deste entendimento, a limitada capacidade dos países menos desenvolvidos, assim como de determinados grupos populacionais da sociedade, os coloca em posição de maior vulnerabilidade para lidar com os riscos associados às mudanças climáticas. Ou seja, a perturbação dos sistemas naturais e humanos das cidades pode ser ainda maior em regiões urbanas dos países em desenvolvimento, uma vez que estas regiões possuem maior dificuldade de adaptação e mitigação devido à falta de infraestrutura ou serviços essenciais e se encontram em situação de maior vulnerabilidade aos impactos de desastres naturais (AR5-IPCC, 2014; CASTRO; YOUNG, 2015; MARTINS; FERREIRA, 2010; PBMC, 2016). Além destes aspectos, a existência de favelas em muitas destas cidades também representa um desafio a ser enfrentado pelas administrações locais, uma vez que os assentamentos informais, geralmente construídos em áreas instáveis, aumenta consideravelmente a susceptibilidade dos riscos provenientes de eventos extremos (ANAND; SEETHARAM, 2011; BIGIO, 2003).

Nesse sentido, os países em desenvolvimento e sua população, os quais historicamente contribuem menos para a mudança do clima, são os mais atingidos por suas consequências. Questões como a distribuição de alimentos, fornecimento de energia, abastecimento de água, remoção de resíduos e susceptibilidade a pandemias podem ser agravadas com a mudança do clima (AR5-IPCC, 2014). Aspectos como a provisão de serviços básicos, habitação adequada e sistemas de infraestrutura resilientes se tornam fundamentais para as regiões urbanas dos países em desenvolvimento, podendo, assim, reduzir a vulnerabilidade destas regiões e principalmente de determinados grupos populacionais no desafio às mudanças climáticas.

A configuração específica das áreas urbanas brasileiras também destaca o papel das cidades na mudança do clima. Além das complexidades associadas ao cenário de urbanização encontrado nas cidades brasileiras por se encontrarem em um país em desenvolvimento, estas se encontram no grupo de alta vulnerabilidade aos impactos das mudanças climáticas. Além disso, algumas destas cidades se encontram em regiões costeiras, aumentando a exposição aos riscos da mudança do clima (AR5-IPCC, 2014) e a necessidade de adaptação, ao mesmo tempo em que sua capacidade de adaptação não se encontra no mesmo patamar que as cidades costeiras dos países desenvolvidos devido a carências em relação à infraestrutura urbana, provisão de serviços públicos e demais recursos necessários para aumentar sua capacidade adaptativa.

Uma vez que os impactos da mudança do clima poderão ser sentidos por meio de diferentes eventos e em diferentes escalas, a depender de aspectos naturais e do nível de

exposição de cada população, as especificidades das áreas urbanas brasileiras e a evolução de seus aparatos legais introduzem as relações gerais entre as cidades brasileiras e a mudança do clima.

2.1.2. O processo de urbanização brasileiro e a mudança do clima

A seção anterior introduziu as relações entre cidades e mudanças climáticas em escala global. As cidades ao redor do mundo apresentam profundas diferenças no que tange sua economia, infraestrutura, demografia, aspectos físicos, políticos, naturais e ambientais, assim como os hábitos de sua população, entre outros aspectos.

O processo de urbanização caracteriza a ocupação do espaço e as peculiaridades inerentes a opção feita. A urbanização brasileira decorre, por exemplo, de diversos processos históricos complexos e simultâneos. Além disso, conforme já apresentado em seções anteriores, as relações entre a modernização das cidades e o meio ambiente dependem das especificidades de cada processo de urbanização, e não apenas do nível de urbanização e da densidade populacional de forma direta. A extensão territorial brasileira implica em uma grande variedade de características climáticas e ambientais, o que influenciou, em parte, o desenvolvimento de determinadas atividades produtivas em regiões específicas, o que, por sua vez, gerou heterogeneidades em termos de desenvolvimento econômico, social e urbano (BRASIL, 2016).

Assim como em diversos países em desenvolvimento, o processo de urbanização brasileiro é marcado por seu ritmo acelerado e intenso. De forma geral, os países desenvolvidos experimentaram um processo de urbanização gradual, o que resultou em características na formação do espaço urbano diferentes do ocorrido nos países em desenvolvimento. Durante o século XX, as metrópoles brasileiras cresceram em um ritmo extremamente dinâmico, e pela primeira vez algumas cidades brasileiras passaram o número de um milhão de habitantes (KLUG; MARENGO; LUEDEMANN, 2016; PBMC, 2016; VASCONCELOS; FELIX; FERREIRA, 2007).

Embora o primeiro surto industrial brasileiro expressivo tenha ocorrido no final do século XX, é a partir da década de 1930 que se iniciou um novo e mais profundo processo de modernização, por meio de diversos fatores econômicos, sociais e políticos (OLIVEN, 2010). Questões como a modernização da agricultura e a concentração fundiária reduziram a demanda por mão-de-obra necessária para atividade agropecuária, ao mesmo tempo em que diversas cidades experimentavam alta necessidade de trabalhadores devido à industrialização

presente nestas áreas. As melhores oportunidades de trabalho e melhor qualidade de vida impulsionaram o desenvolvimento urbano de algumas cidades brasileiras, principalmente na Região Sudeste do país (BUENO, 2013; VASCONCELOS; FELIX; FERREIRA, 2007).

A partir de 1950, o processo de urbanização brasileiro é marcado pelas políticas desenvolvimentistas implementadas principalmente por meio de incentivos governamentais, resultando na concentração da população em áreas do país privilegiadas por tais políticas. As maiores taxas de crescimento populacional no Brasil correspondem ao período entre as décadas de 1950 e 1980. Nesse período se iniciou um grande contingente de migrações para as áreas recentemente urbanizadas brasileiras, principalmente no Sul e Sudeste do país (OJIMA; MARANDOLA JR., 2013). É estimado que em um período de 30 anos, entre 1980 e 2010, a população urbana brasileira, presente nas cidades, tenha dobrado de tamanho (BUENO, 2013). Segundo Vasconcelos, Felix & Ferreira (2007, p. 6):

“[...] a urbanização no Brasil apresenta um ritmo extremamente dinâmico, diferentemente, dos demais países latino-americanos com distribuição urbana mais estabilizada e elevado índice de primazia urbana. A diferenciação do Brasil ocorre, em grande parte, por conta de dois processos articulados: concentração populacional nas metrópoles; e expansão e adensamento da estrutura urbana, tanto em áreas de povoamento consolidado como na fronteira de recursos naturais”. (VASCONCELOS, FELIX & FERREIRA, 2007, p. 6)

Atualmente, o Brasil possui altas taxas de urbanização, principalmente em determinadas regiões. É possível destacar que a Região Sudeste experimentou um rápido e forte processo de urbanização, passando de uma taxa de 39,42% em 1940 para 82,81% em 1980, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Em menor escala, as Regiões Sul e Centro-Oeste também passaram por um processo de urbanização acelerado neste período. A urbanização brasileira ocorrida principalmente durante o século XX gerou avanços nos campos da saúde, educação, provisão de serviços públicos, infraestrutura e habitação, entre outros. Notadamente, ao longo do tempo, tais avanços não foram acompanhados por investimentos em infraestrutura urbana adequada e se mostraram insuficientes para a população residente destas áreas (KLUG; MARENGO; LUEDEMANN, 2016).

A construção do espaço urbano brasileiro, salvo as particularidades de cada cidade, geralmente é marcada por características como a verticalização das edificações, alta impermeabilização do solo, e pela tendência cada vez mais crescente do uso de iluminação e climatização artificiais (BUENO, 2013; PBMC, 2016):

No caso das cidades de médio e grande porte caracterizadas pela expansão urbana para além das planícies fluviais, produziu bairros com alta densidade demográfica e com áreas verdes escassas. A supressão de vegetação se reflete em temperaturas mais elevadas nas superfícies edificadas e, ao mesmo tempo, estas áreas tornaram-se sujeitas à enchentes e inundações devido à impermeabilização do solo. Nestes casos há risco de ocorrência de desastres em razão das respostas de bacias urbanas altamente impermeabilizadas a eventos de precipitação intensa, resultando em inundações bruscas ou enxurradas durante as quais as vias tornam-se caminhos preferenciais de escoamentos de elevada energia, capazes de desequilibrar e transportar pessoas e até mesmo veículos, mesmo com profundidades de inundação relativamente baixas. (PBMC, 2016, p. 40)

Além destas características do espaço urbano, novos problemas foram introduzidos à dinâmica urbana, como o aumento da violência e criminalidade, a falta de transporte público adequada à população residente, desemprego, a ocupação do solo inadequada e o crescimento de ocupações ilegais; As enchentes e inundações devido à impermeabilidade do solo, a falta de arborização, o tratamento irregular e insuficiente de esgoto comprometendo os recursos hídricos da região, assim como o aumento das ocorrências de deslizamentos devido às ocupações irregulares também participam deste grupo de problemas (KLUG; MARENGO; LUEDEMANN, 2016; PBMC, 2016; RIBEIRO, 2008; VASCONCELOS; FELIX; FERREIRA, 2007).

É de amplo conhecimento que grande parte dos problemas característicos das áreas urbanas compromete não apenas a saúde humana, mas o bem-estar da população como um todo. Além de estarem presentes no cotidiano da vida urbana, tais complicações podem ser agravadas pelo aumento da frequência e da magnitude de eventos extremos, cenário previsto pelo AR5-IPCC (2014) na presença das mudanças climáticas. Desta forma, o quadro social associado a padrões de desenvolvimento e transformação do espaço brasileiro corresponde a um dos principais fatores agravantes dos impactos das mudanças climáticas nas cidades brasileiras.

A formação do espaço urbano brasileiro tem, ainda, algumas particularidades as quais resultaram na ocupação de áreas de risco que ampliam a vulnerabilidade da população às mudanças climáticas. Nesse sentido, Ribeiro (2008, p. 3) destaca que a lógica especulativa presente no processo de urbanização brasileiro resultou em áreas com grandes “vazios urbanos”, não habitados e à espera da valorização imobiliária. Enquanto parte do solo urbano é dedicado à especulação, a ocupação de áreas de risco se torna presente no cenário das cidades, caracterizadas pela segregação social das cidades brasileiras (ACSELRAD, 2015; KLUG; MARENGO; LUEDEMANN, 2016; PBMC, 2016). Desta forma, em uma mesma região é possível encontrar habitações com infraestrutura para tais eventos extremos, em paralelo às habitações inadequadamente construídas em áreas de risco:

“[...] São nessas áreas de risco que se acomodam os mais pobres, que vivem em condições subumanas, conforme designa a ONU, morando em favelas à beira de córregos ou localizadas em encostas íngremes. Outros estão em ambientes degradados, sem manutenção e com elevada concentração populacional, dividindo serviços de água, como se caracterizam os cortiços. Em pior situação estão aqueles que não têm teto”. (RIBEIRO, 2008, p. 3)

Com efeito, para além das vulnerabilidades geradas por fatores naturais e ambientais, tais como a proximidades de muitas cidades urbanas ao litoral do país, o Brasil apresenta profundas desigualdades sociais que implicarão na exposição desigual da população aos riscos provenientes das mudanças climáticas, população esta muitas vezes residindo em locais bem próximos e ao mesmo tempo em diferentes condições. Além dos problemas relacionados à habitação, a ausência do poder público em muitas regiões marginalizadas também constitui fator que impacta a vulnerabilidade da população local. Por exemplo, o perfil de empregos informais nestas localidades impacta a vulnerabilidade na medida em que os trabalhadores informais não são cobertos no sistema de seguridade social.

Dados os principais problemas das cidades no que concerne o aumento da vulnerabilidade da população, a gestão urbana passa a ter um importante papel, tanto no campo da mitigação dos níveis de GEE urbanos, quanto em relação à adaptação das cidades, diminuindo, assim, o nível de vulnerabilidade da população. Entretanto, a primeira legislação federal que buscou regular de alguma forma o espaço urbano foi decretada apenas em 1979⁸, após grande parte dos impactos relacionados à urbanização já se encontrarem presentes nas cidades (BUENO, 2013).

Muito embora na Constituição Federal de 1988 estabeleça a Política Urbana, somente no ano de 2001, por meio do Estatuto da Cidade⁹, ela é efetivamente regulamentada. Após quase 50 anos de um processo de urbanização intensa, principalmente nas cidades, e de mudanças profundas no espaço e nos hábitos da população urbana, o Estatuto da Cidade busca estabelecer normas sobre o uso da propriedade urbana. É no âmbito da regulação da política urbana e de seus instrumentos que o Estatuto das Cidades se torna um importante marco legal das áreas urbanas. Por outro lado, conforme afirma Bueno (2013), o Estatuto vincula ao Plano Diretor Municipal e outras leis locais específicas à maioria dos instrumentos de reforma urbana. Desta forma, os Planos Diretores Municipais se tornaram a principal forma de implementação de tais instrumentos, tornando as especificidades da implementação a cargo de cada localidade. Ademais, conforme destacado por Prado (2013), o Estatuto prevê

⁸ Referência à aprovação da lei nº 6.766, a qual dispõe sobre o parcelamento do solo urbano.

⁹ Lei nº 10.257 de 2001, a qual 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.

mecanismos os quais protegem os interesses econômicos ligados ao capital imobiliário alternadamente ao mesmo passo em que defende os interesses coletivos e ambientais. Este é um aspecto muito relevante¹⁰, que traz grandes implicações e reforça a configuração de ocupação populacional ligada à segregação socioespacial presente nas Metrôpoles brasileiras.

Tanto as políticas públicas relacionadas à realidade urbana quanto a infraestrutura necessária para enfrentamento dos principais problemas urbanos estão longe de contemplar os problemas e carências sociais encontrados nas cidades. A falta de infraestrutura, tanto física, devido à urbanização incompleta de algumas localidades nas cidades, quanto na gestão urbana, intensificarão os impactos da mudança do clima sobre as condições de vida da população (PBMC, 2016). Enquanto o planejamento e a gestão urbana são componentes estruturais de grande relevância na trajetória para cidades urbanas sustentáveis tanto do ponto de vista social quanto do ponto de vista ambiental, as políticas ambientais buscam fornecer insumos para este planejamento e regular questões específicas. A integração da política urbana com a política ambiental específica de mudanças climáticas permite que os objetivos das políticas que transcendem apenas um campo de atuação governamental alcancem seus resultados. As próximas seções deste capítulo buscam discutir e apresentar as frentes de atuação da comunidade internacional diante dos impactos das mudanças climáticas e seus desdobramentos. Para isso, foram analisadas as normas e regulamentações da comunidade internacional e seus desdobramentos para as políticas nacionais e subnacionais e seus respectivos mecanismos. Para o enfrentamento das mudanças climáticas no contexto urbano, se torna essencial a análise de tais políticas públicas em consonância com as políticas urbanas, verificada ao final deste capítulo.

2.2. Mitigação, adaptação e vulnerabilidade: O papel das políticas públicas de clima

Ao longo das últimas décadas, o Brasil tem participado ativamente das negociações dos acordos climáticos internacionais, mesmo que de forma voluntária, inclusive sediando algumas convenções e representando os países em desenvolvimento. Um exemplo desta representação no meio internacional corresponde à Conferência de Copenhague, a COP15, realizada em 2009, a qual destacou o país como um importante ator na adoção de políticas climáticas nacionais. Dentre as potências médias da América do Sul, o Brasil tem cada vez mais espaço e importância na política internacional no que concernem os esforços globais no

¹⁰ A questão do favorecimento de interesses ligados à especulação imobiliária é discutida com mais profundidade na subseção 4.2 para o caso brasileiro e na subseção 5.4.1 para o caso da cidade do Rio de Janeiro.

desafio às mudanças climáticas. Por outro lado, dentro de seus limites territoriais e políticos, ainda há espaço para muitos avanços. Esta seção propõe uma discussão acerca da trajetória brasileira com relação às mudanças climáticas, através de seus marcos legais, atores e diferentes formas de atuação. Para isso, e em primeiro lugar, a evolução das políticas de clima é apresentada por meio das duas principais formas de atuação do poder público no combate às mudanças climáticas: a mitigação e adaptação.

2.2.1. Mitigação e adaptação

Diante das incertezas associadas à mudança do clima e à resiliência da biosfera, além do aspecto de irreversibilidade destes problemas, emerge a urgência da adoção de medidas que revertam este quadro. Geralmente, os formuladores de políticas públicas se deparam com duas principais frentes de atuação na mudança do clima: as medidas de mitigação, ou seja, ações que visam reduzir as emissões de GEE, e a adaptação, relacionada à redução da vulnerabilidade da população aos riscos das mudanças climáticas (BARBIERI; VIANA, 2013; MARTINS; FERREIRA, 2012).

É comum afirmar que as medidas mitigadoras correspondem a medidas de longo prazo, isto é, são medidas as quais apresentarão resultados após determinado período de tempo depois de iniciadas as estratégias devidas de mitigação. Além disso, estas medidas costumam ser associadas à escala global, pela necessidade de mudança no comportamento mundial (BARBIERI; VIANA, 2013; MARTINS; FERREIRA, 2012). Existe, atualmente, uma gama de estudos e iniciativas que busca reduzir a emissão de gases de efeito estufa na atmosfera. Um exemplo desta forma de atuação são os acordos internacionais, como o Protocolo de Quioto e o mais recente Acordo de Paris, ou as políticas nacionais as quais estabelecem uma meta de emissões de GEE dos países. Os desdobramentos destas políticas e normas abrangem instrumentos como os impostos e taxas, licenças negociáveis, subsídios, programas de incentivos financeiros, pesquisa e desenvolvimento e troca de informações (PBMC, 2014c).

As medidas de adaptação às mudanças climáticas, por sua vez, costumam ter impactos mais imediatos, ou seja, de curto prazo, e costumam gerar impactos em escala local, por representar necessidades específicas de cada região (MARTINS; FERREIRA, 2010; WORLD BANK, 2010). Melhorias na infraestrutura urbana em setores como o de saneamento, transporte, recursos hídricos, drenagem urbana e eficiência energética são exemplos de

medidas que podem reduzir a vulnerabilidade da população local, ou seja, medidas que estão dentro da atuação adaptativa.

A evolução do debate iniciado através dos relatórios iniciais do IPCC e o esforço conjunto da UNFCCC refletem a evolução gradual no debate sobre adaptação, diante do enfoque inicial das medidas mitigadoras tanto nas negociações do Protocolo de Quioto e seus desdobramentos quanto no meio científico internacional (BARBIERI; VIANA, 2013; ICLEI; FBPN, 2015; OJIMA; MARANDOLA JR., 2010). Diante deste descompasso, o primeiro passo no debate foi reconhecer a importância das medidas adaptativas em paralelo às medidas de mitigação, de forma independente e ao mesmo tempo coordenada (OBERMAIER; ROSA, 2013). O debate que envolve as possibilidades de atuação pelo viés da adaptação perpassa não apenas pela busca acerca da resolução de um problema ambiental, mas ascende questões relativas aos próprios modelos de desenvolvimento e das relações entre a natureza e a sociedade promovidas por tais modelos:

[...] Já a noção de adaptação, na acepção aqui adotada, remete à avaliação das vulnerabilidades socioambientais, colocando em evidência as características dos modelos de desenvolvimento e das relações com a natureza promotoras dessas vulnerabilidades. A adaptação é, intrinsecamente, mais relacionada com mudança de valores e comportamentos e com a sensibilização de populações por meio de processos de médio e longo prazo. Talvez mais que no caso da mitigação, difundiu-se uma visão de adaptação que questiona os usos (e abusos) de recursos naturais pelos modos de produção e de consumo vigentes atualmente. É justamente na esfera das transformações de modos de vida que a sinergia entre as duas medidas, de mitigação e adaptação, poderia ocorrer de modo a melhor contribuir para a sustentabilidade do desenvolvimento (IPCC, 2007, WGIII) e, portanto, para a construção de capacidades de enfrentamento de eventos climáticos extremos. (COEP, 2011, p. 64)

Segundo o último relatório do (AR5-IPCC, 2014), a quantidade de informação produzida no meio científico relacionada às medidas de adaptação cresceu, sobretudo, entre os anos de 2005 e 2010, paralelamente à participação de autores oriundos dos países em desenvolvimento, ainda que estes representem uma pequena parcela do grupo total dos estudos analisados. Não obstante, atualmente, mesmo nas localidades as quais possuem grande necessidade de investimento em adaptação – as cidades, ainda há prevalência de medidas mitigadoras em relação às medidas adaptativas. Embora as medidas mitigadoras tenham grande importância no desafio global que corresponde a mudança do clima, a adaptação se torna indispensável para a gestão do espaço urbano diante não apenas no enfrentamento dos futuros impactos, mas também no objetivo de transformação das cidades atuais em cidades sustentáveis ao longo prazo (BARBIERI; VIANA, 2013; OJIMA; MARANDOLA JR., 2010).

Além do reconhecimento da importância de evolução do debate acerca das medidas adaptativas, é possível destacar um segundo passo na afirmação da adaptação enquanto estratégia essencial no desafio das mudanças climáticas: o transbordamento da questão ambiental para outros campos de atuação que não a agenda ambiental, principalmente a partir de 1992, ano em que ocorreu a Rio-92. A partir deste momento, a adaptação começa a ser vista por uma perspectiva mais ampla, de forma que sua abordagem ultrapassa os limites dos problemas ambientais globais e seus impactos biofísicos e passa a incorporar o campo das ciências humanas e sociais (OBERMAIER; ROSA, 2013). A importância desta nova perspectiva de análise está na integração entre a face social e do desenvolvimento e os impactos biofísicos das mudanças climáticas, principalmente no que tangem os estudos de vulnerabilidade. É no período da Rio-92, ainda, que o papel dos princípios da Precaução e da Prevenção são destacados para a atuação dos Estados frente à construção das medidas adaptativas às mudanças climáticas. Por meio do Princípio da Precaução observa-se a responsabilidade por parte dos Estados de adoção de medidas cautelosas, diante da ameaça de riscos que envolvem o componente da incerteza científica¹¹, ou seja, riscos segundo os quais não temos informação ou evidências suficientes para ter pleno conhecimento de suas consequências. Tais medidas se tornam fundamentais para evitar os riscos potenciais da degradação ambiental, garantindo-se, assim, que as futuras gerações não presenciem tais perigos. A Declaração da Rio-92 sobre Meio Ambiente a Desenvolvimento Sustentável, em seu Princípio 15, define que:

Com o fim de proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deverá ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com suas capacidades. Quando houver ameaça de danos graves ou irreversíveis, a ausência de certeza científica absoluta não será utilizada como razão para o adiamento de medidas economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental. (BRASIL, 2000)

Na legislação nacional a ideia por trás do Princípio da Precaução foi acrescida na Constituição Federal de 1988, por meio do Art. 225, segundo o qual: “*Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações*”. Já a Política Nacional de Mudanças Climáticas – PNMC, em seu Art. 3º, esclarece que a atuação do Estado no combate às mudanças climáticas deve observar os princípios da Precaução e da Prevenção, entre outros. A importância da Precaução está na elaboração de políticas setoriais que estejam regidas sob estes princípios, de forma que, ainda que exista incerteza científica, o objetivo de uma política

¹¹ Na subseção 3.1.2 deste estudo a discussão sobre a incerteza no campo das mudanças climáticas é aprofundada.

não impossibilite o direito das gerações futuras em possuir um “meio ambiente equilibrado”, conforme garante a Constituição.

É por volta deste período, a partir da década de 1990, que o debate sobre adaptação começou a se consolidar e passar para a fase de implementação de ações e programas com objetivos claros de adaptação. Neste contexto surgem projetos, relacionados à transferência de tecnologia, capacitação e adaptação, e financiados principalmente por organizações internacionais como o Fundo de Adaptação¹² (ICLEI; FBPN, 2015). A Carta de Adaptação de Durban, lançada em 2011 na COP-17 reconhece a necessidade de centralização de esforços de adaptação nos planos locais em resposta às mudanças climáticas. Este marco reforçou a necessidade da atuação dos governos locais com relação às medidas adaptativas.

No mais recente Acordo de Paris, o debate sobre as ações de adaptação abriu oportunidades para os países em desenvolvimento reforçarem a necessidade de provisão adequada de meios de implementação das medidas adaptativas. Foram abordadas ações de cooperação entre países, reforçadas as iniciativas em capacitação e transferência de tecnologia, além do debate acerca da necessidade de investimentos nacionais e internacionais, principalmente nos países em desenvolvimento (MMA, 2017). Embora o Acordo acenda o debate sobre a relevância das medidas adaptativas no contexto da maior frequência dos eventos extremos previstos no meio científico, por outro lado, a implementação de tais medidas dependerão muito mais da atuação de cada localidade. O novo modelo de acordo internacional ressalta a necessidade de coordenação entre as políticas nacionais setoriais e os esforços de mitigação e adaptação.

Mesmo com a evolução do debate sobre adaptação no meio internacional, ainda assim, o aspecto da vulnerabilidade das populações e ecossistemas às mudanças climáticas e suas capacidades de adaptação corresponde a um campo de pesquisa relativamente novo quando comparado aos estudos de mitigação (MARTINS; FERREIRA, 2012). O Brasil não foge muito à regra. Inicialmente com enfoque de atuação por meio das medidas de mitigação, as medidas de adaptação ganharam maior espaço e reconhecimento na agenda climática brasileira nos últimos anos (OBERMAIER; ROSA, 2013). Neste contexto, a harmonização das políticas de clima se torna fundamental para a implementação e bom funcionamento dos mecanismos propostos, na medida em que a falta de coordenação e padronização pode dificultar a governabilidade das políticas de mudanças climáticas.

¹² Criado em 2001 com o objetivo de financiar projetos e programas de adaptação nos países em desenvolvimento do Protocolo de Quioto em situação de vulnerabilidade. O financiamento é alimentado com 2% dos valores arrecadados através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

2.2.2. As políticas públicas de mudanças climáticas no Brasil

O compromisso do Brasil, enquanto Parte da Convenção do Clima, tem entre suas obrigações a elaboração e atualização periódica do Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Não Controlados pelo Protocolo de Montreal¹³. Por este motivo, a primeira Comunicação Nacional Brasileira à Convenção do Clima foi elaborada, em 2004, com o intuito de reportar à comunidade internacional as estimativas de emissão e remoções referentes ao período de 1990 a 1994. A segunda Comunicação Nacional foi reportada em 2010, com destaque para as estimativas de emissões até o ano de 2005, com uma participação de 76,8% das emissões de CO₂ referentes ao uso da terra, associadas pelo documento às mudanças de uso do solo e ao desmatamento, cenário este já reportado no primeiro inventário nacional (PBMC, 2014c).

A partir das estimativas levantadas pela primeira Comunicação Nacional, a normatização da mudança em âmbito nacional devido ao problema dos gases poluentes teve seu marco estabelecido em 2009, com a criação da Política Nacional Sobre Mudança do Clima (PNMC), por meio da Lei nº 12.187 (BICHARA; LIMA, 2012; PBMC, 2014c). A PNMC teve como papel formalizar as posições brasileiras no âmbito externo através de um aparato legal, além de representar um marco para o estabelecimento de princípios, diretrizes e instrumentos para a realização das metas nacionais de mitigação e adaptação de forma independente ao cenário internacional (ALBUQUERQUE, 2012; BRASIL, 2008). O Quadro 1 apresenta os instrumentos previstos pela PNMC, integrados principalmente por meio dos planos setoriais. Além dos planos setoriais os quais já se encontram finalizados, o Plano de redução de emissões da Siderurgia se encontra em fase de elaboração.

Segundo o decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010, o qual regulamenta os Arts. 6º, 11º e 12º da lei que institui a PNMC, todos os planos setoriais previstos pela Política Nacional devem conter o conteúdo mínimo de:

- I. Meta de redução de emissões em 2020, incluindo metas gradativas com intervalo máximo de três anos;
- II. Ações a serem implementadas;
- III. Definição de indicadores para o monitoramento e avaliação de sua efetividade;

¹³ O Protocolo de Montreal corresponde a um acordo global, com o objetivo de fazer os países se comprometerem a acabar e substituir o uso do CFCs e de outras substâncias que contribuem para a destruição da camada de ozônio. O Brasil aderiu ao Protocolo de Montreal por meio do Decreto nº 99.280, de 06 de junho de 1990, tornando-se Parte do Tratado (MMA, 2017). Disponível em: <http://www.mma.gov.br/clima/protECAo-da-camada-de-ozonio/convenCAo-de-viena-e-protocolo-de-montreal>. Acesso em 19/12/2017.

- IV. Proposta de instrumentos de regulação e incentivo para implementação do respectivo Plano; e
- V. Estudos setoriais de competitividade com estimativa de custos e impactos.

Quadro 1 - Instrumentos previstos pela Política Nacional de Mudanças Climáticas - PNMC

Instrumentos		Governança
Plano Nacional sobre Mudança do Clima	Visa a incentivar o desenvolvimento e aprimoramento de ações de mitigação no Brasil, colaborando com o esforço mundial de redução das emissões de gases de efeito estufa, bem como objetiva a criação de condições internas para lidar com os impactos das mudanças climáticas globais (adaptação). O Plano estrutura-se em quatro eixos: oportunidades de mitigação; impactos, vulnerabilidades e adaptação; pesquisa e desenvolvimento; e educação, capacitação e comunicação	Casa Civil, Ministério do Meio Ambiente, Fórum Brasileiro de Mudança do Clima e diversos ministérios.
Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Decreto nº 7.343, de 26 de outubro de 2010)	Tem como objetivo assegurar recursos para apoio a projetos ou estudos e financiamento de empreendimentos que visem à mitigação da mudança do clima e à adaptação à mudança do clima e seus efeitos	Ministério do Meio Ambiente e BNDES
Planos de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento nos biomas	Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal – PPCDAM	Casa Civil e Ministério do Meio Ambiente
	Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento no Cerrado - PPCerrado	Casa Civil e Ministério do Meio Ambiente
Planos setoriais	Plano Decenal de Energia – PDE	Ministério de Minas e Energia
	Plano de Agricultura de Baixo Carbono - Plano ABC	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e Ministério da Pesca e Aquicultura
	Plano Setorial de Mitigação da Mudança Climática para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Indústria de Transformação - Plano Indústria	Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
	Plano de Mineração de Baixa Emissão de Carbono - PMBC	Ministério de Minas e Energia
	Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade	Ministério das

	Urbana para Mitigação da Mudança do Clima - PSTM	Cidades e Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil
	Plano Setorial da Saúde para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima	Ministério da Saúde

FONTE: Elaboração própria (2017) com base na Lei nº 12.187/09 e nas informações levantadas no site do MMA (2017). Disponível em: <http://www.mma.gov.br/clima/grupo-executivo-sobre-mudanca-do-clima>. Acesso em 10/10/2017.

Cada um dos Planos previstos pela PNMC busca, através de ações setoriais, o enfrentamento da questão climática no país. Por este motivo, a avaliação destes mecanismos é fundamental para a evolução dos compromissos nacionais frente aos acordos internacionais do clima. Em 2016 foi reportada a 3ª Comunicação Nacional, segundo a qual são estimadas as emissões de GEE brasileiras até o ano de 2010. A próxima subseção buscou apresentar as informações contidas na mais recente Comunicação Nacional frente aos objetivos traçados pelo Decreto nº 7.390/10, o qual institui metas para 2020, assim como apresentar os novos compromissos brasileiros de mitigação e adaptação com a mudança do clima por meio da NDC brasileira ratificada para o Acordo de Paris, a qual possui metas para 2030.

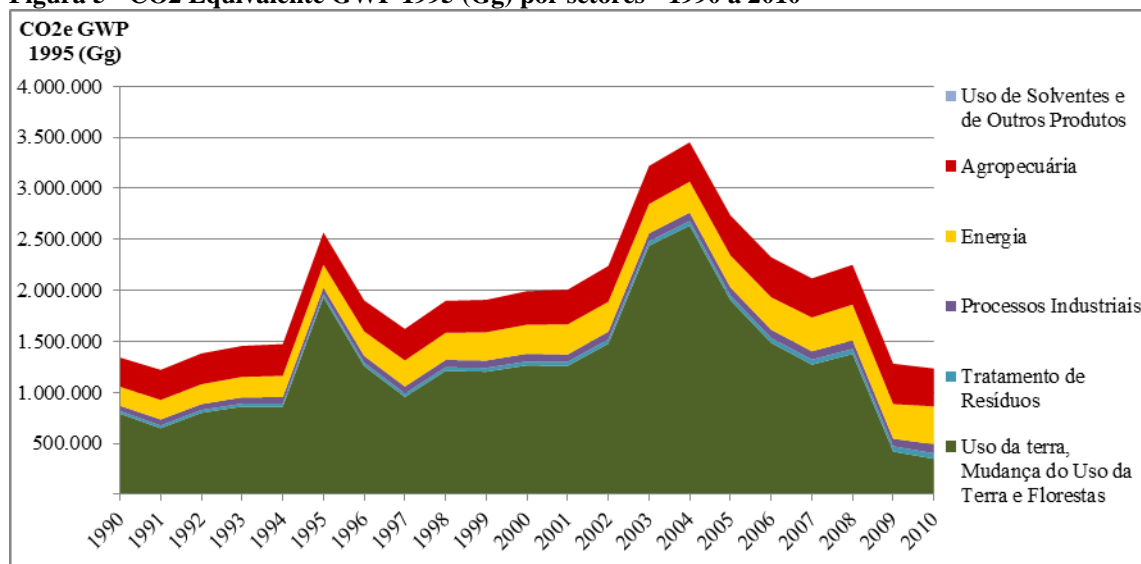
2.2.2.1. Política Nacional de Mudanças Climáticas: do Decreto nº 7.390/10 à NDC brasileira

O Plano Nacional de Mudanças Climáticas busca elaborar as estratégias e metas de mitigação de GEE brasileiras. Uma de suas principais funções está na adequação das políticas públicas brasileiras e nas estratégias de desenvolvimento do país com os objetivos traçados na PNMC (SPERANZA; RESENDE, 2015). Segundo o Plano, as principais estratégias nacionais de redução das emissões de GEE enfatizam a redução dos níveis de emissão por mudança de uso da terra e floresta, ao estabelecer uma meta drástica de redução no desmatamento da Amazônia até 2020: a meta de redução de 80% do desmatamento médio verificado na região com relação ao período de 1996 a 2005 (PBMC, 2014c). Foi principalmente com base nesta meta de redução que o Brasil apresentou sua meta voluntária de reduzir entre 36,1 e 38,9% das emissões totais projetadas para 2020.

A Figura 5 apresenta os dados mais recentes sobre as emissões antrópicas por fontes de remoções por sumidouros de gases de efeito estufa, apresentadas na 3ª Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima. O setor de destaque do inventário realizado corresponde à redução nas emissões referentes ao

setor de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas, resultado, principalmente, de programas e políticas de incentivo ao desmatamento da Amazônia. O desmatamento na Amazônia brasileira no período compreendido entre 2004 e 2014 resultou na queda da taxa de aproximadamente 82%.

Figura 5 - CO2 Equivalente GWP 1995 (Gg) por setores - 1990 a 2010



Fonte: Sistema de Registro Nacional de Emissões – Sirene. Disponível em: <http://sirene.mcti.gov.br/>. Acesso em 29/12/2017.

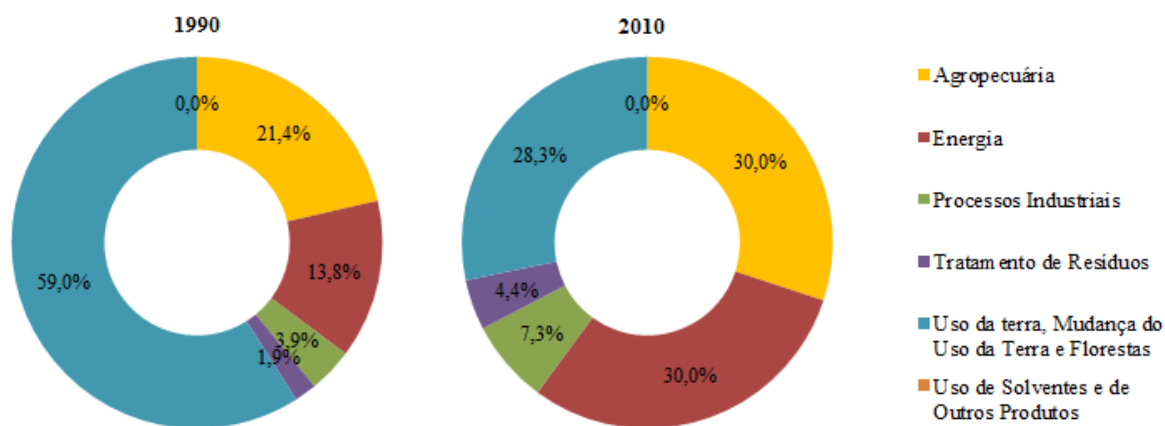
Notas: o inventário da Comunicação Nacional inclui apenas as emissões antrópicas por fontes de remoções por sumidouros de gases de efeito estufa, não controlados pelo Protocolo de Montreal (ou seja, não incluem os gases CFCs e HCFCs), conforme determinado pela Convenção. Desta forma, os gases de efeito estufa estimados no inventário correspondem a: CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs e SF₆.

A Figura 6 apresenta a comparação da participação dos setores nas emissões de GEE brasileiras entre os anos de 1990 e 2010, a partir de dados do 3º Inventário de Emissões nacionais. É possível observar que, ao passo em que o setor de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas cai em termos de participação percentual, os setores de Energia e Agropecuária aumentam sua participação.

O perfil de emissões brasileiras vem se alterado nos últimos anos. Embora grande parte de suas emissões (28,3%) ainda seja associada às mudanças de uso da terra e ao desmatamento do Cerrado e da Amazônia, o aumento das emissões do setor de energia vem se destacando ao longo dos últimos anos. É importante ressaltar que a matriz energética brasileira é pouco intensiva em carbono, com exceção ao transporte de carga. Além disso, a energia hidrelétrica e a energia proveniente da biomassa renovável (etanol de cana de açúcar, madeira e carvão vegetal de plantações florestais, assim como biodiesel de óleos vegetais a partir do cultivo) possuem grande participação na matriz energética brasileira quando comparada com a matriz de outros países, garantindo alto índice de fontes renováveis de

energia (EPE, 2017; PBMC, 2014c). Não obstante, no período entre 2003 e 2008 houve expansão nas usinas termoeletricas brasileiras (PBMC, 2014c), aumentando a intensidade em carbono da matriz energética brasileira, o que pode sustentar o aumento das emissões do setor de Energia observado na Figura 6.

Figura 6 - Comparação da participação dos GEE por setor (CO2e) entre 1990 e 2010



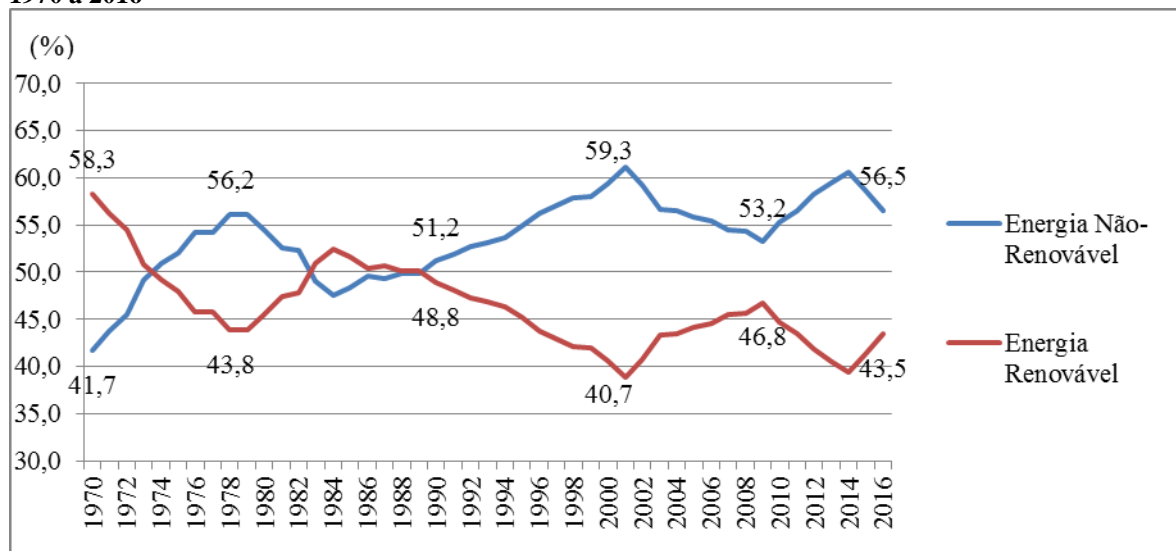
FONTE: Fonte: Sistema de Registro Nacional de Emissões – Sirene. Disponível em: <http://sirene.mcti.gov.br/>. Acesso em 29/12/2017.

A Figura 7 mostra a evolução da participação das fontes de energia renováveis e não-renováveis na oferta interna de energia brasileira, no período compreendido entre 1970 e 2016. Em 1970 a energia proveniente de fontes não-renováveis representava 41,7% da matriz energética brasileira, seu percentual mais baixo da série histórica. Em 2001, este percentual chegou ao patamar de 61,1% e alguns anos mais tarde, em 2016, a participação das fontes não-renováveis fica em 56,5%. Além da matriz energética em si, é importante destacar que a produção industrial, o transporte de carga e a mobilidade das pessoas correspondem, juntos, a aproximadamente 65% do consumo de energia do país (EPE, 2017). O setor de transportes corresponde a 45,3% do total de emissões antrópicas associadas à matriz energética brasileira. Isto está muito associado ao uso do combustível diesel para o transporte de carga e para o transporte público, o qual é altamente poluidor.

O uso dos combustíveis fósseis em alguns dos setores-chave da economia brasileira, como a indústria, transporte e agropecuária, setores residencial, comércio e serviços, aponta para a maior atenção das estratégias de mitigação das emissões brasileiras relacionadas à energia (PBMC, 2014c). As áreas urbanas possuem grande peso neste cenário, de forma que as cidades possuem papel importante para a elaboração de políticas que contemplem, por

exemplo, a transferência de tecnologia. As políticas subnacionais de clima tem grande importância nesse sentido.

Figura 7 - Participação das Fontes de Energia Renováveis e Não-Renováveis na oferta interna de energia - 1970 a 2016



Fonte: EPE, 2017 – Balanço Energético Nacional: Séries Históricas Completas. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/BEN-Series-Historicas-Completas>. Acesso em: 29/12/2017.

Os dados e informações fornecidos pela 3ª Comunicação Nacional sobre as emissões brasileiras mostram, além dos resultados das políticas adotadas, um novo rumo para o compromisso brasileiro com a mitigação dos GEE e a possibilidade de adoção de novas estratégias a partir de 2020, o Acordo de Paris coloca as NDCs dos países-parte em vigor. A NDC brasileira estabelece a meta de redução das emissões de GEE para 2025 em 37% abaixo dos níveis de 2005, e para 2030 em 43% abaixo dos níveis de 2005 (BRASIL, 2015).

Além das metas de mitigação, o Plano Nacional sobre Mudança do Clima tem como um de seus objetivos criar condições internas para lidar com os impactos das mudanças climáticas. Desta forma, por meio da adaptação dos sistemas brasileiros, busca-se aumentar a resiliência e reduzir vulnerabilidades. Dentre as diretrizes e conceitos abordados pela PNMC, o termo adaptação é definido por “*Iniciativas e medidas para reduzir a vulnerabilidade dos sistemas naturais e humanos frente aos efeitos atuais e esperados da mudança do clima*” (BRASIL, 2008). Por se tratar de medidas de caráter local, a PNMC destaca a inserção das medidas adaptativas nos planos setoriais, de forma que a especificidade de cada setor ou ecossistema seja considerada na formulação de ações que lidem com a mudança do clima. Dentre os instrumentos elencados pela PNMC que visam estimular a adaptação, existem os mecanismos financeiros e econômicos, além da possibilidade de criação de outros

mecanismos que estimulem o desenvolvimento de processos e tecnologias que contribuam para a adaptação das localidades às mudanças climáticas.

Dentre os planos setoriais, a elaboração do Plano Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas (PNA), instituído em 10 de maio de 2016 por meio da Portaria nº 150 do governo federal, representa a abordagem integrada proposta pela política nacional. Com base em uma perspectiva sistêmica, o Plano conta com medidas de adaptação nas estratégias setoriais e temáticas:

[...] está organizado em 11 estratégias de adaptação para os setores e temas elencados como potencialmente vulneráveis à mudança do clima e ao mesmo tempo prioritários para o desenvolvimento do país: Agricultura, Biodiversidade e Ecossistemas, Cidades, Desastres Naturais, Indústria e Mineração, Infraestrutura (Energia, Transportes e Mobilidade Urbana), Povos e Comunidades Vulneráveis, Recursos Hídricos, Saúde, Segurança Alimentar e Nutricional e Zonas Costeiras. As estratégias discutem sobre as principais vulnerabilidades, lacunas de conhecimento, gestão de cada setor e tema frente às mudanças do clima e apresentam as diretrizes para implementação de medidas adaptativas visando o incremento da resiliência climática. (BRASIL, 2016, p. 8)

As disposições sobre adaptação da PNMC foram, posteriormente, incorporadas pelo Plano Plurianual (PPA) 2012-2015. No mais recente PPA 2016-2019, são elencadas algumas ações e programas multissetoriais ligados à mitigação e adaptação às mudanças climáticas, com ênfase nas ações de prevenção a desastres, por meio da diretriz estratégica de “*ampliação das capacidades de prevenção, gestão de riscos e resposta a desastres e de mitigação e adaptação às mudanças climáticas*” (BRASIL, 2016, p. 173). Para os próximos anos, a NDC brasileira reafirma o compromisso brasileiro em aumentar a capacidade da população em lidar com os efeitos dos eventos climáticos extremos previstos. Os sistemas e alerta antecipado e planos de ação para responder a desastres dos eventos extremos¹⁴ são ressaltados como estratégia para os anos seguintes. Assim como ressalta o documento, o Brasil, monitora eventos de precipitação extrema em pelo menos 888 municípios (BRASIL, 2015), e esta é uma das formas de atuação destacadas pela estratégia nacional para os próximos anos.

A relevância da construção de um instrumento de planejamento e de um marco estratégico na temática da adaptação, principalmente sob um pano de fundo setorial, para a questão das mudanças climáticas nas áreas urbanas resta justamente sobre a abordagem integrada das políticas de clima com as políticas públicas urbanas. Para tal, é necessário que haja um esforço conjunto com os entes subnacionais, de forma que as políticas urbanas locais encontrem sinergias com as estratégias de adaptação traçadas no PNA (KLUG; MARENGO; LUEDEMANN, 2016; SPERANZA; RESENDE, 2015). A integração das três esferas de

¹⁴ Na subseção 1.4.2.3 as iniciativas municipais de criação de sistemas de alerta a precipitações extremas e deslizamentos são apresentadas e discutidas.

governo se torna especialmente relevante no contexto urbano, uma vez que nestas localidades os governos possuem variadas possibilidades de atuação na implementação de medidas, por exemplo, em áreas relacionadas à infraestrutura e serviços públicos locais essenciais para a população. Por outro lado, em termos de atuação estadual ou municipal as políticas de clima que atuam nos objetivos de redução das emissões de GEE se encontram mais consolidadas do que o caso das medidas adaptativas.

2.2.2.2. Políticas subnacionais de mudanças climáticas

A partir da criação da PNMC e seus desdobramentos, diversos estados instituíram suas políticas para incentivar a redução de emissões e estimular a proteção das florestas (ALBUQUERQUE, 2012). Segundo os dados do Observatório de Políticas Públicas de Mudanças Climáticas¹⁵, das 27 unidades federativas no Brasil, 16 já criaram suas políticas de clima e quatro possuem projetos de lei (PLs), entretanto, apenas quatro estados possuem metas mandatórias de emissão instituídas: Rio de Janeiro, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraíba. Com relação às medidas adaptativas, a atuação estadual é incipiente, mas já existem algumas formas de atuação consolidadas. Por outro lado, conforme destacam Speranza e Resende (2015), muitas das iniciativas de adaptação subnacionais surgem por meio de um viés reativo aos efeitos negativos das mudanças climáticas, na medida em que tais eventos começaram a ocorrer dentro de sua competência, e não decorrem de um planejamento sólido:

[...] Ademais, são poucas àquelas voltadas à criar capacidade adaptativa e de resiliência. A sua maioria foi criada como resposta a efeitos negativos frequentes e recorrentes que os governos estaduais estavam precisando lidar com o advento da mudança climática global. Em reação a perdas econômicas, materiais e de vidas, alguns governos estaduais implementam mudanças para diminuir a sensibilidade aos efeitos das mudanças climáticas através de melhorias na gestão dos recursos hídricos, zoneamento costeiro, uso e ocupação irregular do solo, manutenção da cobertura florestal, etc. (SPERANZA; RESENDE, 2015, p. 11)

Ainda há um longo caminho a ser percorrido pelos governos locais no que tange as medidas adaptativas. No entanto, independente de seu caráter reativo ou preventivo, alguns estados já inseriram em seu planejamento e estrutura de governo ações e programas que visam à adaptação aos principais riscos às mudanças climáticas específicos de cada localidade. O Quadro 2 apresenta iniciativas de adaptação em estados da Região Sudeste, a saber: Espírito Santo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. As iniciativas são diversas, uma vez que os possíveis impactos das mudanças climáticas variam dependendo da localidade.

¹⁵ Disponível em: <http://forumempresarialpeloclima.org.br/observatorio-de-politicas-publicas-de-mudancas-climaticas/>. Acesso em 20/10/2017.

Quadro 2 - Iniciativas estaduais de adaptação às mudanças climáticas

Estado	Impactos das Mudanças Climáticas	Iniciativas de Adaptação
Espírito Santo	Fortes chuvas associadas ao uso e ocupação irregular dos solos têm ocasionado movimentos de massa, deslizamentos de terra e enxurradas. Desde 2000 até 2009, os desastres naturais respondem por 156.218 pessoas desalojadas e desabrigadas e 1.115 mortas e feridas	Programa Estadual de Adaptação às Mudanças Climáticas: Elaborar e implantar Planos de Gestão de Risco para todos os municípios. O que envolve medidas subsequentes como: obras, reassentamentos, publicação de legislação e marcos regulatórios, capacitação de gestores e da população em geral. O CCMH irá permitir que a previsão e o monitoramento hidrometeorológico do tempo no Estado do Espírito Santo sejam feitos com grau de segurança e antecedência necessários para a realização de ações preventivas por meio de alertas de proximidade para a Defesa Civil.
Minas Gerais	Redução do crescimento econômico com perdas estimadas de 0,53% até 2,69% do PIB conforme o cenário de GEE (A2 e B2) e o período (2035 e 2050); (ii) aumento das desigualdades regionais; (iii) aumento da atividade pecuária nas regiões mais pobres e (iv) aumento das forças de expulsão populacional das zonas rurais.	Plano de Energia e Mudanças Climáticas (PEMC) para o período de 2015-2030. Estudo de Vulnerabilidade Regional às Mudanças Climáticas: Visa definir em que medida Minas Gerais é e pode ser afetado pelas mudanças climáticas, sendo, portanto, a base técnica para a proposição de uma estratégia de adaptação no Estado. Estratégia de Adaptação Regional para Minas Gerais: O plano é uma resposta do Governo do Estado aos períodos de longas estiagens e fortes chuvas que causaram impactos significativos na economia de Minas nos últimos anos. O objetivo é realizar um planejamento territorial para a adoção de medidas de adaptação em cinco eixos temáticos: recursos hídricos, agropecuária, biodiversidade, capacidade institucional e saúde humana.
Pernambuco	Pernambuco é altamente vulnerável aos efeitos negativos da mudança climática global, com impactos em especial nas áreas litorâneas de baixa declividade. Também grande parte do estado está sujeito à desertificação.	Elaboração do Plano Estadual de Mudanças Climáticas: desertificação, gerenciamento costeiro e gestão urbana, com ações previstas para: (a) monitoramento e controle dos impactos, vulnerabilidades e riscos destas áreas à mudança climática global; (b) ações de educação, pesquisa e tecnologia; (c) criação de instrumentos econômicos que facilitem a adoção de medidas de prevenção e adaptação.

Estado	Impactos das Mudanças Climáticas	Iniciativas de Adaptação
Rio de Janeiro	<p>A cidade do Rio de Janeiro vem sendo marcada por tragédias, com perdas de vidas, casas destruídas e caos urbano, decorrentes de chuvas de verão fortes que provocam deslizamentos de terra e alagamentos. Episódio de chuvas fortes em abril de 2010 foi decisivo para modificar a recorrência dos efeitos destrutivos provocados pelas chuvas e introduzir uma cultura de resiliência na cidade.</p>	<p>Projeto Rio Resiliente: Tendo como base institucional a estrutura do Centro de Operações Rio, uma gestão resiliente se propõe a promover iniciativas que permitam melhor gestão de recursos (ativos físicos, contratos, recursos financeiros e humanos) para a mobilização pela resiliência, e também em ações de envolvimento com a sociedade. É responsável pela elaboração, gestão e monitoramento das ações de resiliência a serem desenvolvidas nas áreas de foco, garantindo alinhamento com o tema das mudanças climáticas, e desdobrando ações de resposta advindas das iniciativas de resiliência. No âmbito do Rio Resiliente, foram elaborados também o Plano Diretor de Arborização; Diagnóstico de Vulnerabilidade Ambiental; Sistema Alerta Rio; Mapeamento geológico das encostas; e ações de microdrenagem e manutenção de vias.</p> <p>Plano piloto de adaptação à mudança climática para o município de Petrópolis: Foco principal do plano tornou-se recuperar e preservar a área de Mata Atlântica do município e as suas nascentes.</p>
Rondônia	<p>Em 2014 o governo federal decretou Estado de Calamidade Pública em Rondônia, situação provocada por uma cheia histórica. Nos municípios de Porto Velho, Nova Mamoré e Guajará-Mirim cerca de 97 mil pessoas foram afetadas, sendo que 35 mil ficaram desabrigadas ou desalojadas.</p>	<p>Plano Integrado de Reconstrução e Prevenção de Desastres de Rondônia: São 54 projetos elaborados por cerca de 150 representantes do estado, municípios e sociedade civil, para recuperação total das áreas atingidas pela cheia histórica do Rio Madeira. Os 54 projetos estão divididos em cinco eixos temáticos: meio ambiente, saúde, inclusão social, infraestrutura e estrutura organizacional. Entre as propostas estão: a implantação de um programa habitacional voltado para a calamidade pública; a promoção do programa Minha Casa, Minha Vida focalizado nas pessoas atingidas pela cheia; o estabelecimento de linhas de crédito atrativas para os empresários do estado e a construção de um muro de contenção na cidade de Porto Velho.</p>

Estado	Impactos das Mudanças Climáticas	Iniciativas de Adaptação
<p align="center">Santa Catarina</p>	<p>Em 2008, a Região do Vale do Itajaí foi fortemente impactada por chuvas intensas. No período de 22 a 24 de novembro de 2008 chuvas fortes causaram inundações severas e deslizamentos fatais. Cerca de 1,5 milhão de pessoas, ou seja, um quarto da população total de Santa Catarina foi diretamente afetada. Onze municípios da Bacia do Itajaí ficaram em estado de calamidade pública. Estimativas das perdas devido a esse evento extremo de chuva são da ordem de US\$ 350 milhões, bem como devido à paralisação do comércio durante alguns dias no Porto de Itajaí.</p>	<p>Plano Integrado de Prevenção e Mitigação de Riscos e Desastres Naturais na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (PPRD-Itajaí): criado no âmbito do Comitê de</p> <p>Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (Comitê Itajaí) com a participação de inúmeros e variados atores e instituições locais⁸. O plano foi criado como resposta ao desastre climático ocorrido em novembro de 2008. Alinhado com a Política Nacional de Defesa Civil, o PPRDItajaí contém seis programas, subdivididos em 25 linhas de ação e 76 projetos, que sinalizam as prioridades para a prevenção dos riscos de desastres naturais. As seis linhas de ação são: (i) desenvolvimento institucional para preparação para emergências e desastres; (ii) monitoramento, alerta e alarme; (iii) percepção, comunicação, motivação e mobilização para resiliência e diminuição da vulnerabilidade; (iv) avaliação de riscos de desastres; (v) redução dos riscos de desastres e (vi) recuperação de áreas afetadas por desastres.</p>

FONTE: Adaptado de “Adaptação às Mudanças climáticas no Brasil: Subsídios para o debate e a construção de políticas públicas”, de Speranza & Resende (2015).

Parte dos programas e iniciativas apresentados acima adota diferentes formas de sistemas de aviso e resposta como uma das principais estratégias para aumentar a capacidade de enfrentamento destas localidades aos riscos das mudanças climáticas. Em diversas destas localidades as enchentes, fortes chuvas e deslizamentos são eventos com maior probabilidade de ocorrência em alguns cenários previstos pelo AR5-IPCC¹⁶ (2014b). Por meio destes mecanismos, a probabilidade da população local e do Poder Público associado ao resgate e salvamento estarem desprevenidos diante da ocorrência tais eventos diminui, aumentando sua capacidade de resposta. É importante destacar que tais políticas e mecanismos devem estar alinhadas com os demais atores envolvidos, tanto na prevenção de desastres quanto nas ações de resgate. Instituições como o Corpo de Bombeiros, a Defesa Civil, hospitais, entre outras instituições do serviço público, devem participar da construção e do funcionamento de tais mecanismos por dois principais motivos. Em primeiro lugar, estes atores possuem

¹⁶ Para maior aprofundamento acerca dos riscos previstos pelo *Working Group II* do AR5-IPCC (2014), principalmente para as áreas urbanas, consultar o Capítulo 3 desta pesquisa.

proximidade com o problema em questão, podendo, assim, auxiliar na construção de ações preventivas com maior nível de informações. Além disso, tais atores atuam após a ocorrência dos eventos que podem vir a acontecer, de forma que é fundamental que estejam envolvidos nas ações desde o início para melhor atuação.

Se a atuação estadual encontra grandes possibilidades de expansão e aprofundamento no problema, a atuação municipal é ainda mais restrita. Poucos municípios adotaram metas de mitigação dos GEE, instrumento este que já se encontra mais consolidado no âmbito dos estados. Entretanto, por outro lado, algumas cidades já começaram a caminhar na direção de uma atuação mais sólida ao elaborar inventários de emissões de GEE em nível municipal, tais como São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba e Belo Horizonte, entre outras. O avanço proporcionado pelos inventários de emissão de GEE vai além da estimativa de quanto será necessário reduzir em termos dos gases de efeito estufa. Os inventários de emissão de GEE municipais são importantes instrumentos para a construção de políticas públicas de clima localizadas. A identificação e a quantificação das fontes de emissões de GEE trazem importantes informações não apenas para a adoção de medidas mitigadoras focalizadas, mas também para as medidas adaptativas consistentes com os principais impactos que as alterações climáticas poderão exercer sobre os sistemas locais (BARBIERI; VIANA, 2013; D'AVIGNON *et al.*, 2010).

O cenário de contingenciamento de investimentos públicos e privados é comum em diversas cidades, e por este motivo o planejamento e o desenho das políticas públicas podem ser determinantes para a resolução de determinado problema ambiental. Neste cenário, aspectos locais como a heterogeneidade espacial e populacional apontam as principais necessidades específicas de cada localidade ou grupo populacional, assim como podem impactar o desempenho das ações e políticas públicas (BRASIL, 2016). Ao ignorar tais especificidades, políticas bem desenhadas e estruturadas podem se tornar ineficazes ou não considerar as potencialidades específicas de cada região, as quais podem resultar em grandes oportunidades. A partir dos inventários de emissão de GEE, os formuladores de políticas públicas têm a oportunidade de identificar as principais atividades geradoras de gases de efeito estufa, podendo, assim, delinear cenários e ações mais efetivas e direcionadas na trajetória para uma economia de baixo carbono (BARBIERI; VIANA, 2013; D'AVIGNON *et al.*, 2010; OJIMA; MARANDOLA JR., 2010).

Outro destaque no que tange o avanço dos municípios com relação às mudanças climáticas são as parcerias dos governos locais com entes transnacionais, os quais adquiriram, ao longo dos últimos anos, um importante papel de facilitar a elaboração dos inventários de

emissão de GEE e a implementação de soluções conjuntas com o objetivo de mitigação e adaptação nas cidades. Além da cooperação intergovernamental, as parcerias com organizações não governamentais e com o setor privado tem sua relevância no papel das cidades para o alcance dos objetivos traçados nas políticas de clima estaduais e nacional, além de seu caráter proativo poder gerar soluções diferenciadas na transição das cidades para economias de baixo carbono. Nas últimas duas décadas, vêm surgindo redes de atores transnacionais integradas por municípios, com objetivo de atuação conjunta. Estas parcerias entre cidades do mundo inteiro têm iniciado a formação de uma rede sólida de atuação local, troca de experiências, informações, apoio técnico e inclusive parcerias entre os próprios governantes ao redor do mundo.

No caso das cidades, é de grande relevância que tais localidades possuam uma abordagem integrada que considere a mitigação, adaptação, além do desenvolvimento urbano, devido ao nível de vulnerabilidade populacional destas regiões (BRASIL, 2016; MARTINS; FERREIRA, 2010; WORLD BANK, 2010). Programas e ações locais, como os programas de criação de áreas verdes, substituição de biocombustíveis da frota de ônibus, criação de ciclovias, programas de eficiência energética no setor público, construção civil de baixo impacto ambiental, entre outras iniciativas, constituem possibilidades de atuação das cidades na mudança do clima (BARBIERI; VIANA, 2013), associadas à suas competências enquanto governo local. Tanto os esforços de mitigação quanto os de adaptação precisam ser levados à risca em todas as esferas governamentais, para que o esforço conjunto traga benefícios e atenda as necessidades de todas as localidades. Em alguns casos estas iniciativas têm em sua relevância não apenas a atuação em resposta às mudanças climáticas, mas também convergem com os objetivos dos governos em promover o bem-estar de sua população local. Estas sinergias podem, e devem ser consideradas como oportunidades das políticas públicas de clima para melhorias no desenvolvimento das cidades.

2.2.2.3. Adaptação e política urbana: Oportunidades das políticas públicas de clima para as cidades

Nas seções anteriores, esta pesquisa buscou explorar a importância das cidades no desafio das mudanças climáticas, ressaltando não apenas os impactos que os grandes centros urbanos têm na mudança do clima, mas também como estas regiões são extremamente vulneráveis aos efeitos de eventos ligados às mudanças climáticas. É preciso, cada vez mais, direcionar o foco da análise para os grandes centros urbanos (PBMC, 2016), procurando

entender as oportunidades e barreiras para a elaboração e implementação de políticas públicas e ações de mitigação e adaptação inovadoras nas cidades.

Além de ser essencial, a participação das cidades no desafio das mudanças climáticas pode ser vantajosa sob a ótica dos governantes. Em primeiro lugar, sob o ponto de vista global, os custos de inação podem ser muito altos, uma vez que o atraso em relação à trajetória ótima de baixa emissão de carbono possivelmente tornará a mitigação cada vez mais cara e inacessível. Além disso, para as localidades, o número e o nível de gravidade dos impactos associados às mudanças climáticas tende a aumentar com o tempo, assim como as perdas socioeconômicas, enquanto a capacidade de resposta das cidades não evolui na mesma proporção (CASTRO; YOUNG, 2015; WORLD BANK, 2010).

Segundo as estimativas do levantamento realizado pelo Relatório Stern (2006), as perdas associadas aos eventos provocados pelo aquecimento global podem custar cerca de 14,8 trilhões de reais anualmente nas próximas décadas, variando entre 5%, 10% a 20% do PIB global anual, de acordo com os cenários de riscos e impactos das mudanças climáticas. Enquanto isso, os custos associados às medidas as quais reduzem as emissões de GEE correspondem a aproximadamente 1% do PIB global (SPERANZA; RESENDE, 2015; STERN, 2006). Do ponto de vista do tomador de decisões, os benefícios sociais da adoção de práticas de mitigação e adaptação muitas vezes compensam os gastos de abatimento. Além das melhorias na saúde pública e de gastos provenientes de eventos climáticos como inundações e secas, a redução de custos através do aumento da eficiência e segurança energética pode resultar na diminuição de custos significativa (SPERANZA & RESENDE, 2015; WORLD BANK, 2010; KLUG; MARENGO; LUEDEMANN, 2016).

Para além das oportunidades de redução de custos provenientes de desastres climáticos, as iniciativas de gestão do espaço urbano possuem variadas oportunidades de sinergias entre medidas relacionadas ao desafio das mudanças climáticas e desenvolvimento local das cidades (FERREIRA & MARTINS, 2010; WORLD BANK, 2010; YOUNG & CASTRO, 2015; SPERANZA & RESENDE, 2015). Um exemplo de oportunidade é a presença de um grande corpo de especialistas e técnicos nas grandes cidades, o que garante alto nível de conhecimento e troca de experiências, por meio de conferências técnicas ou publicações e possibilitando a aplicação prática. Além disso, a aplicação deste conhecimento na busca por soluções só é possível por meio de uma rede de infraestrutura de ponta, que permite a disseminação deste conhecimento e caracteriza as cidades como laboratórios (WORLD BANK, 2010) para encontrar soluções para o desafio das mudanças climáticas.

Desta forma, as cidades podem auxiliar o desenvolvimento e experiência de inovações técnicas e sociais, as quais podem ser levadas ao nível nacional posteriormente (OECD, 2014). Por meio destas iniciativas, as cidades podem alcançar uma posição diferenciada ao se inserir dentro de um grupo de líderes, acessar informações e tecnologia. Neste aspecto, as cidades tem maior atrativo de recursos humanos e financeiros ao fornecer maior qualidade de vida (WORLD BANK, 2010; ANAND & SEETHARAM, 2010). E, de fato, algumas iniciativas relacionadas à mobilidade urbana, tais como o fomento ao transporte urbano sustentável e mudanças no trânsito que diminuem o tempo de deslocamento, têm atraído olhares do mundo inteiro pelas vantagens associadas à qualidade de vida da população.

Finalmente, as grandes cidades podem ajudar as outras regiões menores e com menos renda na trajetória para a redução dos níveis de GEE, contribuindo para os objetivos nacionais. As competências dos governos locais geralmente incluem o zoneamento do uso da terra, transporte, edificação, gestão de resíduos e serviços de água e esgoto. Por possuir tais competências, as localidades possuem a capacidade de formulação de políticas públicas e elaboração de parcerias com outros entes públicos e com o setor privado, visando reduzir os níveis de GEE.

É sob o pano de fundo de uma abordagem sistêmica, a qual considera tanto os principais problemas atuais das cidades ao mesmo passo em que antecipa os problemas futuros que as políticas de desenvolvimento urbano das cidades estão entre os meios mais efetivos de alcançar os objetivos de adaptação às mudanças climáticas (KLUG; MARENGO; LUEDEMANN, 2016):

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. (KLUG; MARENGO; LUEDEMANN, 2016, p. 310)

Dentre as políticas de planejamento urbano, destacam-se a Lei Federal n 10.257, de 10 de julho de 2001, chamada de Estatuto da Cidade, e a Lei Federal n° 12.608 – a qual institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. Além de apresentar instrumentos de planejamento urbano municipal, definir institutos financeiros, tributários, jurídicos e políticos os quais atuam em questões relacionadas com a função social da cidade e da propriedade urbana, o Estatuto da Cidade torna obrigatória a elaboração de planos diretores para os municípios que se encaixam nas seguintes categorias: Municípios com número de habitantes acima de vinte mil; integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas; municípios

com áreas de especial interesse turístico e inseridos em áreas de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental; e áreas incluídas no cadastro nacional de Municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos¹⁷ (BRASIL, 2001; KLUG; MARENGO; LUEDEMANN, 2016).

Tanto os instrumentos previstos no Estatuto quanto a obrigatoriedade de elaboração dos planos diretores são elementos de planejamento urbano os quais permitem a redução de vulnerabilidades e, conseqüentemente, aumentam a resiliência das cidades. Alguns exemplos destes instrumentos jurídicos e políticos são a instituição de Unidades de Conservação (UCs) e a instituição de zonas especiais de interesse social (ZEIS), a qual permite que as áreas ocupadas pela população de baixa renda ou proveniente de vazios urbanos sejam integradas ao tecido urbano. O instrumento de parcelamento, edificação ou utilização compulsórios, assim como o IPTU progressivo, permite o acesso à terra urbanizada e planejada, de forma a evitar a ocupação de áreas de risco (KLUG; MARENGO; LUEDEMANN, 2016). Por outro lado, conforme ressaltam Garcias & Pinheiro (2013, p. 231), alguns dos instrumentos previstos por lei e que devem ser implementados pelos governos locais encontram, na obrigatoriedade de determinados critérios, sua má formulação ou má implementação:

Ocorre que essas práticas, ao mesmo tempo em que fazem aumentar a elaboração dessa modalidade de planejamento extremamente relevante para as cidades, às obrigam – na necessidade emergencial de obtenção desse condicionante para o desenvolvimento de suas operações de crédito, ou apenas para o cumprimento legal – a elaborarem esse planejamento sem o seguimento dos critérios indispensáveis para que suas finalidades sejam atingidas. Produz-se apenas o cumprimento de um requisito para o financiamento, correndo o risco de serem elaborados planos que apenas atendam a necessidade formal de haver um plano e que, assim, deixam a desejar quanto a sua eficiência no planejamento dos municípios. (GARCIAS; PINHEIRO, 2013, p. 231)

Quase 11 anos mais tarde, em 2012, foi promulgada a Lei nº 12.608, a qual institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC. Com a instituição da PNPDEC, foram introduzidas diversas disposições no Estatuto da Cidade associadas a medidas preventivas e de amparo a populações expostas a situações ligadas a desastres como inundações, deslizamentos, entre outros. Em seu art. 42-A, a lei nº 12.608 prevê a obrigatoriedade de plano diretor dos municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou

¹⁷ As áreas incluídas no cadastro nacional de Municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos foram incluídas no Estatuto das Cidades em abril de 2012, por meio da Lei Federal nº 12.608, a qual institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil.

hidrológicos correlatos contendo, entre outros elementos (BRASIL, 2012; KLUG; MARENGO; LUEDEMANN, 2016):

- I. Mapeamento contendo as áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos;
- II. Planejamento de ações de intervenção preventiva e realocação de população de áreas de risco de desastre;
- III. Medidas de drenagem urbana necessárias à prevenção e à mitigação de impactos de desastres;
- IV. Diretrizes para a regularização fundiária de assentamentos urbanos irregulares, se houver, observadas a Lei no 11.977, de 7 de julho de 2009, e demais normas federais e estaduais pertinentes, e previsão de áreas para habitação de interesse social por meio da demarcação de zonas especiais de interesse social e de outros instrumentos de política urbana, onde o uso habitacional for permitido;
- V. Identificação e diretrizes para a preservação e ocupação das áreas verdes municipais, quando for o caso, com vistas à redução da impermeabilização das cidades.

Em 2015, por sua vez, foi instituído o Estatuto das Metrôpoles, por meio da Lei nº 13.089, o qual determina instrumentos de desenvolvimento urbano integrado, tais como os Planos de Desenvolvimento Urbano Integrado – PDUI. Os PDUIs devem conter o macrozoneamento da unidade territorial urbana; as diretrizes quanto à articulação dos Municípios no parcelamento, uso e ocupação no solo urbano; assim como a delimitação das áreas com restrições à urbanização visando à proteção do patrimônio ambiental ou cultural, bem como das áreas sujeitas a controle especial pelo risco de desastres naturais, se existirem.

Todos estes dispositivos legais e seus instrumentos e mecanismos previstos têm em sua construção e implementação elementos que impactam a vulnerabilidade das populações urbanas, de forma que a adaptação e mitigação das mudanças climáticas se encontram presentes em sua formulação, de forma integrada e cooperativa (KLUG; MARENGO; LUEDEMANN, 2016). Não obstante, os desastres naturais e não-naturais são regidos por uma abordagem com grande enfoque no planejamento contingencial ou de emergência. A política de proteção e defesa civil brasileira, a qual atribui aos municípios grande parte de sua atuação, ainda apresenta poucas realizações na prevenção de desastres (GARCIAS; PINHEIRO, 2013). As medidas preventivas se tornam fundamentais no âmbito da mudança do clima, uma vez que este conjunto de ações pode reduzir os impactos dos desastres naturais e antrópicos:

[...] Com isso, pode ser feita a afirmação de que é importante que os municípios e, sobretudo, os núcleos urbanos estejam preocupados com os desastres e, mais ainda, com as características desses eventos considerando-se as mudanças climáticas, mas, tão importante quanto é admitir que o desafio seja, além de fazer surgir a cultura de gestão de riscos de desastres no município, que ela passe a agregar a variável das alterações do clima, antecipando-se aos resultados dessa tendência. (GARCIAS; PINHEIRO, 2013, p. 235)

Ainda que a política urbana brasileira tenha sido traçada desde a Constituição de 1988, os desdobramentos da política começaram a tomar forma décadas mais tarde. A estrutura da defesa civil nas cidades brasileiras encontra diversas possibilidades de evolução na gestão de riscos e desastres (GARCIAS & PINHEIRO, 2013). Alguns municípios já estão caminhando na implementação de medidas que convergem os objetivos da PNMC e objetivos do planejamento urbano, e é igualmente necessário que as políticas orientadoras destas temáticas acompanhem esta evolução. A estratégia de adaptação do Brasil prevista na NDC considera a identificação de áreas de risco, a habitação, infraestrutura básica nas áreas de saúde, saneamento e transporte essenciais para o enfrentamento das mudanças geradas pelos eventos climáticos extremos que podem surgir. Além disso, são destaques da estratégia brasileira de adaptação os sistemas de alerta a eventos extremos como a precipitação, e seus respectivos planos de ação, assim como o uso sustentável da bioenergia e a participação de fontes de energia sem emissões ou com baixo nível de emissões de carbono (BRASIL, 2015).

Conforme apresentado no início desta seção, as medidas adaptativas tem grande relevância na trajetória das cidades para uma economia de baixo carbono, principalmente no que tange o objetivo de aumentar a resiliência das localidades, diminuindo, assim, suas vulnerabilidades. Elementos como a construção participativa do planejamento urbano, moradia adequada, provisão de serviços de saneamento básico, e os serviços de proteção e defesa civil tornam as cidades mais resilientes a grande parte dos eventos perigosos gerados pela mudança do clima (KLUG; MARENGO; LUEDEMANN, 2016). O mapeamento e a compreensão das vulnerabilidades às mudanças climáticas, por sua vez, proporciona melhor atuação da forma como a adaptação deve ser implementada e das relações entre os aspectos sociais, econômicos e ambientais que podem ser trabalhados com vistas ao aumento da resiliência local.

O caso brasileiro sugere que grande parte da vulnerabilidade da população às mudanças climáticas está ligada às desigualdades sociais existentes e à exposição desta população aos possíveis impactos da mudança do clima por fatores sociais. Paralelamente, a vulnerabilidade da população também é afetada pelos aspectos físicos destes locais, os quais podem tornar determinadas regiões expostas aos impactos das mudanças climáticas em maior

ou menor grau. Nestes casos, a compreensão dos riscos e perigos e a adaptação dos sistemas existentes se torna extremamente relevante para aumentar a resiliência local (OJIMA & MANDAROLA JR, 2010; SPERANZA & RESENDE, 2015). Desta forma, a análise da vulnerabilidade se torna um importante instrumento para compreender os diferentes impactos da mudança do clima em diferentes regiões, grupos populacionais e ecossistemas, assim como a relação entre os fatores sociais, econômicos e ambientais os quais impactam a resiliência local (ICLEI; FBPN, 2015).

Por este motivo, e ao considerar que, ao redor do mundo, existem comunidades resilientes e comunidades com menor capacidade de se adaptar (OJIMA & MANDAROLA JR, 2010), a adaptação e os estudos de vulnerabilidade às mudanças climáticas devem caminhar em paralelo. O mapeamento da vulnerabilidade de determinada população ou grupo populacional pode resultar em importantes diagnósticos para a construção de políticas e programas de enfrentamento à mudança do clima. No próximo capítulo a evolução do conceito de vulnerabilidade da população será abordada sob o pano de fundo dos desafios das mudanças climáticas e seus desdobramentos para as cidades. Para isso, são discutidos conceitos como perigo; risco; incerteza; entre outros conceitos pertinentes para o debate proposto, e como estas questões se relacionam com a vulnerabilidade. São apresentados e discutidos, também, os principais riscos e fatores que podem influenciar o grau de vulnerabilidade das populações urbanas às mudanças climáticas e, especificamente, para as cidades brasileiras.

3. A evolução do conceito de vulnerabilidade

Desde meados da década de 1940 os conceitos que permeiam as relações entre a população humana e desastres relacionados às mudanças climáticas, tais como riscos, perigos, vulnerabilidade e adaptação, têm sido abordados por uma extensa literatura. Porém, e em parte pela predominância do debate nas medidas relacionadas à mitigação, somente a partir da década 1980 que o termo *vulnerabilidade* passou a ser mais frequente nos estudos sobre riscos e perigos (IWAMA *et al.*, 2016).

No Acordo de Paris, as discussões sobre as medidas adaptativas se destacaram no debate, na trajetória de promover esforços nacionais para a implementação de tais medidas, principalmente nos países em desenvolvimento, por meio de investimentos, ações de cooperação entre os países, capacitação e transferência de tecnologia. Para internalizar os objetivos firmados nos acordos internacionais do clima, é essencial identificar as principais formas de atuação no que competem o governo nacional e os governos subnacionais. Na medida em que um dos objetivos das entidades governamentais das três esferas é justamente promover a redução da vulnerabilidade nacional à mudança do clima por meio das medidas adaptativas¹⁸, emerge a necessidade de identificar quais são estas vulnerabilidades, em quais contextos elas se encaixam, e quais grupos populacionais estão inseridos nesta realidade.

Após a divulgação do “*IPCC Third Assessment Report (TAR): Climate Change*”, em 2001, o termo vulnerabilidade passa a ser chancelado e utilizado com assiduidade. Por outro lado, como ressaltam Prado (2013) e Ojima (2012), a maior frequência de uso do termo em diversos campos acadêmicos combinada com sua característica de interdisciplinaridade resultou na mudança de um termo consolidado na literatura, tanto epistemologicamente quanto institucionalmente, para uma generalização do conceito, criando dificuldades na construção conceitual precisa e de amplo uso do termo. Ao passo que os diversos campos de estudo como a ecologia política, ecologia humana, ciência física, análise espacial, ciências sociais, entre outras, e suas diferentes práticas metodológicas trouxeram grandes evoluções para os estudos de vulnerabilidade, ao mesmo tempo, as respectivas orientações epistemológicas acarretaram em grandes discrepâncias entre sua conceituação (CUTTER, 1996). Ao longo dos anos, este campo de estudo se desenvolveu de tal forma que a interdisciplinaridade se tornou não apenas uma de suas características epistemológicas, assim

¹⁸ O objetivo de promover a redução da vulnerabilidade nacional à mudança do clima e realizar uma gestão do risco associada a esse fenômeno é expresso no Plano Nacional de Adaptação, instituído em 10 de maio de 2016 por meio da Portaria nº 150.

como não representa tão somente suas dificuldades, mas também permitiu avanços no que tange as diferentes perspectivas de análise dos estudos os quais relacionam a ocupação humana e a natureza (MARANDOLA JR; HOGAN, 2006).

Nas últimas décadas, diversos autores realizaram o esforço de resgatar o debate conceitual de tais termos, os trazendo para a nova realidade dos estudos de riscos, vulnerabilidades e mudanças climáticas. No lugar de oferecer uma unificação do pensamento científico sob um paradigma de determinada tradição científica, o esforço é muito maior: se trata de “pensar em uma nova ordem epistemológica na qual o saber ambiental passa a integrar um mesmo método científico comum a diversas disciplinas” (OJIMA, 2012, p. 8). Nesse sentido, este capítulo buscou discutir a evolução de tais termos no campo dos desastres naturais e, principalmente, levantar discussões sobre os componentes envolvidos na utilização de tais termos nos estudos de vulnerabilidade climática.

3.1. Riscos e Perigos

As alterações que se sucederam na sociedade decorrente dos processos inerentes à modernização trouxeram para a dinâmica da vida humana o debate das relações entre o desenvolvimento de uma sociedade industrial e sua utilização dos recursos naturais. Em sua obra, Beck (2011) ressalta que na era da pós-modernidade, a produção social da riqueza adotada principalmente pelos países industrializados é acompanhada pela produção social de riscos. Isso ocorre na medida em que as forças produtivas crescem exponencialmente ao redor do mundo mediante ao processo de modernização, de forma que riscos e potenciais de ameaça, tais como os problemas ambientais globais e o armamento nuclear, emergem em uma escala até então desconhecida. Desta forma, a sociedade industrial e seus problemas de escassez passariam a se constituir em uma “Sociedade de Risco”, a qual traz novas problemáticas envolvendo a “produção, definição e distribuição de riscos cientificamente e tecnologicamente produzidos” (BECK, 2011, p. 23). Na sociedade de risco a modernização, segundo o autor, se torna reflexiva, de forma a constituir-se aquilo que a sociedade busca como solução para uma série de problemas da era industrial e, paralelamente, a gera uma gama de novas problemáticas de magnitude nunca vista antes, como é o caso dos problemas ambientais globais.

Cada vez mais os estudos de risco vêm ocupando espaço em diversos campos de conhecimento, mostrando a realidade associada aos novos desafios da humanidade com relação aos problemas ambientais globais. Por outro lado, a primeira barreira encontrada pelos

pesquisadores se constitui tanto na conceituação quanto a identificação dos riscos e perigos. Em primeiro lugar, assim como ocorreu na evolução da noção de vulnerabilidade, com o desenvolvimento da literatura de riscos, da ciência e da tecnologia, a pluralidade de definições de riscos resulta em sobreposição de tais eventos. Ou seja, cada campo de conhecimento encontra, em sua definição de risco, o ponto de vista que interessa abordar. Conforme aponta Beck (2011), as constatações de risco envolvem as relações entre as ciências naturais e sociais, uma vez que, ao mesmo tempo em que abordam aspectos biofísicos, abordam também questões sociais e da racionalidade humana.

Ao tratar o tema de riscos e perigos, alguns autores abordaram estes termos com o mesmo significado, o que pode ser considerada uma perspectiva superficial e equivocada, principalmente devido à natureza de tais significados. De acordo com a Agência das Nações Unidas para Redução de Riscos de Desastres – UNISDR (2009), o risco é entendido como a probabilidade de ocorrência de um evento e suas consequências negativas, de forma que pode-se pensar no risco em diversas escalas, o qual pode variar, por exemplo, desde o risco aceitável ao risco intenso (UNISDR, 2009). Perigo, por sua vez, corresponde ao evento ou fenômeno no qual pode-se causar perda de vidas ou ferimentos a pessoas, danos a propriedades, rupturas sociais ou degradação ambiental, seja ele derivado das mudanças naturais ou por aquelas induzidas pelas atividades humanas na dinâmica climática (IWAMA *et al.*, 2016; MARTINS; FERREIRA, 2012).

Segundo o último relatório do IPCC (2014), risco é definido como “*Consequência potencial em uma situação em que algo de valor está em jogo e que o resultado é incerto, reconhecendo a diversidade de valores*”¹⁹, enquanto perigo é definido como:

A ocorrência potencial de um evento físico natural ou humano induzido ou tendência ou impacto físico que pode causar perda de vida, ferimentos ou outros impactos na saúde, bem como danos e prejuízos para propriedades, infraestrutura, meios de subsistência, provisão de serviços, ecossistemas e recursos ambientais. (IPCC, 2014a)²⁰

Outra forma de repensar as divergências entre tais significados é apresentá-los como elementos diferentes que se relacionam, na medida em que: Enquanto o perigo está associado à ocorrência do evento em si, o risco pode ser pensado como uma função da probabilidade de que tal evento efetivamente ocorra e do peso ou gravidade de tal evento (EISER *et al.*, 2012).

¹⁹ Traduzido por Iniciativa Verde. No original: “*The potential for consequences where something of value is at stake and where the outcome is uncertain, recognizing the diversity of values*” (IPCC, 2014).

²⁰ Traduzido por Iniciativa Verde. No original: “*The potential occurrence of a natural or human-induced physical event or trend or physical impact that may cause loss of life, injury, or other health impacts, as well as damage and loss to property, infrastructure, livelihoods, service provision, ecosystems, and environmental resources.*” (IPCC, 2014).

A partir da discussão das definições de risco encontradas na literatura de mudanças climáticas, existem, ainda, aspectos importantes que permeiam a construção de tal definição e sua aplicação para a identificação dos riscos às mudanças climáticas. Duas destas questões as quais se relacionam com os estudos de vulnerabilidade correspondem à incerteza atrelada aos riscos, assim como a consequente percepção da sociedade aos riscos e sua atuação.

3.1.1. Percepção de riscos

A abordagem de estudos de risco envolve uma questão comportamental da sociedade, derivada das interações entre os fatores físicos e humanos. A percepção da sociedade quanto aos riscos sob os quais tais indivíduos estão propensos (ou não) é formada por aspectos associados a sua própria experiência, valores e personalidades pessoais, cultura, e dinâmicas interpessoais (EISER *et al.*, 2012; GIDDENS, 2009; MARANDOLA JR; HOGAN, 2006). Giddens (2009) tratou esta questão no caso das mudanças climáticas enquanto problema ambiental global ao afirmar que há um paradoxo com relação aos perigos gerados pela mudança do clima e as respectivas reações da sociedade frente a tais riscos. Para o autor, na medida em que os perigos gerados pela mudança do clima não são de natureza tangível, de curto prazo ou visíveis na vida cotidiana, independentemente de sua magnitude, grande parte da população não reagirá aos riscos inerentes a eles. Desta forma, quando tais riscos se tornarem efetivamente ameaças contundentes, a sociedade não terá mais o tempo nem os recursos necessários para lidar com tal questão.

Nesse sentido, os indivíduos têm mais dificuldade de associar o peso compatível com a gravidade dos riscos futuros do que com a gravidade dos riscos presentes, devido ao nível de realidade que as pessoas associam a estes períodos no tempo (BECK, 2011; EISER *et al.*, 2012; GIDDENS, 2009; IWAMA *et al.*, 2016). Outros estudos que analisam a questão comportamental da população em relação à percepção dos riscos mostram que tais percepções são influenciadas por questões relacionadas às características da população ou de segmentos da população local como fatores psicológicos, simbólicos e culturais. Além disso, os aspectos relacionados ao local físico e a proximidade de tais localidades com os perigos e o acesso às informações e a forma como estas são divulgadas também influenciam na percepção da população ao risco (IWAMA *et al.*, 2016).

Nesta perspectiva, por exemplo, populações costeiras possuem uma percepção de risco às mudanças climáticas diferente da população residente de outras áreas, devido à maior aproximação física aos riscos de aumento do nível do mar. Analogamente, as populações as

quais vivem em locais de riscos de desabamento terão uma percepção de risco diferente dos demais indivíduos no que concernem os riscos de forte precipitação e tempestades. Notoriamente, estes são exemplos os quais exprimem apenas uma faceta relacionada à percepção de risco da população, baseada na localização geográfica dos indivíduos em relação a determinado risco. Tal percepção depende, entretanto, de um conjunto de fatores e características da população local.

Por estes fatores, a atuação dos tomadores de decisão locais se torna fundamental, principalmente no que tange as medidas adaptativas. As frentes de atuação dos governos locais, assim como no caso da população civil, são influenciadas pela gravidade que tais segmentos associam aos riscos. Por outro lado, a percepção de riscos dos tomadores de decisões nem sempre coincide com a percepção da população em geral, o que pode trazer dificuldades na implementação de determinadas medidas adaptativas e preventivas. Para o pleno sucesso de tais medidas, a percepção de risco da sociedade, a qual está associada à escala individual de vulnerabilidade aos desastres ambientais (MARANDOLA JR; HOGAN, 2006), deve caminhar de forma paralela e alinhada às escalas abrangidas pelas políticas públicas de clima (a qual corresponde a uma escala coletiva). Por este motivo, e principalmente pelo fato da atuação local ser mais ligada às medidas de adaptação, ou seja, medidas de curto prazo, impacto local e que não dependem de mudanças de hábito da população global, a relação comportamental dos governos locais com a percepção de risco se torna um fator determinante para a tomada de decisões para lidar com a questão climática.

3.1.2. Incerteza

O comportamento e a reação da sociedade frente aos riscos futuros estão ligados, também, à incerteza frente às mudanças climáticas e as respectivas possibilidades de atuação tanto em relação à mitigação quanto à adaptação (EISER *et al.*, 2012; MARANDOLA JR.; HOGAN, 2006; BECK, 2011; GIDDENS, 2009). A previsão de eventos futuros corresponde a um exercício de alta complexidade, principalmente quando não há uma distribuição de eventos anteriores que permitam que seus dados sejam extrapolados para os anos ou décadas seguintes (EISER *et al.*, 2012).

A magnitude dos riscos às mudanças climáticas, assim como o embasamento científico por meio de estimativas, levanta inúmeros questionamentos, dados, debates, e o envolvimento de especialistas de diversas naturezas. O risco emerge da incerteza. A presença de perigos iminentes e a complexidade das possibilidades de atuação frente a tais perigos não apenas

provoca a preocupação da sociedade, mas também gera uma posição de cautela pelos tomadores de decisão. A incerteza tem sido tratada como um componente de grande relevância e que não pode ser deixado de lado na literatura de políticas de clima, principalmente no que tange as formas de atuação dos governantes e demais tomadores de decisão os quais podem impactar e trazer resultados para esta problemática.

Em primeiro lugar, o pensamento de longo prazo necessário para que os tomadores de decisão e formuladores de políticas de clima construam formas de lidar com as mudanças climáticas devem levar em consideração este pano de fundo que é a incerteza (GIDDENS, 2009). O período de tempo entre a atualidade e ao cenário futuro previsto gera margem para uma infinidade de possibilidades as quais refletem a grande incerteza associada à mudança do clima. Em outras palavras, muito pode mudar neste período de tempo, e é essencial que os tomadores de decisão estejam sempre a par de tais mudanças de forma a buscar reduzir a incerteza que permeia a identificação dos riscos.

Além disso, a complexidade científico-metodológica acerca da ciência da mudança do clima dificulta o papel do conhecimento atual em associar probabilidades aos eventos futuros (GIDDENS, 2009), de forma que a identificação dos riscos futuros carregue determinado grau de incerteza que pode ser determinante para a percepção da sociedade aos riscos futuros. Além da falta de dados e informações suficientes para extrapolação, mesmo nos casos de estudos altamente qualificados, em grande parte ainda estamos lidando com estimativas. Por estes motivos, principalmente, que a precaução é um dos princípios essenciais a ser observado na elaboração de políticas públicas setoriais. O Princípio da Precaução²¹ norteia a construção de políticas sob o pano de fundo da incerteza metodológica, de forma que a incerteza não resulte na inação frente problemas de longo-prazo, grande magnitude e complexidade científico-metodológica, como as mudanças climáticas. Desta forma, o Princípio da Precaução deve estar sempre no pano de fundo do rol de decisões dos governantes e legisladores. Cabe ressaltar, afinal, que a política ambiental não funciona isoladamente, esta depende de diversos setores para alcançar seus objetivos, de forma que a precaução deve estar presente em âmbito nacional como um direito da população. De fato, como foi discutido no Capítulo 1, a noção do Princípio da Precaução está presente na Constituição Federal de 1988 sob a forma de direito da população ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, conferindo ao Poder Público e à coletividade o dever de preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

²¹ No Capítulo 1 desta dissertação se encontra uma discussão mais aprofundada sobre as origens do Princípio da Precaução e seus desdobramentos na construção de políticas no Brasil.

É perceptível a importância da noção de incerteza nos estudos os quais abordam situações de riscos. A própria definição do risco e suas diferenças apontadas com relação aos perigos mostra tal importância. Isso porque o risco não busca explicar como alguma situação futura pode ser descrita, o risco deriva da incerteza (atual ou descrita) das consequências e implicações envolvidas em tal descrição (EISER *et al.*, 2012). Mesmo com determinado grau de incerteza, o corpo científico o qual desenvolve pesquisas no tema das mudanças climáticas gerou, ao longo das décadas, uma série de evidências sobre os riscos climáticos para as cidades. A próxima subseção busca apresentar os principais riscos já mapeados para as áreas urbanas, principalmente àquelas localizadas no Brasil.

3.1.3. Riscos das mudanças climáticas

Segundo o quarto relatório do IPCC, a temperatura média, no Brasil, aumentou aproximadamente 0,75°C no Século XX²². O relatório aponta uma análise dos riscos que representam algum tipo de perigo para as pessoas, economias e ecossistemas. Para identificar melhor em quais situações os riscos associados às mudanças climáticas representam perigo, o IPCC (2014) mapeou cinco “razões integradas para preocupação” (*reasons for concern – RFCs*), ou seja, por estes fatores os impactos das mudanças climáticas se tornam efetivamente perigosos. O Quadro 3 apresenta e define as cinco RFCs mapeadas pelo IPCC (2014).

Todas as questões e situações de perigo geradas pelas mudanças climáticas são representadas por estes tópicos, ainda que em alguns países determinadas RFCs tenham maior peso do que outras. Por exemplo, para os países em desenvolvimento, a distribuição de impactos (correspondente à RFC “c” do Quadro 3) constitui um fator convergente com a realidade de sua população local, enquanto nos países desenvolvidos a preocupação com as mudanças climáticas poderá se concentrar em outros aspectos, uma vez que a realidade destes países conta com a baixa (ou menor) desigualdade social de sua população. No contexto da América Latina, o acesso limitado a serviços de saneamento, como o tratamento de água, coleta e tratamento de esgotos, coleta e disposição final do lixo, assim como maior ocorrência de eventos extremos constituem grandes ameaças à vida e à saúde humana e são fatores de maior preocupação (HOGAN *et al.*, 2001).

²² Esta estimativa considera a média anual de 1961 a 1990 de 24,9°C, tendo o ano de 1998 sido registrado como o mais quente, até 0,95°C acima da normal climatológica de 24,9°C (BRASIL, 2013, pág. 383).

Quadro 3 - Cinco razões integradas para preocupação (IPCC, 2014)

(a) Sistemas únicos e ameaçados	Alguns sistemas únicos e ameaçados, incluindo ecossistemas e culturas, já correm risco devido a mudanças climáticas (alta confiança). O número de tais sistemas em grave risco é ainda maior frente ao aquecimento adicional de cerca de 1°C.
(b) Eventos climáticos extremos	Os riscos relacionados aos eventos climáticos extremos, tais como ondas de calor, precipitação extrema e inundações costeiras, já são de moderado (alta confiança) a alto com 1°C de aquecimento adicional (média de confiança).
(c) Distribuição de impactos	Os riscos são distribuídos de forma desigual e geralmente são maiores para as pessoas e comunidades desfavorecidas em países de todos os níveis de desenvolvimento. Os riscos já são moderados por causa da diferenciação regional dos impactos das mudanças climáticas, em especial sobre a produção agrícola (de média a alta confiança).
(d) Impactos agregados globais	Os riscos são distribuídos de forma desigual e geralmente são maiores para as pessoas e comunidades desfavorecidas em países de todos os níveis de desenvolvimento. Os riscos já são moderados por causa da diferenciação regional dos impactos das mudanças climáticas, em especial sobre a produção agrícola (de média a alta confiança).
(e) Eventos singulares de grande escala	Com aumento do aquecimento, alguns sistemas físicos ou ecossistemas podem estar em risco de mudanças abruptas e irreversíveis. Os riscos associados a tais pontos de ruptura se tornam moderados entre 0-1°C de aquecimento adicional, considerando os sinais de alerta dos recife de coral de águas quentes e dos ecossistemas do Ártico que já estão experimentando mudanças irreversíveis (média de confiança). Os riscos aumentam desproporcionalmente com o aumento da temperatura entre 1-2°C e tornam-se elevados com o aquecimento acima de 3°C em razão do potencial para uma grande e irreversível elevação do nível do mar, devido ao derretimento da camada de gelo. Para sustentar um aquecimento maior do que um dado limiar, poderia ocorrer a perda quase que completa da camada de gelo da Groenlândia ao longo de um milênio ou mais, contribuindo para o aumento do nível do mar em até 7m.

FONTE: Sumário para os Tomadores de Decisão do Quinto Relatório de avaliação do IPCC - Versão em português (2014, p.19).

De forma geral, dentre os riscos que perpassam os setores e regiões, ou seja, os riscos não localizados, são destacados pelo relatório os itens apresentados nos Quadros 4, 5 e 6. Embora a população residente das áreas urbanas não sejam as áreas impactadas diretamente por todos os riscos mapeados, elas estão suscetíveis a todos estes riscos devido à integração de seus meios de subsistência com as áreas rurais. Além disso, cabe ressaltar os impactos sistêmicos que os riscos às mudanças climáticas podem trazer para as economias urbanas, por exemplo, por meio das flutuações de preços após a ocorrência de um evento perigoso ou o impacto de perdas nas cadeias de produção ou na infraestrutura. As conexões entre os sistemas urbanos, nesta perspectiva, podem fazer com que diversos setores sejam envolvidos em um único risco de ocorrência relacionado à mudança do clima (AR5-IPCC, 2014).

Os Quadros 4, 5 e 6 apresentam os riscos-chave das mudanças climáticas mapeados pelo WG2 do AR5 do IPCC (2014b) voltados para as áreas urbanas. As primeiras colunas apresentam os riscos-chave mapeados e as principais questões que envolvem a adaptação para cada risco. Além disso, são apresentados os níveis do risco (baixo, médio ou alto) e o potencial de redução do risco por meio da adaptação para em três horizontes de tempo: para o presente, médio prazo (2030-2040) e para o longo prazo (2080-2100). Para o longo prazo são apresentados, ainda, dois cenários de aumento da temperatura média global: aumento para 2°C e 4°C. Os riscos que possuem maior potencial de redução por meio da adaptação no curto, médio e longo prazo são aqueles relacionados aos sistemas de zonas costeiras, águas residuais, riscos urbanos associados à habitação, comunicação e transporte.

Para o curto prazo, isto é, o presente, destaca-se o potencial de redução dos riscos associados aos sistemas de transporte, comunicação, principais setores e serviços econômicos, riscos urbanos associados à habitação, por meio da adaptação. Já para o longo prazo (2080-2100), a adaptação pode reduzir mais os riscos associados aos sistemas de zonas costeiras, Comunicação, riscos urbanos associados à habitação e sistemas de energias. Com relação aos cenários de aumento da temperatura, para a previsão de aumento da temperatura média global de 2°C acima dos níveis pré-industriais, grande parte dos riscos-chave aumenta consideravelmente do médio para o longo prazo. Observa-se, também, que para estes riscos, medidas de adaptação tem grande potencial de redução do risco. No cenário de aumento da temperatura média global de 4°C acima dos níveis pré-industriais, no entanto, quase todos os riscos-chave mapeados são “muito altos” e a maioria deles permanece muito alta mesmo diante da adaptação.

Quadro 4 - Áreas urbanas: Riscos climáticos no presente, médio e longo prazo

Drivers de impactos relacionados ao clima		Nível do risco e potencial de adaptação	
Risco-Chave	Adaptação: Problemas e perspectivas	Drivers Climáticos	Risco e Potencial de Adaptação
Modal urbano (confiança média)	As mudanças climáticas terão profundos impactos nos sistemas e serviços de infra-estrutura urbana, no ambiente construído e nos serviços ecossistêmicos e, portanto, nas economias e populações urbanas. Isso poderia exacerbar os fatores de risco sociais, econômicos e ambientais existentes, especialmente para os grupos vulneráveis que não possuem serviços essenciais. Um quadro adequado de governança urbana e uma adaptação urbana coordenada focada no ambiente construído, infra-estrutura adequada e serviços e redução de riscos têm potencial significativo para reduzir os principais riscos climáticos no médio prazo e especialmente a longo prazo.		
Sistemas da zona costeira (confiança média)	As cidades costeiras com amplas instalações portuárias e indústrias em larga escala são vulneráveis ao aumento da exposição às inundações. As cidades de alto crescimento localizadas em áreas costeiras baixas também correm maior risco. Existe uma possibilidade de aumento não linear da vulnerabilidade costeira nas próximas duas décadas.		
Ecosistemas terrestres e infra-estrutura ecológica (confiança média)	Os serviços ecossistêmicos serão impactados por funções alteradas do ecossistema, como regimes de temperatura e precipitação, evaporação, umidade e níveis de umidade do solo, indicando ligações estreitas com o gerenciamento sustentável da água. Existem lacunas de conhecimento em relação aos limites para a adaptação de vários ecossistemas.		
Sistemas de abastecimento de água (alta confiança)	A resposta à adaptação requer mudanças na infra-estrutura da rede de água, bem como na gestão do lado da demanda, para garantir o abastecimento suficiente de água, o aumento das capacidades para gerenciar a redução da disponibilidade de água doce, a redução do risco de inundação e a qualidade da água.		
Sistema de águas residuais (alta confiança)	O gerenciamento dos fluxos de água residual melhora o abastecimento de água e os serviços ecossistêmicos. Reduzir a vulnerabilidade da infra-estrutura pode ser mais fácil em novas áreas, por meio de financiamento pelas instituições locais ou como parte de intervenções agendadas.		

FONTE: Adaptado de AR5-IPCC (2014) – Working Group II - “Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability”, P. 561.

Quadro 5 - Áreas urbanas: Riscos climáticos no presente, médio e longo prazo (Continuação)

Drivers de impactos relacionados ao clima		Nível do risco e potencial de adaptação																					
Risco-Chave	Adaptação: Problemas e perspectivas	Drivers Climáticos	Risco e Potencial de Adaptação																				
Construções verdes (confiança média)	As "construções verdes" não são suficientemente utilizadas na maioria das cidades. Os impactos nas mudanças climáticas podem chamar a atenção para os benefícios duais da infraestrutura verde para mitigação das mudanças climáticas e gerenciamento de impactos.		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Very low</th> <th>Medium</th> <th>Very high</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Present</td> <td colspan="3">[Bar chart showing risk level]</td> </tr> <tr> <td>Near term (2030 – 2040)</td> <td colspan="3">[Bar chart showing risk level]</td> </tr> <tr> <td>Long term 2°C (2080 – 2100)</td> <td colspan="3">[Bar chart showing risk level]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[Bar chart showing risk level]</td> </tr> </tbody> </table>		Very low	Medium	Very high	Present	[Bar chart showing risk level]			Near term (2030 – 2040)	[Bar chart showing risk level]			Long term 2°C (2080 – 2100)	[Bar chart showing risk level]			4°C	[Bar chart showing risk level]		
	Very low	Medium	Very high																				
Present	[Bar chart showing risk level]																						
Near term (2030 – 2040)	[Bar chart showing risk level]																						
Long term 2°C (2080 – 2100)	[Bar chart showing risk level]																						
4°C	[Bar chart showing risk level]																						
Sistemas de energia (alta confiança)	A maioria dos centros urbanos é intensiva em energia, com poucas climáticas relacionadas à energia focadas apenas em medidas de mitigação. Algumas cidades têm iniciativas de adaptação em andamento para sistemas críticos de energia. Existe um grande potencial para sistemas de energia centralizados não adaptados para ampliar e enrolar impactos nas consequências nacionais ou transfronteiriças de eventos extremos localizados.		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Very low</th> <th>Medium</th> <th>Very high</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Present</td> <td colspan="3">[Bar chart showing risk level]</td> </tr> <tr> <td>Near term (2030 – 2040)</td> <td colspan="3">[Bar chart showing risk level]</td> </tr> <tr> <td>Long term 2°C (2080 – 2100)</td> <td colspan="3">[Bar chart showing risk level]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[Bar chart showing risk level]</td> </tr> </tbody> </table>		Very low	Medium	Very high	Present	[Bar chart showing risk level]			Near term (2030 – 2040)	[Bar chart showing risk level]			Long term 2°C (2080 – 2100)	[Bar chart showing risk level]			4°C	[Bar chart showing risk level]		
	Very low	Medium	Very high																				
Present	[Bar chart showing risk level]																						
Near term (2030 – 2040)	[Bar chart showing risk level]																						
Long term 2°C (2080 – 2100)	[Bar chart showing risk level]																						
4°C	[Bar chart showing risk level]																						
Sistemas alimentares e segurança alimentar (Alta confiança)	As fontes de alimentos urbanos dependem de suprimentos locais, regionais e, muitas vezes, globais. Os condutores climáticos podem exacerbar a insegurança alimentar, especialmente dos pobres urbanos. Redes de segurança social aprimoradas podem suportar medidas de adaptação. A agricultura urbana e periurbana, os mercados locais e os telhados verdes mantêm boas perspectivas como medidas adaptativas, mas são subutilizados em cidades que crescem rapidamente.		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Very low</th> <th>Medium</th> <th>Very high</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Present</td> <td colspan="3">[Bar chart showing risk level]</td> </tr> <tr> <td>Near term (2030 – 2040)</td> <td colspan="3">[Bar chart showing risk level]</td> </tr> <tr> <td>Long term 2°C (2080 – 2100)</td> <td colspan="3">[Bar chart showing risk level]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[Bar chart showing risk level]</td> </tr> </tbody> </table>		Very low	Medium	Very high	Present	[Bar chart showing risk level]			Near term (2030 – 2040)	[Bar chart showing risk level]			Long term 2°C (2080 – 2100)	[Bar chart showing risk level]			4°C	[Bar chart showing risk level]		
	Very low	Medium	Very high																				
Present	[Bar chart showing risk level]																						
Near term (2030 – 2040)	[Bar chart showing risk level]																						
Long term 2°C (2080 – 2100)	[Bar chart showing risk level]																						
4°C	[Bar chart showing risk level]																						
Sistemas de transporte (confiança média)	Um setor difícil de se adaptar devido a grandes estoques existentes, especialmente nas cidades dos países desenvolvidos, levando a impactos econômicos secundários potencialmente grandes com consequências regionais e potencialmente globais para comércio e negócios. A resposta de emergência requer uma infra-estrutura de transporte que funcione bem.		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Very low</th> <th>Medium</th> <th>Very high</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Present</td> <td colspan="3">[Bar chart showing risk level]</td> </tr> <tr> <td>Near term (2030 – 2040)</td> <td colspan="3">[Bar chart showing risk level]</td> </tr> <tr> <td>Long term 2°C (2080 – 2100)</td> <td colspan="3">[Bar chart showing risk level]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[Bar chart showing risk level]</td> </tr> </tbody> </table>		Very low	Medium	Very high	Present	[Bar chart showing risk level]			Near term (2030 – 2040)	[Bar chart showing risk level]			Long term 2°C (2080 – 2100)	[Bar chart showing risk level]			4°C	[Bar chart showing risk level]		
	Very low	Medium	Very high																				
Present	[Bar chart showing risk level]																						
Near term (2030 – 2040)	[Bar chart showing risk level]																						
Long term 2°C (2080 – 2100)	[Bar chart showing risk level]																						
4°C	[Bar chart showing risk level]																						
Sistemas de comunicação (confiança média)	Os sistemas de comunicação resilientes são um componente essencial em questões de respostas em situações de emergência e, portanto, da adaptação. O aumento das comunicações móveis descentralizadas e em rede oferece um grande potencial para sistemas de disseminação e comunicação de informação em tempo real e de fácil acesso. O controle da qualidade da informação é um elemento chave na realização do potencial dos sistemas de comunicação para alerta precoce e adaptação.		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Very low</th> <th>Medium</th> <th>Very high</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Present</td> <td colspan="3">[Bar chart showing risk level]</td> </tr> <tr> <td>Near term (2030 – 2040)</td> <td colspan="3">[Bar chart showing risk level]</td> </tr> <tr> <td>Long term 2°C (2080 – 2100)</td> <td colspan="3">[Bar chart showing risk level]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[Bar chart showing risk level]</td> </tr> </tbody> </table>		Very low	Medium	Very high	Present	[Bar chart showing risk level]			Near term (2030 – 2040)	[Bar chart showing risk level]			Long term 2°C (2080 – 2100)	[Bar chart showing risk level]			4°C	[Bar chart showing risk level]		
	Very low	Medium	Very high																				
Present	[Bar chart showing risk level]																						
Near term (2030 – 2040)	[Bar chart showing risk level]																						
Long term 2°C (2080 – 2100)	[Bar chart showing risk level]																						
4°C	[Bar chart showing risk level]																						

FONTE: Adaptado de AR5-IPCC (2014) – Working Group II - “Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability”, P. 561.

Quadro 6 - Áreas urbanas: Riscos climáticos no presente, médio e longo prazo (Continuação)

Drivers de impactos relacionados ao clima		Nível do risco e potencial de adaptação	
Risco-Chave	Adaptação: Problemas e perspectivas	Drivers Climáticos	Risco e Potencial de Adaptação
Riscos urbanos associados à habitação (alta confiança)	Habitações localizadas em áreas de risco e com baixa infraestrutura são, muitas vezes, mais vulneráveis a eventos extremos. As opções de adaptação incluem a aplicação de normas de construção. Alguns estudos da cidade mostram o potencial de adaptar habitação e promover objetivos de mitigação, adaptação e desenvolvimento simultaneamente. As cidades que crescem rapidamente, ou aquelas que se reconstruem após um desastre, especialmente têm oportunidades para aumentar a resiliência, mas isso raramente é realizado. Sem adaptação, os riscos de perdas econômicas de eventos extremos são substanciais em cidades com infraestrutura de alto valor e ativos habitacionais, com possíveis efeitos econômicos mais amplos.		
Saúde humana (alta confiança)	A saúde é um risco de ordem superior impactado por questões-chave de desenvolvimento, incluindo abastecimento de água, qualidade da água e do ar, gerenciamento de resíduos, qualidade da habitação, saneamento, segurança alimentar e prestação de serviços e seguros de cuidados de saúde. Certos grupos de pessoas são particularmente vulneráveis, como os idosos, os portadores de doenças crônicas, os pobres e os mais jovens, e exigem intervenções específicas de assistência social. As melhorias no desenvolvimento a longo prazo requerem recursos financeiros consideráveis e uma ação intergovernamental coerente, limitando as perspectivas de adaptação a curto prazo.		
Segurança humana e emergência resposta (confiança média)	A segurança está ligada a questões-chave de desenvolvimento, como renda, habitação, cuidados de saúde, educação e segurança alimentar. Perspectivas moderadas, uma vez que os governos das cidades podem melhorar os serviços de resposta de emergência, reduzir significativamente a vulnerabilidade para aqueles que se encontram em maior risco. Quando os esforços de segurança e de emergência têm uma confiança limitada do público e especialmente no que diz respeito às questões de gênero, o alcance para apoiar a adaptação e a gestão de riscos é consideravelmente constrangido.		
Principais setores e serviços econômicos (confiança média)	Grande diversidade entre as cidades em termos de setores econômicos chave e capacidade de adaptação às interrupções nos serviços da cidade. As cidades dependentes do turismo sensível ao clima ou da agricultura podem exigir diversificação econômica. Boas perspectivas para o avanço de co-benefícios através da "economia verde" e da "economia do lixo"		
Meios de subsistência (confiança média)	A economia informal é mais vulnerável e muitas vezes menos adaptável no curto prazo. São necessárias medidas de proteção social, no contexto específico dos meios de subsistência urbanos.		
Pobreza e acesso a serviços básicos (alta confiança)	Reduzir o déficit do serviço básico pode reduzir a exposição ao risco, especialmente dos pobres e vulneráveis, além da atualização de assentamentos informais, melhorias das condições habitacionais e possibilitando a agência de comunidades de baixa renda. Principais perspectivas em que a adaptação já está sendo implementada como parte do desenvolvimento humano ou proteção social.		

FONTE: Adaptado de AR5-IPCC (2014) – Working Group II - “Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability”, P. 561.

Para as cidades brasileiras, Ribeiro (2008, p. 10) destacou os riscos das mudanças climáticas em três principais eixos de discussão: *chuvas intensas, aumento da temperatura e*

elevação do nível do mar. Os principais efeitos diretos das mudanças climáticas para a saúde humana no Brasil estão ligados à ocorrência de eventos como tempestades ou inundações, as quais resultam tanto em mortalidade por deslizamento de terra, desabamentos ou afogamentos como na maior incidência de doenças infecciosas resultante da diminuição da qualidade e do acesso à água. A ocupação populacional das grandes Metrópoles brasileiras, como São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Salvador e Recife, aumenta a probabilidade de perigos relacionados a deslizamentos e desabamentos, devido às suas características de grande densidade populacional em áreas com mais de 70 graus de declividade. Além disso, grande parte das construções destes locais é imprópria e frágil a tempestades (RIBEIRO, 2008).

Os efeitos indiretos das mudanças climáticas para a saúde humana no Brasil, por sua vez, correspondem às principais modificações nos ecossistemas e ciclos bioquímicos, assim como alterações na produção agrícola. As alterações indiretas possuem grandes impactos na saúde humana por meio da alimentação e da mudança de padrões na higiene pessoal. Não obstante, a maior preocupação dos tomadores de decisão destas regiões geralmente se concentra nos riscos diretos (HOGAN *et al.*, 2001; PBMC, 2014b; RIBEIRO, 2008).

Com relação ao aumento de temperatura, os riscos de maior preocupação correspondem à diminuição da qualidade do ar devido à presença de poluentes atmosféricos e, em menor grau, aos efeitos das ilhas de calor. A poluição do ar gera, nas áreas urbanas, risco de maior incidência de doenças respiratórias, como a asma, infecções bronco-pulmonares, sinusite, entre outras, principalmente nos grupos populacionais com menor acesso aos serviços de saúde (PBMC, 2014b; RIBEIRO, 2008). Outra preocupação resta no fato de que grande parte das cidades brasileiras se estende por toda a costa do país. Uma das implicações destas grandes áreas altamente urbanizadas e com alta densidade populacional está na verticalização das edificações que estão localizadas nas orlas. Para algumas destas cidades, a elevação do nível dos oceanos em aproximadamente 1 metro seria suficiente para impedir a circulação nas vias localizadas em tais orlas (RIBEIRO, 2008).

Por se tratar de um país altamente heterogêneo tanto em termos ambientais, físicos e climáticos quanto com relação às diversas configurações sociais, econômicas e culturais, os riscos associados às mudanças climáticas variam muito dependendo da região. Elementos como o abastecimento de água, águas residuais e saneamento; fornecimento de energia; transporte e comunicação; áreas de lazer e cultura; construções “verdes”; saúde e seguridade social influenciam a exposição e a sensibilidade das cidades aos riscos da mudança do clima, impactando a vulnerabilidade da população em relação a tais riscos.

O Quadro 7 apresenta as principais vulnerabilidades e fatores de exposição que as cidades brasileiras estão suscetíveis, agrupados em categorias de municípios de acordo com o tamanho da população residente (pequeno porte, médio porte, grande porte ou metrópoles), segundo mapeamento realizado para o Plano Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas (2016). Enquanto as cidades de pequeno porte contam com menos recursos disponíveis para infraestrutura e serviços básicos e são sensíveis principalmente ao aumento da frequência de secas e cheias, estes municípios, os quais representam 89% do total de municípios brasileiros, porém apenas 33,6% da população total, possuem possibilidades de expansão urbana que, caso não seja acompanhada por aumento da disponibilidade de recursos e serviços públicos, podem acarretar em aumento de vulnerabilidade. As cidades com 50 mil habitantes a 500 mil habitantes, por sua vez, já possuem alguns aspectos característicos de cidades altamente urbanizadas, tanto na maior disposição de recursos e infraestrutura quanto nos problemas relacionados a aspectos urbanos, como drenagem e saneamento. Já é possível observar, nesse espectro de municípios, a ocupação de habitações em áreas de risco, além de exposição da população a doenças respiratórias e de veiculação hídrica.

Se por um lado as grandes cidades e metrópoles possuem mais recursos para lidar com os problemas de infraestrutura urbana, tais localidades possuem grandes problemas que aprofundam a exposição da população aos riscos das mudanças climáticas, como a alta desigualdade social, problemas urbanos de larga escala como falta de saneamento, drenagem devido a alta impermeabilização do solo, entre outros. Por estes motivos, a população destas cidades ficam expostas principalmente à ocorrência de deslizamentos e inundações, doenças respiratórias pela poluição do ar, desconforto térmico, e pela maior incidência de determinadas doenças de veiculação hídrica. Estas cidades se formaram sob um cenário de adensamento populacional concentrado nas periferias, tornando grande parte da população exposta a diversos riscos às mudanças climáticas.

Quadro 7 - Caracterização demográfica e de riscos urbanos dos municípios brasileiros no contexto das mudanças climáticas – Agrupados por tamanho

Tamanho	Municípios	População	Principais vulnerabilidades	Exposição
Pequeno porte (< 50mil hab)	89,07%	33,60%	Menos recursos para infraestrutura e serviços básicos. Limitadores de desenvolvimento e alta vulnerabilidade socioeconômica. Pobreza. Problemas de saneamento.	Principalmente às secas e cheias. Eventualmente inundações bruscas. Doenças de veiculação hídrica. Alto crescimento que pode aumentar a exposição a outros perigos.
Médio porte (50mil a 100mil hab.)	5,84%	11,70%	Muito variável. No geral possuem mais recursos que os pequenos. Quanto maior o município, maior aderência a instrumentos de planejamento urbano. Eventuais problemas relacionados a drenagem e saneamento.	Habitacões e atividades econômicas em áreas de risco (inundações e movimentos de massa) que caracterizam diferentes graus de exposição, conforme as limitações do uso da terra. Contágio de doenças de veiculação hídrica e, dependendo do caso, de doenças respiratórias.
Grande porte (100mil a 500mil hab.)	4,40%	25,50%		
Grande porte (500mil a 1 milhão)	0,41%	8,20%	Possuem mais recursos e capacidade para lidar com problemas estruturais e de serviços básicos. Forte desigualdade social e consequentes problemas de habitação normalmente ligados aos de saneamento. Inadequação do Sistema de Drenagem devido a intensa impermeabilização. Consequente contaminação dos recursos hídricos.	Alta exposição à inundações bruscas, enxurradas e alagamentos; movimentos de massa e crises hídricas ligadas ao abastecimento urbano. Doenças respiratórias, desconforto térmico, agravamento de quadros de saúde e propagação de algumas doenças de veiculação hídrica.
Metrópoles (> 1 milhão)	0,27%	21,10%		

FONTE: Adaptado de “Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima – Estratégias Setoriais e Temáticas” – (BRASIL, 2016, p. 69).

Nota: Os aspectos demográficos foram retirados e analisados do Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Diante das evidências de que as áreas urbanas dos países em desenvolvimento poderão sofrer grandes consequências aos perigos e ameaças das mudanças climáticas, o conceito de vulnerabilidade se torna essencial nos estudos sobre riscos por representar, de forma abrangente, o potencial de perda associado aos impactos dos perigos analisados. A identificação da vulnerabilidade se constitui em um primeiro e importante passo para o desenvolvimento de políticas públicas e estratégicas de mitigação de tais riscos (BRAGA; OLIVEIRA; GIVISIEZ, 2006; CUTTER, 1996; OJIMA; MARANDOLA JR., 2010). A

próxima seção buscou discutir a diferentes dimensões do conceito de vulnerabilidade às mudanças climáticas.

3.2. A interdisciplinaridade no conceito vulnerabilidade frente às Mudanças climáticas

Ao longo das décadas, os estudos que visam identificar relações entre a população humana e o meio ambiente passaram a compor elementos e óticas de diferentes tradições acadêmicas. O conceito de vulnerabilidade, utilizado para alguns destes estudos, atraiu as diferentes perspectivas com este mesmo objetivo. Não obstante, ainda há falta de consenso sobre as definições apropriadas para este conceito e os demais conceitos que permeiam tais estudos (CUTTER, 1996; HOGAN *et al*, 2001). Ainda que definir o que é vulnerabilidade corresponda a um grande desafio na perspectiva dos estudos interdisciplinares, os quais reúnem tradições tanto das ciências naturais quanto das ciências sociais, outra dificuldade encontrada neste tipo de pesquisa se encontra em sua construção metodológica.

Há um esforço recente, no entanto, de diversos pesquisadores das áreas de ciências sociais, ambientais, e principalmente da geografia humana, em resgatar o debate conceitual e metodológico de vulnerabilidade e suas implicações para as pesquisas sob o pano de fundo de diferentes óticas. Esta subseção busca apresentar e aprofundar este debate, de forma a contribuir para a pesquisa a partir das práticas conceituais e metodológicas já existentes na literatura.

3.2.1. As dimensões da vulnerabilidade frente às Mudanças climáticas

A dimensão da vulnerabilidade das populações e ecossistemas às mudanças climáticas e suas capacidades de adaptação ainda é um campo de pesquisa relativamente novo quando comparado aos estudos de mitigação. Na perspectiva das Ciências Sociais, segundo Alves (2013, p. 354), “[...] *as pessoas ou grupos sociais mais vulneráveis seriam aqueles mais expostos a situações de risco ou estresse, mais sensíveis a estas situações e com menor capacidade de se recuperarem*”. Esta abordagem, muito utilizada em estudos relacionados à saúde pública, diz respeito a uma conceituação de *vulnerabilidade social*. Estes estudos surgem no âmbito da insatisfação de grupos de pesquisadores, principalmente na América Latina, com os tradicionais estudos sobre a pobreza e seus métodos de análise com enfoque na renda monetária da população e em medidas fixas (ALVES, 2013). A insatisfação pela utilização desta abordagem é gerada, principalmente, pelas divergências não apenas

conceituais, mas também metodológicas entre os estudos de pobreza e os estudos de vulnerabilidade no campo das ciências sociais.

Nesse sentido, Moser (1998) ressalta que a característica das medidas de pobreza em medidas fixas torna tal conceituação essencialmente estática, enquanto o conceito de vulnerabilidade traz em sua abordagem uma dinamicidade e capta melhor a interação entre os processos que levam tais pessoas a entrar ou sair da situação de pobreza. Em outras palavras, identificar a vulnerabilidade social da população corresponde a uma pesquisa mais abrangente e dinâmica do que identificar a população em situação de pobreza, na medida em que, apesar de as pessoas mais pobres normalmente estejam entre a população mais vulnerável, a retórica não é verdadeira, ou seja, nem todas as pessoas vulneráveis são as mais pobres (MOSER, 1998).

Ao longo dos anos, a categoria analítica da vulnerabilidade passou a ser utilizada nos campos do direito, segurança alimentar, macroeconomia, psiquiatria, entre outros (ALVES, 2013). Não por acaso, nas décadas mais recentes o conceito de vulnerabilidade tem surgido no âmbito das mudanças climáticas com mais frequência, com vistas a abranger tanto a dimensão social quanto aspectos relacionados ao risco e desastres naturais. Marandola Junior e Hogan (2006, p. 34) reforçam que a grande virada conceitual da vulnerabilidade para além dos estudos de riscos e perigos se deu na associação deste conceito com a percepção de risco, rompendo, desta forma, com o pressuposto de que vivemos em uma “vida normal” para dar lugar a uma “Sociedade de Risco”²³. A quebra de paradigma proposta por Beck (2010) adiciona o componente da incerteza, relacionando-o aos riscos e perigos que a sociedade moderna está sujeita como resultado do cotidiano e estilos de vida desta sociedade. A partir desta virada na literatura, muitas das associações apresentadas por Beck (2010) e sucessivamente por outros autores passam a embasar os estudos de vulnerabilidade relacionados aos “novos” problemas globais²⁴, tais como a mudança do clima.

Tanto as concepções de vulnerabilidade social como a inclusão de questões relacionadas à teoria do risco acabaram contribuindo para a conceituação da vulnerabilidade associada à relação entre o risco de determinado evento e características que determinam o grau de exposição de determinada população (ADGER, 2006; ALVES, 2013; CUTTER, 1996; MARANDOLA JR; HOGAN, 2006). Dentre estas concepções, parte dos especialistas

²³ Em sua obra, Beck (2010) pressupõe que a pós-modernidade traz em seu bojo a banalização dos riscos de eventos tidos como excepcionais, de forma que na “vida normal” contemporânea a sociedade convive constantemente com tais riscos.

²⁴ O autor ressalta o acidente nuclear de Chernobyl e a crescente utilização dos agrotóxicos dentre os “novos” problemas globais.

da área defende a necessidade de uma abordagem que integre as complexas interações entre sistemas sociais, naturais e econômicos de forma que o conceito englobe não apenas a exposição aos riscos e perturbações, mas também a capacidade da população local em lidar com estes riscos e de se adaptar às novas circunstâncias geradas pela mudança do clima (ALVES, 2013; CUTTER, 2011; MARANDOLA JR; HOGAN, 2006; OJIMA, 2012).

Por trás da interação dos sistemas naturais, sociais e econômicos reflete a ideia de que as atividades e ações humanas, assim como suas estruturas sociais, fazem parte da natureza, de forma que tais sistemas não devem estar desassociados no âmbito dos desastres naturais (ADGER, 2006). Buscar compreender tais interações se torna fundamental para entender formas de redução da vulnerabilidade de determinado grupo da sociedade. Nesse sentido, IWAMA *et al.* (2016) destaca o papel da análise contextualizada²⁵, segundo a qual a vulnerabilidade pode influenciar a capacidade de resposta da população às mudanças climáticas.

Ademais, a falta de resiliência de determinada população corresponde a componentes comportamentais, comunitárias e políticas, na medida em que todos estes aspectos influenciam os grupos populacionais a absorver o choque de determinado evento perigoso e se adaptar aos seus impactos ou não, indicando, assim, seu nível de vulnerabilidade (BRAGA; OLIVEIRA; GIVISIEZ, 2006). O grande desafio desta abordagem integrada da análise de vulnerabilidade consiste em reunir, em uma única análise ou metodologia, diversas tradições acadêmicas de forma coerente, consistente e ao mesmo tempo flexível o suficiente para abordar a variedade de contextos e elementos (BRAGA; OLIVEIRA; GIVISIEZ, 2006; MARTINS; FERREIRA, 2012) que influenciam o grau de vulnerabilidade de determinada população a um risco específico.

Da mesma forma que os estudos de vulnerabilidade buscaram em si uma alternativa às limitações metodológicas e analíticas dos estudos relacionados à pobreza, ao voltar à atenção para a relação do conceito com as ciências naturais é importante diferenciar seu significado do conceito de *resiliência*. Enquanto a vulnerabilidade possui, em suas raízes epistemológicas, o viés social na medida em que aspectos sociais como as políticas ou instituições determinam o grau de vulnerabilidade de segmentos específicos da sociedade, a resiliência deste segmento da sociedade é historicamente construída (PRADO, 2013). Nesse sentido, os grupos da

²⁵ Em seu artigo, IWAMA *et al.* (2016) apresentam os conceitos de “*outcome vulnerability*” e “*contextual vulnerability*”, formulados por O’BRIEN *et al.* (2011) na publicação “*Why different interpretations of vulnerability matter in climate change discourses*”. O primeiro conceito de vulnerabilidade estaria relacionado ao enfoque dado em determinados estudos aos aspectos biofísicos enquanto o segundo diz respeito aos múltiplos fatores e processos ambientais, sociais, econômicos, políticos e culturais que influenciam a vulnerabilidade dos indivíduos.

sociedade por meio de mecanismos diversos, tornam sua própria condição mais ou menos resilientes. Sendo assim, a resiliência, associada ao nível de sensibilidade do grupo populacional a determinado evento ou situação de risco, dá origem ao seu respectivo grau de vulnerabilidade (MOSER, 1998).

Frente a esta variada gama de definições do conceito de vulnerabilidade, alguns estudos se concentraram na questão da vulnerabilidade ao caso das mudanças climáticas. Cutter (1996; 2011), por exemplo, associa o conceito de vulnerabilidade ao potencial de perda associada a eventos naturais:

A ciência da vulnerabilidade fornece a base empírica para a elaboração de políticas de redução de riscos através do desenvolvimento de métodos e métricas para analisar a vulnerabilidade societal aos riscos ambientais e aos acontecimentos extremos. [...] A vulnerabilidade tem origem no potencial de perda e de impacto negativo que estes sistemas e/ou estruturas têm nas pessoas, ao falhar. (CUTTER, 2011, p. 4)

Ainda segundo Cutter (1996), a grande variabilidade no conceito de vulnerabilidade está ligada às diversas orientações epistemológicas, as quais geram práticas metodológicas diversas. Moser (1998), por sua vez, argumenta que para qualquer definição de vulnerabilidade pelo menos dois aspectos devem estar presentes: a sensibilidade, ou “a magnitude em que um sistema responde a um evento externo” e a resiliência, isto é, “a facilidade e a rapidez de recuperação de um sistema diante de um estresse” (MOSER, 1998, p. 3).

A partir do Terceiro Relatório de Avaliação das Mudanças Climáticas do IPCC (TAR-2001), alguns conceitos importantes foram definidos e passaram a ser utilizados nos principais estudos referentes à mudança do clima. Dentre estes conceitos, a vulnerabilidade às mudanças climáticas foi, então, definida como:

[...] o grau de susceptibilidade ou incapacidade de um sistema para lidar com os efeitos adversos da mudança do clima, inclusive a variabilidade climática e os eventos extremos de tempo. A vulnerabilidade é uma função do caráter, magnitude e ritmo da mudança do clima e da variação a que um sistema está exposto, sua sensibilidade e sua capacidade de adaptação. (IPCC, 2001)

A descrição de vulnerabilidade definida pelo IPCC (2001) e amplamente utilizada em diversos campos de estudo revela a complexidade do tema em questão. Sua conceituação reflete a ideia de que vulnerabilidade corresponde ao grau que determinado sistema é suscetível, na medida em que não é capaz de enfrentar os efeitos adversos das mudanças climáticas. Os estudos de impactos das mudanças climáticas de primeira geração (MARTINS & FERREIRA, 2012, p.5), os quais incluem os primeiros estudos do IPCC, revelam o enfoque da análise de vulnerabilidade nos riscos naturais, de forma a enxergar impactos

apenas em função do perigo, exposição e a sensibilidade, ou seja, mediante uma abordagem de *vulnerabilidade natural*. Principalmente a partir da década de 1990, a maior abrangência de perspectivas e definições acerca da vulnerabilidade e risco passa a ganhar peso na literatura, transbordando tal questão para as demais abordagens e comunidades científicas (HOGAN & MARANDOLA JR, 2006; MARTINS & FERREIRA, 2012). É a partir deste momento que, além do enfoque nas dinâmicas biofísicas, tais estudos passam a encarar como protagonistas na questão da vulnerabilidade as dimensões sociais, econômicas, culturais, políticas, institucionais, entre outras. Diante da definição de vulnerabilidade apresentada no TAR-IPCC (IPCC, 2001), que a presente pesquisa busca operacionalizar o conceito de vulnerabilidade. Considera-se que para efeitos da temática de vulnerabilidade aos riscos mudanças climáticas a utilização do conceito definido pelo IPCC (2001) não somente está em concordância com o esforço científico global, mas também se torna interessante testar a operacionalização deste conceito, o qual é usado pela comunidade internacional como um todo.

Nesse sentido, Marandola Junior e Hogan (2006) buscam uma conceituação interdisciplinar da vulnerabilidade, com o objetivo de contemplar a “totalidade dos elementos da dinâmica envolvida” (MARANDOLA JUNIOR & HOGAN, 2006, p. 35). Desta forma, a relação entre a sociedade e a natureza, por meio do contexto social e natural, se torna fundamental nas análises de vulnerabilidade e coloca o conceito de vulnerabilidade em destaque na análise da mudança do clima para as políticas públicas.

3.2.2. Desigualdade e vulnerabilidade: o conceito de justiça ambiental

A abordagem de um conceito integrado de vulnerabilidade entre sociedade e meio ambiente implica em reflexões sobre as alterações climáticas no cerne de questões associadas aos direitos humanos. Na medida em que o grau de vulnerabilidade de uma população não é influenciado apenas pelo risco de ocorrência determinado evento perigoso, mas também por fatores de natureza socioeconômica (MARANDOLA JR & HOGAN, 2006), questões como as condições de pobreza e a desigualdade social em uma perspectiva de um modo de vida mais digno e seguro ambientalmente entram no rol de questões essenciais para as pesquisas de vulnerabilidade.

Conforme apresentado na seção anterior, vulnerabilidade não é sinônimo de pobreza. A vulnerabilidade abrange um enfoque nas construções de capacidades da população, e não apenas a definição de insuficiência de renda. Não obstante, há consenso na literatura que de a

parcela mais pobre da população se encontra mais exposta aos desastres naturais gerados pelas mudanças climáticas. Tais grupos populacionais enfrentam, fora os desastres naturais, condições de vida precárias, muitas vezes com restrições no acesso aos seus meios de subsistência (COEP, 2011; OJIMA, 2012). Além disso, entre os mais pobres, as mulheres, crianças e idosos também se encontram nos grupos mais vulneráveis (COEP, 2011). O Plano Nacional sobre Mudança do Clima profere este enfoque ao afirmar que:

De forma geral, as populações mais pobres e com piores índices de desenvolvimento são as mais vulneráveis à mudança do clima, a qual vem intensificar problemas ambientais, sociais e econômicos já existentes. A adaptação passa, portanto, por promover melhores condições de moradia, alimentação, saúde, educação, emprego, enfim, de vida, levando em consideração a interação entre todos os aspectos e características locais, inclusive as ambientais. (BRASIL, 2008, p. 88)

Esta abordagem é especialmente relevante no panorama das áreas urbanas dos países em desenvolvimento, os quais geralmente enfrentam altos índices de desigualdades sociais. Isto é, dentro de determinada unidade geográfica, coexistem grupos populacionais com capacidades de adaptação muito diversas. É neste cenário, sobre o pano de fundo da interdisciplinaridade e sob a ótica dos direitos humanos (COEP, 2011), que emergem as contribuições da perspectiva de justiça ambiental nos estudos de vulnerabilidade.

É principalmente após a 2ª Guerra Mundial, em um cenário de reorganização da ordem mundial, que as sinergias entre meio ambiente e direitos humanos passaram a ser debatidos com mais vigor, a partir da lógica de preservação dos direitos das futuras gerações. Em 1972, durante a Convenção de Estocolmo, os direitos humanos são reconhecidos como elemento essencial para questões ambientais internacionais. Pela primeira vez o direito ao meio ambiente é reconhecido internacionalmente como um direito fundamental (COEP, 2011). A partir da década de 1990, é possível verificar uma virada na luta pela proteção ambiental por meio da institucionalização de diversas pautas do movimento ambiental, anteriormente liderado principalmente por ONGs. Em 2001 foi criada a Rede Brasileira de Justiça Ambiental – RBJA, a qual definiu, por meio de seu manifesto de lançamento²⁶, o conceito de justiça ambiental como:

O mecanismo pelo qual sociedades desiguais, do ponto de vista econômico e social, destinam a maior carga dos danos ambientais do desenvolvimento às populações de baixa renda, aos grupos sociais discriminados, aos povos étnicos tradicionais, aos bairros operários, às populações marginalizadas e vulneráveis. (RBJA, 2001)

²⁶ Referência ao Manifesto de Lançamento da Rede Brasileira de Justiça Ambiental – RBJA. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/documentos/docs/marede.htm>. Acesso em 10/10/2017.

Muitas são as sinergias entre a proteção ambiental e os direitos humanos. A liberdade de ir e vir e a participação política, por exemplo, são aspectos abordados pelos direitos humanos e que dizem respeito aos instrumentos e mecanismos de defesa da proteção ambiental. Os conflitos ambientais, tais como os que envolvem a proteção da natureza por comunidades tradicionais e a exploração abusiva dos recursos naturais são temas que envolvem diretamente o direito ao meio ambiente (COEP, 2011). Esta e outras questões têm sido abordadas no tema da vulnerabilidade por meio da perspectiva da justiça ambiental.

O conceito de justiça ambiental, ou melhor, de injustiça ambiental, deriva da distribuição desigual dos riscos ambientais, em que as populações de baixa renda ou grupos étnicos são prejudicados mesmo sem terem contribuído na mesma proporção para o dano ambiental em questão (ACSELRAD, 2010; CARTIER *et al.*, 2009). Além disso, estes segmentos da população prejudicados por atividades econômicas que geram tais danos ambientais não se beneficiam economicamente destas atividades (HOGAN *et al.*, 2001; ACSELRAD, 2010).

Beck (2010) traça um paralelo da distribuição de riscos entre a população e a distribuição da riqueza. O autor lembra que tanto os riscos quanto a renda são distribuídos de acordo com a cama ou classe social daquele grupo populacional. Não obstante, a distribuição de riscos pode ser associada ao esquema de classe de modo inverso à distribuição de renda: as riquezas se acumulariam nas camadas mais altas, enquanto os riscos se acumulariam nas classes mais pobres da população (BECK, 2010). Por outro lado, a ideia por detrás da distribuição dos riscos de acordo com as classes sociais não deve ser considerada isoladamente, na medida em que existem diversos outros fatores (físicos, geográficos, entre outros) que influenciam o acúmulo dos riscos sobre os grupos populacionais. O que se pode afirmar é apenas que as desigualdades entre as camadas sociais impactam a distribuição entre as formas da população em lidar com determinado risco, contorná-lo ou compensá-lo.

Além do nível de renda da população, os processos históricos de segregação espacial resultaram em grande concentração de uma parcela da população a qual se fixou próximo a fontes de risco. A lógica por trás do processo histórico de segregação espacial nas cidades brasileiras se apoia na expansão do processo de especulação imobiliária, por meio do qual as instalações que praticam práticas ambientalmente danosas se encontram em áreas desvalorizadas financeiramente (CARTIER *et al.*, 2009). É justamente em termos de distribuição desigual de riscos devido a fatores como as desigualdades de renda e segregação espacial que a ideia por trás da justiça ambiental contribui com os estudos de vulnerabilidade.

Analogamente ao conceito de justiça ambiental, a justiça climática pode ser vista através das desigualdades entre aqueles impactados e os maiores responsáveis pelos efeitos das mudanças climáticas. A Convenção Quadro das Nações Unidas sobre as Mudanças do Clima faz uso desta lógica ao propor financiamento de ações e projetos por parte dos países desenvolvidos, os quais possuem, historicamente, maior contribuição para as emissões de GEE na atmosfera, que visem o enfrentamento dos impactos das mudanças climáticas nos países em desenvolvimento (COEP, 2011).

3.2.3. Técnicas de medida da vulnerabilidade

As divergências existentes na conceituação de vulnerabilidade ao longo das décadas refletem apenas parte das dificuldades de estudos desta natureza. De forma semelhante, as práticas metodológicas, principalmente as técnicas de medida, correspondem a outro “nó” no desenvolvimento das pesquisas de vulnerabilidade. Em primeiro lugar, a interdisciplinaridade deve ser a premissa básica neste tipo de estudo. Isso implica que diferentes pontos de vista de diferentes áreas podem ser abordados e combinados, de forma a contemplar o todo do problema em questão (MARANDOLA JR & HOGAN, 2006; IWAMA *et al.*, 2016).

Estes estudos partem do impacto desigual dos riscos relacionados à mudança do clima sobre a população, de forma que existem, para cada risco, diferentes graus de vulnerabilidade de determinados segmentos da sociedade. A complexidade no que tange a operacionalidade do conceito se apoia, em parte, na medida em que este conceito só pode ser mensurado por meio da observação dos impactos de determinado evento perigoso quando ele ocorre e no local que ele ocorre. Isso porque a vulnerabilidade é específica para cada evento perigoso, região, e grupo populacional (MARANDOLA JR & HOGAN, 2006; EISER *et al.*, 2012; BRAGA; OLIVEIRA; GIVISIEZ, 2006).

Com relação às especificidades da vulnerabilidade a ser analisada, no caso das mudanças climáticas, a escolha do risco difere bastante. O recorte do objeto de estudo é outro ponto de grande variância e que implicará em diferentes abordagens, uma vez que este pode se constituir em recorte espacial (determinada região), populacional (determinado grupo populacional), ambiental (determinado ecossistema), ou uma mistura entre estes segmentos. Devido à natureza local do estudo, ou seja, na medida em que as características locais influenciam o resultado da pesquisa, questões como as diferentes características entre os países desenvolvidos e países em desenvolvimento correspondem a outro ponto de atenção na

formulação das técnicas de pesquisa (CUTTER, 1996; BRAGA; OLIVEIRA; GIVISIEZ, 2006).

Para a mensuração da vulnerabilidade de determinado objeto de estudo, uma das soluções para as dificuldades deste exercício corresponde ao uso de índices e de indicadores. Indicadores são frequentemente utilizados por meio de uma abordagem espacial, seja pelos censos demográficos, seja por dados locais. Os índices sintéticos, por sua vez, devem ser utilizados com atenção. As vantagens dos índices se apoiam na forma simples e de fácil compreensão como a informação é passada. Por outro lado, alguns críticos argumentam que esta ferramenta mascara desigualdades e heterogeneidades relevantes no que tange as unidades de análise (BRAGA; OLIVEIRA; GIVISIEZ, 2006; IWAMA *et al.*, 2016; OJIMA & MARANDOLA JR, 2010).

Ademais, a construção dos índices carrega em si, de certa maneira, uma arbitrariedade de escolha das variáveis utilizadas para compor o índice, muitas vezes em função da disponibilidade dos dados. Ainda assim, a construção dos índices pode corresponder a uma forma de comunicar e comparar por meio do mesmo método as vulnerabilidades de determinada região ou população. É importante destacar que a utilização dos índices e indicadores deve ser acompanhada de análises contextuais, de forma a justificar a escolha de tais indicadores (BRAGA; OLIVEIRA; GIVISIEZ, 2006; IWAMA *et al.*, 2016). Com relação às variáveis escolhidas, estas devem contemplar tanto a exposição do grupo populacional abordado, segundo o qual é medida a dimensão natural da vulnerabilidade, como a propensão desta população ao risco selecionado, a qual mede a face social da vulnerabilidade (CUTTER, 1996; 2011).

Outro aspecto que dificulta a mensuração da vulnerabilidade corresponde à natureza da aplicação: Dependendo do risco a ser analisado, os impactos podem ser sentidos desde a escala local até a escala global. Por este motivo, para estes estudos a utilização de análise multiescalar traz grandes contribuições, de forma a captar dados de diferentes escalas e/ou níveis de análise, uma vez que os fenômenos gerados pelas mudanças climáticas impactam as regiões nestas diferentes escalas (CUTTER, 1996; 2011; IWAMA *et al.*, 2016). São muitas as possibilidades. Por exemplo, em uma análise de vulnerabilidade em uma perspectiva mais contextual, conforme apresentado anteriormente neste capítulo, a condução da pesquisa ocorre em nível local, por meio de estudo de caso, com maior detalhamento. Entretanto, mesmo em nível micro, local, a unidade de análise dos dados de vulnerabilidade pode variar do nível individual, determinado grupo populacional ou uma entidade espacial (CUTTER, 1996; 2011).

Com relação ao método de abordagem, alguns autores destacam a utilização de métodos mistos “em que pesem métodos e enfoques epistemológicos específicos de cada uma das ciências – naturais e sociais” (IWAMA *et al.*, 2016, p. 102). O grande desafio nesse caso é a integração das diversas tradições acadêmicas e teórico-metodológicas, conferindo a estes métodos certo grau de flexibilidade que permita a captação da vulnerabilidade em suas diferentes perspectivas (MARTINS & FERREIRA, 2012; IWAMA *et al.*, 2016). Um último ponto de atenção para os desafios metodológicos dos estudos de vulnerabilidade corresponde à importância das pesquisas participativas como estratégia de articulação entre a academia e a sociedade, principalmente na temática de políticas públicas (IWAMA *et al.*, 2016).

A literatura de vulnerabilidade mostra que a evolução de tais estudos está ligada à maior e mais detalhada disponibilização de dados em escala intra-municipal. Nesse sentido, a criação e divulgação dos dados de setores censitários e áreas de ponderação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) contribuíram para fomentar diversos estudos de vulnerabilidade, principalmente no que concernem os dados sociodemográficos, os quais muitas vezes ficavam em segundo plano por falta de dados e informações precisas e oficiais. Por este motivo, os estudos de vulnerabilidade eram desenvolvidos sob um viés de escala regional, enquanto a escala intra-municipal não era abrangida por tais dados (OJIMA, 2012). Dessa forma, a contribuição dos dados do IBGE e de outras instituições municipais as quais começaram a construir sistemas de divulgação de dados intra-municipais, a utilização de tais dados possibilitou o desenvolvimento das abordagens interdisciplinares desenvolvidas conceitualmente.

São muitas e variadas as técnicas de pesquisa utilizadas para medir a vulnerabilidade de determinado grupo ou lugar a um risco específico. Por outro lado, assim como ressalta Ojima (2012), a mensuração da vulnerabilidade em suas dimensões sociais e naturais não deve responder a todas as questões envolvendo o risco em questão, e sim relacionar todas as variáveis encontradas as quais aumentam ou diminuem a susceptibilidade de determinada população ao risco:

De certa maneira, a vulnerabilidade não deve ser entendida como uma medida única, mas relacional, onde dinâmicas naturais semelhantes podem ser mais ou menos impactantes, dependendo das interações ou combinações de características sociais existentes neste contexto. (OJIMA, 2012, p. 112)

Existem, atualmente, diversos estudos e relatórios técnicos que visam o exercício de operacionalização do conceito de vulnerabilidade voltado para as mudanças climáticas. Dentre as variáveis selecionadas para compor estes estudos, a questão da mobilidade da população tem surgido com mais peso na literatura, por estar muito ligada tanto a informações

demográficas quanto a aspectos ambientais. O próximo capítulo buscou discutir as principais relações entre mobilidade e vulnerabilidade às mudanças climáticas nas áreas urbanas, assim como apresentar as principais questões teórico-metodológicas que envolvem este debate.

4. A inclusão da mobilidade populacional na identificação da vulnerabilidade

A identificação da vulnerabilidade da população às mudanças climáticas geralmente apresenta em sua análise aspectos sociodemográficos como o crescimento populacional, renda, infraestrutura, entre outros, e aspectos físicos como o aumento da temperatura, maior incidência de eventos extremos, como tempestades, secas e inundações, assim como o aumento do nível do mar (DE SHERBININ; SCHILLER; PULSIPHER, 2007; OJIMA; MARANDOLA JR., 2010). Não obstante, a evolução da disponibilidade de dados censitários, assim como o melhor refinamento das informações levantadas e divulgação de seus resultados, permitiu que o debate avançasse na direção da necessidade de inclusão de condições vivenciadas no cotidiano relacionadas à ocupação do espaço. Diante das possibilidades de novas relações no debate, alguns autores destacam a importância da inclusão de indicadores relacionados à *mobilidade populacional* nos dados demográficos (BARBIERI, 2011, 2013, CUNHA, 2011b, 2012; MARANDOLA JR.; HOGAN, 2006; OJIMA; MARANDOLA JR., 2010; SILVA, 2009), de forma a reconhecer a importância da dimensão espacial na dinâmica da vulnerabilidade (CUTTER, 1996; 2011).

Nos países em desenvolvimento, devido às heterogeneidades espaciais constituídas historicamente no espaço urbano, este tipo de análise se torna ainda mais relevante. Os novos padrões que surgem nos centros urbanos impactam diretamente a qualidade de vida e o cotidiano das pessoas, tanto quanto o meio ambiente em que vivem. Nesse sentido, a busca pela compreensão das transformações ocorridas nos espaços urbanos e suas implicações nas capacidades da população em lidar com as situações de risco destaca o binômio mobilidade-vulnerabilidade (MARANDOLA JR.; OJIMA, 2014), o qual vem surgindo com mais peso na literatura de vulnerabilidade nas décadas mais recentes (CUNHA, 2011a, 2011b). Alguns autores percebem e ressaltam, ainda, a mobilidade enquanto componente de grande peso na dinâmica demográfica, de forma que o crescimento populacional não é o principal aspecto demográfico a ser analisado na reflexão:

Importa, portanto, que os indicadores demográficos sejam decompostos e que considerem os componentes da dinâmica demográfica, especialmente aqueles que estariam mais diretamente vinculados aos aspectos ambientais; ironicamente, os seus outros dois componentes: mortalidade e mobilidade espacial. (OJIMA; MARANDOLA JR., 2010, p. 3)

A dimensão espacial na análise da vulnerabilidade também é destacada nas pesquisas de Marandola Jr. e Hogan (2006) e Barbieri (2011, 2013). Segundo estes autores, o aspecto espacial influencia o acesso da população aos bens e serviços, de forma que este acesso (ou

melhor, a falta dele) pode exacerbar situações já existentes de vulnerabilidade. No caso das grandes cidades, a inclusão da variável de mobilidade populacional na análise se torna um fator essencial para estudos de vulnerabilidade, na medida em que as relações entre mobilidade populacional e vulnerabilidade são afetadas por aspectos associados à segregação socioespacial, fenômeno este gerado, entre outros fatores, pela ocupação histórica urbana brasileira, desencadeando importantes e singulares características que permeiam a relação entre a população urbana e o meio ambiente.

No caso brasileiro destaca-se esta recente tendência analítica que enxerga a mobilidade enquanto fator fundamental para aproximar os estudos de vulnerabilidade à realidade cotidiana das áreas altamente urbanizadas. As alterações significativas ocorridas nas regiões urbanas brasileiras, principalmente nos últimos 30 anos, são refletidas nos hábitos, costumes, e, de forma geral, no modo de vida das populações urbanas. Paralelamente a estas mudanças, o histórico demográfico brasileiro mostra que a mobilidade esteve presente em todas as fases do processo que configurou o desenvolvimento e a ocupação do território brasileiro, e que tais mudanças produziram novos padrões espaciais e demográficos, principalmente na presença de aglomerações urbanas. (CUNHA, 2011b; 2012). Em um primeiro momento, a consolidação das áreas urbanas enquanto grandes centros resultaram na atração de pessoas do país inteiro na busca por melhorias em sua qualidade de vida. Neste período da urbanização brasileira, a migração rural-urbana se constitui como uma das principais componentes da dinâmica demográfica²⁷ (BARBIERI, 2013; MARANDOLA JR., *et al.*, 2014; SILVA, 2009). Nos anos que se sucederam, a crescente concentração populacional nos grandes centros urbanos gerou impactos nas características demográficas destas localidades relacionadas às aglomerações urbanas.

No entanto, a circulação e comunicação dos centros urbanos modificou o espaço urbano. Se em um primeiro momento a população se concentrava nos grandes centros, e ali construía a sua vida, suas relações, trabalhava e utilizava seus serviços públicos, com o advento da modernização e a grande concentração populacional em tais centros, diminuindo a qualidade e acesso a serviços públicos, os deslocamentos diários se tornaram cada vez mais presentes para esta população. A dispersão da população urbana se torna uma realidade na medida em que as cidades brasileiras cresceram em termos de complexidade e de população, o que trouxe grandes e novas implicações para as relações entre população e meio ambiente.

²⁷ Esta é uma característica do desenvolvimento urbano, enquanto os componentes de mortalidade e natalidade tendem a se estabilizar, a componente de migração passa a ter mais espaço na dinâmica demográfica das regiões urbanas (CUNHA, 2011b; 2012).

A reflexão sobre as relações entre a mobilidade e a vulnerabilidade evoluiu paralelamente aos fenômenos ambientais, especificamente aqueles os quais geram riscos à população, e demográficos, portanto, os principais fatores que possam vir a influenciar a análise devem ser incluídos. A complexidade analítica desta relação começa na definição conceitual: Como se caracteriza a variável mobilidade? Estamos falando em termos permanentes ou temporários? Existem diversas tipologias de mobilidade. Muitas delas estiveram no foco de análise de estudos de vulnerabilidade, seja pela disponibilidade de dados levantados pelos Censos Demográficos os quais inspirem a necessidade de uma investigação aprofundada, seja por estar mais relacionada a determinado recorte espacial de análise ou a determinado objetivo. Fato é que existem, de fato, diversas categorias de mobilidade que podem ser utilizadas nos estudos que envolvem a população, e é preciso delimitar qual tipo de variável pode ser incluída em cada tipo de análise, dependendo de sua escala (local, urbana, regional, entre outras), seu objeto de estudo, e o objetivo da reflexão proposta. Desta forma, e antes de entrar na análise teórico-metodológica das relações entre mobilidade e vulnerabilidade, são necessárias algumas considerações sobre as possibilidades analíticas da variável de mobilidade para este tipo de estudo.

4.1. Mobilidade ou migração?

O meio urbano brasileiro foi influenciado e alterado por diversas categorias de mobilidade, as quais, por sua vez, possuem diferentes relações com o meio ambiente, assim como implicam em diferentes aspectos os quais refletem em diferentes dimensões e níveis de vulnerabilidade de determinados grupos populacionais (BARBIERI, 2011). Por este motivo, a identificação e definição dos diferentes conceitos que abordam a questão da mobilidade são de grande importância, assim como podem revelar diferentes resultados de análise em um mesmo recorte espacial, ou uma mesma análise.

Ao analisar conceitualmente a mobilidade populacional, podemos questionar, em primeiro lugar, a utilização dos termos migração e mobilidade. É comum a utilização do conceito de migração para toda e qualquer informação que envolva deslocamentos e mudança de residência, porém, estas duas categorias divergem entre si e não devem ser consideradas no mesmo segmento de análise (BARBIERI, 2011). Com efeito, enquanto a categoria *migração* envolve a mudança de local de residência, a *mobilidade populacional*, de modo mais abrangente, se refere à habilidade de se mover no espaço. Desta forma, a mobilidade populacional é um conceito mais genérico do que a migração, podendo se constituir tanto da

mudança permanente de residência – migração – quanto dos deslocamentos diários (CUNHA, 2012; HOGAN, 2005). O histórico da evolução da demografia brasileira mostra que essa diferença conceitual vem ganhando importância nas décadas mais recentes, na medida em que os deslocamentos diários passaram a ganhar peso nas análises mais recentes dos fluxos de migração da população, como será discutido na subseção seguinte.

Os Censos Demográficos brasileiros, elaborados e aplicados pelo IBGE, captam informações sobre três tipos de migrantes: (a) o migrante de data fixa, ou seja, o migrante para o qual o município de residência na data do censo é diferente do município de residência cinco anos atrás; (b) o migrante de última etapa, sendo este o indivíduo que residia em outro município em qualquer ano entre dois censos consecutivos (período de 10 anos); E (c) o migrante de tempo de vida, sendo este último aquele que reside, na data do censo, em um município diferente daquele em que nasceu (BARBIERI, 2011).

As outras categorias de mobilidade populacional, as quais não incluem uma mudança permanente de residência, dizem respeito ao deslocamento diário da população, isto é, o deslocamento necessário para fins de estudo, trabalho, lazer, ou outras atividades diárias. Comumente chamado de *mobilidade pendular* ou *pendularidade*, este tipo de mobilidade capta uma importante parte da dinâmica urbana atual. Nesse sentido, Marandola Jr & Ojima (2014) destacam esta categoria de mobilidade e sua relação com as escolhas individuais e de estilos de vida na estruturação da vida diária:

Chamado de movimento rítmico cotidiano (BEAUJEU-GARNIER, 1971), refere-se ao vaivém (*navettes* no francês), semelhante à oscilação de um pêndulo, daí seu nome mais comum em português: pendularidade. É o *commuting* do inglês, implicando a troca de pessoas (trabalhadores, consumidores, dinheiro) entre as cidades a partir do ir e vir diário. *Commuting* expressa melhor a relação que as cidades estabelecem, enquanto uma bacia de empregos ou como uma região estruturada a partir de um polo. Pendularidade, por outro lado, ressalta o papel que as escolhas individuais e a escolha dos estilos de vida desempenham na estruturação da vida diária. (MARANDOLA JR.; OJIMA, 2014, p. 185)

Ao recolher informações sobre o fluxo populacional entre casa e trabalho ou casa e estudo, como é o caso dos dados captados nos Censos Demográficos brasileiros, a pendularidade aponta importantes aspectos sobre uma parcela da população que tem diversos locais de vivências, as quais são refletidas nas suas relações sociais e com o ambiente em que vivem. Além disso, a pendularidade passa a ser muito comum nas regiões urbanas na compreensão das relações existentes nas áreas de forte industrialização, as quais passaram por um processo de valorização das terras nos grandes centros ao mesmo passo da grande necessidade de uma massa de trabalhadores que os quais muitas vezes precisavam buscar locais de moradia mais afastados pela busca por maior qualidade de vida. Além da

valorização das terras localizadas nos grandes centros urbanos, em algumas cidades a lógica especulativa do processo de urbanização resultou em áreas com grandes “vazios urbanos”²⁸ nestas localidades, não habitados e à espera da valorização imobiliária. De fato, em algumas cidades brasileiras o centro não é ocupado para fins de moradia de acordo com a sua capacidade. Seja pela valorização das terras ocupadas no centro ou pela não-ocupação destas áreas diante da existência de “vazios urbanos”, a ocupação de áreas mais afastadas dos locais de trabalho, estudo ou lazer fazem parte da dinâmica das cidades (MARANDOLA JR., 2008, p. 159; RIBEIRO, 2008):

Terras baratas tornaram-se atrativas para grandes contingentes de trabalhadores que teriam ali a possibilidade de ter melhores moradias. Os preços baixavam numa relação proporcional à distância do centro metropolitano, tornando as localizações periféricas uma oportunidade de ter uma melhor moradia (ou a sua propriedade) numa localização menos privilegiada. (MARANDOLA JR., 2008, p.159)

O resultado deste fenômeno corresponde a uma maior integração regional, por permitir que a população frequente mais de um município para trabalho, estudo e moradia (SILVA, 2009; MARANDOLA JR., 2008).

Como veremos mais adiante no capítulo, os principais fluxos migratórios nas regiões urbanas mudaram de perfil ao longo das últimas décadas. Cada vez mais os movimentos diários assumem uma importância crescente quando comparada às migrações (HOGAN, 2005; CUNHA, 2011b; SILVA, 2009; MARANDOLA JR., 2008). Por este motivo, pensar a mobilidade enquanto categoria de análise mais ampla pode trazer uma visão mais complexa sobre a movimentação de determinada população no espaço, porém, ao mesmo tempo, pode fornecer uma visão mais completa do fenômeno observado (CUNHA, 2012).

A mobilidade pode ser entendida como fenômeno demográfico, todavia, em alternativa, a mobilidade pode ser pensada enquanto processo social (CUNHA, 2012; MARANDOLA JR., 2008). A configuração do espaço urbano, enquanto fenômeno em constante transformação, ainda que gradual, se tornou uma questão a ser considerada nos estudos de vulnerabilidade. Para além da distribuição espacial da população e os processos por elas geradas, os fatores e influências gerados pelas formas de habitação afetam os grupos populacionais das grandes cidades diante da presença dos riscos ambientais.

Os estudos empíricos os quais buscam as relações entre a vulnerabilidade e a mobilidade ainda são incipientes, portanto, há espaço para preencher muitas lacunas encontradas nas discussões teóricas deste assunto. Os métodos e recortes utilizados por estes estudos são diversos, dependendo do objetivo do pesquisador. Este capítulo procurou

²⁸ Para aprofundar na questão da formação de “vazios urbanos” nas cidades brasileiras, consultar o Capítulo 2 da presente pesquisa.

apresentar e discutir as relações mobilidade-vulnerabilidade, conceituar e definir as categorias de mobilidade as quais podem impactar a vulnerabilidade da população urbana às mudanças climáticas, assim como apresentar os diferentes métodos e técnicas de pesquisa utilizados nos estudos empíricos encontrados na literatura. Ao buscar estabelecer esta relação, é ressaltado o papel do histórico de formação do espaço urbano brasileiro, imprescindível para a análise aqui proposta.

4.2. Mobilidade urbana brasileira e vulnerabilidade

A rápida e intensa urbanização brasileira, a partir da segunda metade do século XX, resultou na expansão rápida e desordenada das cidades brasileiras, principalmente no caso das regiões metropolitanas, as quais abrigam grande parte das capitais (ALMEIDA, 2012). Nas últimas décadas, a configuração e o crescimento do espaço urbano brasileiro refletiu uma nova etapa da dinâmica populacional: a migração urbano-urbano (BARBIERI, 2013; MARANDOLA JR *et al.*, 2014; SILVA, 2009). Desde a década de 1990 este tipo de migração ultrapassou as migrações rural-urbanas, presentes principalmente nas décadas de 1970 e 1980 (MARANDOLA JR *et al.*, 2014). Esta transição demográfica é apontada por demógrafos e outros especialistas como resultado de determinado estágio de modernização, de forma que, em períodos anteriores à transição há predomínio da migração rural-rural, seguido de um período marcado pelo processo de industrialização e pelas migrações rural-urbanas, e, posteriormente, sob a presença majoritária da migração urbana-urbana (SILVA, 2009; BARBIERI, 2013). As localidades em fase de transição completa presenciariam, à luz desta teoria, trajetórias de migração das populações dos centros urbanos para os subúrbios, assim como das cidades maiores para cidades médias ou menores (BARBIERI, 2013).

A alteração nos principais fluxos migratórios brasileiros (de rural-rural para rural-urbano, de rural-urbano para urbano-urbano, etc.) pode ser pensada tanto na escala regional, por meio das migrações entre as grandes regiões do país, assim como na escala local, por meio do aumento da mobilidade intraurbana. No caso brasileiro, com a expansão dos centros urbanos, surge a necessidade de modernização nos setores de transporte e comunicação, o que gerou facilidades no deslocamento intraurbano (MARANDOLA JR *et al.*, 2014; BARBIERI, 2013). A mobilidade, em cenários como o caso atual da demografia das cidades brasileiras, passa a representar o principal componente da dinâmica demográfica e a configurar a ocupação do espaço urbano (BARBIERI, 2013; MODESTO; MARQUES, 2011), assim como

os deslocamentos diários da população passam a fazer parte do modo de vida urbano, constituindo, assim, uma nova dinâmica populacional urbana.

De fato, a migração entre as regiões, assim como as demais mudanças do local de residência, passa a perder potência quando comparadas aos deslocamentos diários (MODESTO; MARQUES, 2011; HOGAN, 2005; MARANDOLA JR.; OJIMA, 2014; SILVA, 2009), os quais envolvem o trabalho, lazer, estudo e outras atividades. Esta nova configuração urbana destaca os deslocamentos diários da população como um novo e relevante aspecto da vida urbana (HOGAN, 2005; MODESTO; MARQUES, 2011, p. 15).

A ocupação das metrópoles resulta no uso intensivo de transportes, de uso coletivo e individual, além de tornar os deslocamentos diários parte do cotidiano da população. Nesse sentido, Ojima & Hogan (2008) destacam que quanto menor a densidade populacional de determinado bairro, ou localidade, o deslocamento espacial da população para as atividades diárias tende a ser maior. Esta realidade corresponde a uma tendência de “regionalização do cotidiano” (MARANDOLA JR.; OJIMA, 2014, p. 186), gerada principalmente pela dispersão das atividades industriais, de lazer, comerciais, de empreendimentos imobiliários, entre outras. A configuração das novas aglomerações urbanas transforma, portanto, as relações da população com o local, assim como a desconexão existente entre casa e trabalho, possibilitadas pelos movimentos pendulares.

Os deslocamentos diários fazem parte do cotidiano de parte da população brasileira. Nos grandes aglomerados urbanos, este tipo de mobilidade é muito presente. As Tabelas 2 e 3 apresentam os resultados do Censo Demográfico do IBGE de 2010 para a amostra, sobre os deslocamentos casa-estudo e casa-trabalho, respectivamente, entre os domicílios localizados em áreas urbanas e rurais. No Brasil, cerca de 7,1% da população rural se deslocava, no período de análise do Censo, para estudar em outro município. Este percentual está um pouco abaixo da população urbana, segundo a qual 7,6% daqueles que vivem em áreas urbanas se deslocavam para estudar em outro município.

Tabela 2- Pessoas residentes em domicílios particulares que frequentavam escola ou creche, por local da escola ou creche que frequentavam, segundo a situação do domicílio - Brasil - 2010

Situação do domicílio	Pessoas residentes em domicílios particulares que frequentavam escola ou creche no Brasil	Frequentavam escola ou creche no município de residência		Frequentavam escola ou creche em outro município	
		Total	Absoluto	(%)	Absoluto
Total	59 379 809	55 090 577	92,78%	4 289 232	7,22%
Urbana	49 979 038	46 407 054	92,85%	3 571 985	7,15%
Rural	9 400 770	8 683 524	92,37%	717 247	7,63%

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

Nota: Excluídas as pessoas cuja condição no domicílio era pensionista, empregado(a) doméstico(a) ou parente do(a) empregado(a) doméstico(a).

Tabela 3 - Pessoas de 10 anos ou mais de idade, residentes em domicílios particulares, ocupadas na semana de referência, por local de exercício do trabalho principal, segundo a situação do domicílio- Brasil - 2010

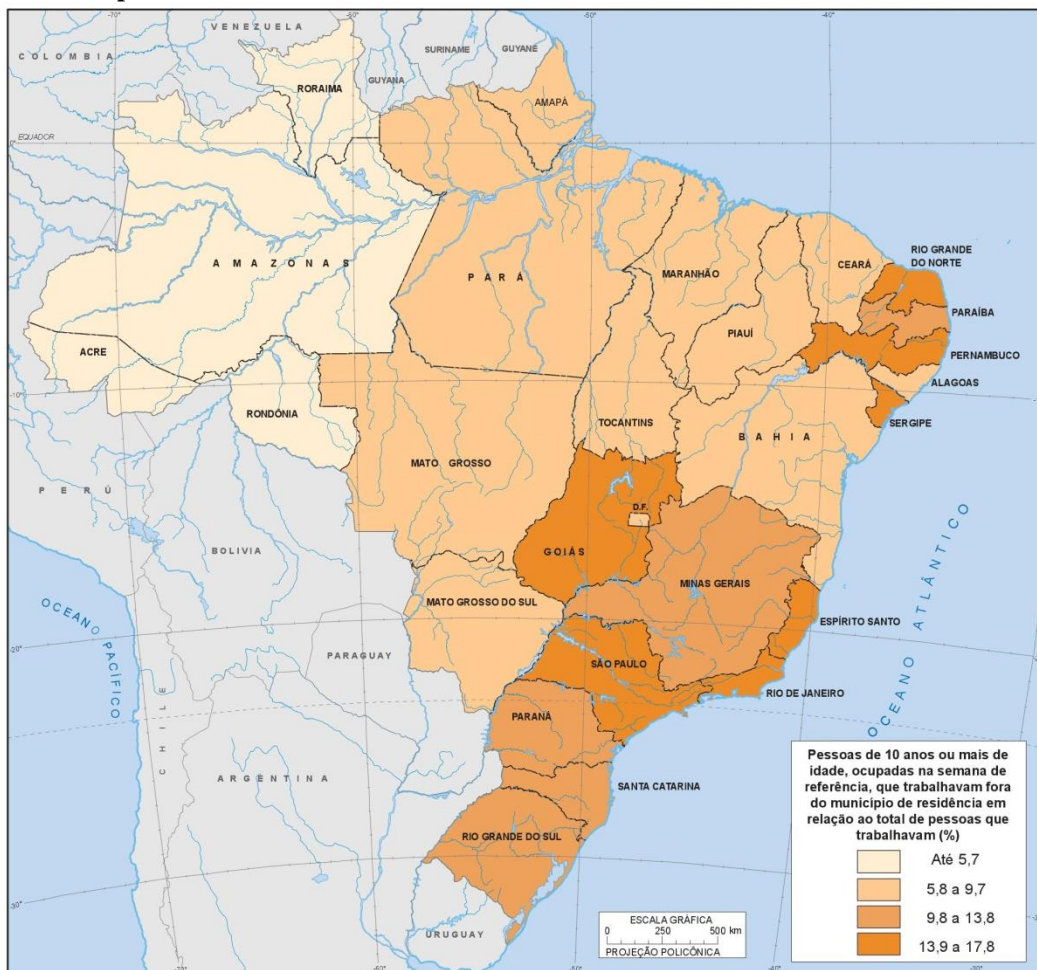
Situação do domicílio	Total	Município de residência		Outro município		Mais de um município*	
		Absoluto	(%)	Absoluto	(%)	Absoluto	(%)
Total	85 880 400	74 842 536	87,1%	10 136 282	11,8%	901 582	1,0%
Urbana	73 533 660	63 324 700	86,1%	9 356 439	12,7%	852 520	1,2%
Rural	12 346 739	11 517 835	93,3%	779 842	6,3%	49 062	0,4%

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

*Inclui também aqueles que têm como local de exercício do trabalho principal mais de um país.

Sobre os deslocamentos para fins de trabalho, foram captadas informações sobre pessoas de 10 anos ou mais de idade, residentes em domicílios particulares. Neste caso, há uma diferença um pouco maior entre as populações urbana e rural: enquanto 13,9% da população urbana trabalhava em outro município ou em mais de um município, 6,7% da população rural se deslocava para outro município ou para mais de um município para fins de trabalho. Por outro lado, é importante ressaltar a natureza urbana do fenômeno de deslocamento de trabalho para outros municípios, sendo este concentrado nas grandes áreas urbanas e em suas vizinhanças: De 10.136.286 de habitantes que se deslocavam para outro município para trabalhar, 9.356.439 (isto é, cerca de 92%) residiam em áreas urbanas. A Figura 8 mostra este mesmo resultado por Unidades da Federação. É possível destacar grande uma concentração dos maiores percentuais de pessoas que trabalham em outro município nas Regiões Sul, Sudeste, e em algumas localidades da Região Nordeste.

Figura 8 - Pessoas de 10 anos ou mais de idade, ocupadas na semana de referência, que trabalhavam fora do município de residência - 2010



FONTE: IBGE, Censo Demográfico 2010.

Nota: No total de pessoas que trabalhavam fora do município de residência foram consideradas pessoas que trabalhavam em outros municípios, em países estrangeiros e em mais de um município ou país.

As informações levantadas pelo último Censo Demográfico indicam a magnitude da quantidade de pessoas que se desloca para suas atividades de estudo ou trabalho para outros municípios que não os de suas residências, percorrendo longos percursos. Esta informação ilustra a representatividade que o deslocamento para atividades cotidianas tem na vida da população, e como este peso é ainda maior nas áreas mais urbanizadas, principalmente nas vizinhanças das grandes metrópoles, as quais recebem, diariamente, um grande contingente de pessoas por abarcar grandes centros comerciais e concentrar muitas destas atividades. Diante do contexto de alta mobilidade discutido nesta subseção, e dos cenários já apresentados nos capítulos anteriores sobre os impactos das mudanças climáticas nas cidades, emergem as reflexões sobre como este cenário pode afetar a vulnerabilidade dos diversos grupos populacionais urbanos aos riscos gerados pela mudança do clima.

4.3. Mobilidade e vulnerabilidade no espaço urbano

Diante do aumento da importância das diversas formas de mobilidade enquanto variáveis de maior peso na dinâmica demográfica, emerge a preocupação e o debate sobre suas implicações, principalmente diante das alterações geradas pelo meio urbano no ambiente. Na presença dos riscos relacionados às mudanças climáticas presentes nas regiões urbanas, apresentados no Capítulo 2, este cenário se torna ainda mais complexo e pertinente, na medida em que diversas cidades do mundo inteiro, onde já reside a maior parte da população mundial, serão afetadas. Os impactos da mobilidade na configuração do espaço das novas aglomerações urbanas, assim como suas relações com a vulnerabilidade aos riscos das mudanças climáticas surgem como oportunidade para se pensar e avançar em termos de políticas públicas de adaptação mais adequadas com a realidade das cidades brasileiras comparadas com as políticas existentes na atualidade.

No mesmo patamar de relevância que este tema possui nas áreas de políticas públicas, população e ambiente, este não é um debate simples, de forma contrária, as relações entre a mobilidade e a vulnerabilidade encontradas na literatura são muitas, e variam dependendo tanto da abordagem epistemológica sob a qual a análise se concretiza, assim como as escalas, recortes e/ou objetos de estudo utilizados. Por exemplo, conforme apresentado no início do capítulo, existem diversas categorias de mobilidade, e tais categorias podem ser pensadas na escala regional, por exemplo, por meio da migração entre os aglomerados urbanos, assim como podem ser pensadas na escala local ou intraurbana, a partir de análises realizadas por bairros e/ou por meio dos movimentos diários. Esta subseção buscou apresentar e discutir sobre as diversas relações mobilidade-vulnerabilidade encontradas na literatura, abordando, também, sua forma multiescalar e suas diferentes perspectivas.

4.3.1. Mobilidade enquanto capacidade adaptativa

O modo de vida urbano configura não apenas uma mudança de hábitos cotidianos e das relações entre os indivíduos, assim como as alterações no meio ambiente geradas principalmente pela degradação ambiental destas áreas. Mais do que isso, o “viver urbano” envolve uma gama de tomada de decisões relacionada às oportunidades geradas pelas cidades, ao passo que tais decisões geralmente envolvem tanto vantagens e oportunidades quanto desvantagens e aspectos negativos. Opções de trabalho, moradia, lazer, proximidade aos entes familiares e acesso a serviços públicos de qualidade são alguns fatores que envolvem grande parte das escolhas que abrangem as áreas urbanas como lugar de habitação ou trabalho, por

exemplo. Todos estes aspectos possuem uma conexão em comum com o lugar, ou melhor, com os lugares, que abrigam os diversos componentes que constroem a vida urbana. Existe, ainda, mais um ponto, que mais pode ser pensado como uma linha, que conecta todos estes aspectos à noção espacial presente entre eles, e por isso se torna tão presente na realidade urbana: A mobilidade. A mobilidade populacional está presente em grande parte da tomada de decisões que os indivíduos se deparam no decorrer da sua vida. É principalmente na conexão que a mobilidade possui com os demais aspectos da vida urbana, e com o lugar, que a relação mobilidade-vulnerabilidade aos riscos ambientais é apresentada na literatura. Conforme apontam Marandola Jr. & Ojima (2014):

Mobilidade-vulnerabilidade é um binômio fundamental para compreendermos e analisarmos as metrópoles contemporâneas. As pessoas organizam suas rotinas diárias e suas escolhas locais a partir de elementos implicados nesta relação. Em vista disso, o habitar urbano nas grandes aglomerações urbanas é constituído hoje por deslocamentos e permanências, envoltos na fluidez contemporânea. (MARANDOLA JR.; OJIMA, 2014, p.1)

Quando adicionamos os riscos ambientais a esta equação, as relações já existentes se fortalecem ainda mais, assim como surgem novas conexões. A probabilidade de ocorrência de determinado evento perigoso corresponde a um dos aspectos presentes na vida urbana contemporânea, e assim como os outros fatores aqui citados, envolve uma série de decisões que são acompanhadas e se relacionam com a mobilidade populacional. Sobre este aspecto, a relação entre a mobilidade e a vulnerabilidade é pensada por alguns autores por meio da mobilidade enquanto capacidade adaptativa. Na medida em que vulnerabilidade consiste, de forma geral, na exposição de determinado lugar ou grupo populacional a um risco específico, a mobilidade é apresentada como um dos fatores que afetam a capacidade deste local ou grupo populacional de se adaptar e lidar com o risco (SILVA, 2009; BARBIERI, 2011; 2013).

A ideia por trás da mobilidade enquanto capacidade adaptativa está, na realidade, na noção contrária a esta: As populações incapazes de mudar de local de residência diante da existência de um risco ambiental para locais com menores riscos por fatores como suas condições socioeconômicas se tornam populações mais vulneráveis do que os grupos populacionais que teriam a capacidade de buscar melhores oportunidades de produção e reprodução (BARBIERI, 2011; 2013). Nesse sentido, a imobilidade gera vulnerabilidade. Não obstante, esta conexão não é imediata, de forma contrária, é uma relação de múltiplas facetas, (BARBIERI, 2011; CUNHA, 2011a; MARANDOLA JR.; OJIMA, 2014), conforme será discorrido mais adiante nesta subseção. Antes de apresentar essa ideia, é necessário ressaltar algumas considerações básicas que permeiam a mobilidade enquanto capacidade adaptativa.

Em primeiro lugar, a ocupação histórica do espaço urbano brasileiro, marcada por elementos ligados à criação de vazios urbanos e pela segregação socioespacial, gerou grandes e importantes desigualdades em grande parte das cidades brasileiras. Em vista destes motivos, o acesso dos diversos grupos populacionais e determinados conjuntos de ativos (CUNHA, 2011a; OJIMA; HOGAN, 2008) evoluiu de forma desigual ao longo das décadas, conforme ressalta Cunha (2011a, p. 118):

[...] a relação entre mobilidade e vulnerabilidade poderia ser estabelecida a partir da perspectiva de que o deslocar-se no espaço metropolitano teria implicações importantes sobre a forma de acesso a um conjunto de ativos. Nesse sentido, pode-se vislumbrar outro caminho para relacionar vulnerabilidade e mobilidade, a partir da relação de ambos com a segregação socioespacial. (CUNHA, 2011a, p.118)

Os avanços na modernização do transporte e da comunicação permitem que a população destas localidades tenha mais opções disponíveis em suas escolhas diárias. Por outro lado, esta realidade revela as consequências de se habitar determinadas áreas, em termos de limitações ao acesso dos serviços públicos de qualidade, mercado de trabalho consolidado e infraestrutura (CUNHA, 2011a). Uma segunda consideração relevante para entender as relações entre vulnerabilidade e mobilidade diz respeito às motivações que os indivíduos têm para se deslocar no espaço urbano. Cunha (2011a) ressalta como os mesmos elementos que levam a população a se deslocar ou não, e que teoricamente diminuiriam os conflitos ligados à segregação socioespacial, acabam por reafirmar a permanência destes elementos na vida desta população.

Isso ocorre na medida em que os fluxos migratórios ocorridos nas metrópoles brasileiras, muitas vezes decorrentes do mercado de trabalho e de terra, influenciam ou aprofundam a composição sociodemográfica de determinadas destas áreas urbanas. Estes mesmos fatores que geram o deslocamento da população para determinadas áreas geram, por sua vez, seletividades específicas em aspectos como a idade, sexo e tipo de família, entre outros, assim como em termos socioeconômicos (CUNHA, 2011a). Ou seja, da mesma forma em que alguns fatores influenciam a decisão dos indivíduos em se deslocar ou não, esta escolha impacta o aprofundamento e reafirmação de determinados padrões ligados a estes mesmos fatores em determinadas localidades, funcionando quase como uma seleção de características específicas que se encontram em determinados locais. Esta seletividade permitiria, ou não, “o acúmulo de ativos essenciais para aumentar (ou reduzir) a capacidade de respostas aos vários riscos impostos pela metrópole, entre eles o da pobreza e exclusão social” (CUNHA, 2011a, p. 125).

Desta forma, na mesma medida em que a mobilidade pode aumentar de fato a capacidade de adaptação de determinada população, esta pode, também, reproduzir determinados padrões historicamente construídos em grande parte da formação do espaço urbano brasileiro. Este é um aspecto que deve ser levado em consideração nos estudos os quais buscam relacionar a variável mobilidade à vulnerabilidade de determinada população aos riscos de eventos extremos, em que a capacidade adaptativa desta população se torna peça-chave para o enfrentamento destes riscos, e todo e qualquer fator que impacta a vulnerabilidade deve ser considerado, por mais que este seja um exercício quase inalcançável.

4.3.2. A dupla natureza da relação mobilidade-vulnerabilidade

Conforme a própria ideia acima apresentada, uma das complexidades existentes na relação mobilidade-vulnerabilidade consiste em sua natureza dupla: A mobilidade populacional não necessariamente possui impactos sobre os ativos que aumentam a capacidade adaptativa da população em apenas um sentido. Isto é, alguns dos aspectos relacionados à mobilidade podem aumentar a vulnerabilidade de determinada população, assim como outros aspectos podem diminuir esta vulnerabilidade (CUNHA, 2011a; BARBIERI, 2011; MARANDOLA JR.;, 2008). Em termos práticos, Cunha (2011a, p. 126) ilustra esta complexidade:

Assim, se por um lado se pode pensar que a mobilidade pode levar a um incremento no capital físico de uma família ao permitir acesso a uma habitação própria, também se pode considerar impactos negativos, como a perda de acessibilidade e de capital social, ambos com possíveis repercussões sobre a inserção dos seus membros no mercado de trabalho, sobre a disponibilidade de ajuda por parte de parentes e amigos, ou mesmo sobre o processo educativo de suas crianças. Como se sabe, existem autores que sustentam que essa situação se torna ainda mais grave em bairros segregados e com baixa heterogeneidade social. (CUNHA, 2011a, p. 126)

A natureza dupla da relação entre mobilidade e vulnerabilidade traz desafios aos esforços de mensuração da vulnerabilidade destes casos, ou de comparações com outros estudos. A assertiva feita por Cunha (2011a) traz uma noção de mobilidade enquanto capacidade adaptativa, relacionando a mobilidade com a vulnerabilidade por meio da segregação socioespacial. A mobilidade pode gerar meios para a população se capacitar para lidar com determinados riscos. As famílias as quais ocupam áreas de riscos, por exemplo, como uma forma de adquirir sua casa própria, e contam com o deslocamento diário até seu local de trabalho, muitas vezes por longas horas diárias, estão suscetíveis a deslizamentos, carência de serviços públicos e serviços de habitação adequados. Entretanto, por vezes a proximidade com seu círculo relacional pode constituir uma rede de apoio em tais situações,

as quais aumentam a capacidade de adaptação desta família aos riscos de deslizamento, por exemplo.

Por outro lado, nem sempre a relação entre mobilidade e vulnerabilidade traz um viés positivo, e pode, inclusive, exacerbar situações já existentes de vulnerabilidade (BARBIERI, 2011; SILVA, 2009). Da mesma forma que a mobilidade populacional, principalmente aquela realizada em escala intraurbana, facilitou o acesso a serviços públicos, lazer, educação, e trabalho em regiões diversas das cidades, fatores do próprio deslocamento, como o tempo de viagem (muitas vezes representando longas horas do dia), o número de baldeações a serem feitas para se chegar ao destino final, tipo de condução ou veículo utilizado, assim como o custo elevado de viagem também potencializam diversos riscos (MARANDOLA JR.; OJIMA, 2014). As longas distâncias fazem parte de grande parte da população, e devem ser consideradas como um dos fatores de impacto da vulnerabilidade aos riscos associados aos eventos relacionados às mudanças climáticas previstos. Os deslocamentos diários diferenciam a população, principalmente em termos de características pessoais, faixa etária e ciclo de vida, como ressaltam Marandola Jr & Ojima (2014, p. 188), o que afetará, também, o nível de vulnerabilidade destes grupos populacionais:

A diferença da vulnerabilidade nesses longos trajetos diários, quando se trata dos perigos associados à mobilidade em si, altera-se pouco entre as classes sociais. Os elementos mais significativos nessa equação serão fatores ligados às características pessoais, faixa etária e ciclo de vida (individual e do domicílio), que se ligam de forma mais direta à maneira como conduzem seus passos e seus veículos. (MARANDOLA JR.; OJIMA, 2014, p.188)

No caso brasileiro, as informações levantadas pelo Censo Demográfico de 2010 sobre o tempo habitual de deslocamento para o trabalho principal mostrou que existem expressivas variações regionais, ligadas, também às diferenças existentes entre o meio urbano e o meio rural. A Tabela 4 mostra que aproximadamente 36% da população que residia em áreas urbanas demorava mais de meia hora de deslocamento de casa para o trabalho, enquanto na população rural este percentual cai para 22,7%. Além disso, o Censo mostra que o percentual de pessoas que demora apenas 5 minutos no máximo para se deslocar até o trabalho principal na população urbana é de 12,1%, enquanto na população rural esse percentual aumenta para 21,2% do total daqueles que residem em áreas rurais. Nos grandes aglomerados urbanos, ou nas chamadas megacidades, este resultado tende a se reafirmar e se aprofundar, na medida em que estas cidades comportam complexos espaços com alta densidade populacional.

Tabela 4 - Tempo habitual de deslocamento do domicílio para o trabalho principal, segundo a situação do domicílio

Situação do domicílio	Total	Tempo habitual de deslocamento do domicílio para o trabalho principal				
		Até 5 minutos	De 6 minutos a meia hora	Mais de meia hora até 1 hora	Mais de 1 hora até 2 horas	Mais de 2 horas
Total	61 588 447	13,1%	52,2%	23,3%	9,6%	1,8%
Urbana	55 121 717	12,1%	51,9%	24,0%	10,2%	1,8%
Rural	6 466 730	21,2%	55,1%	17,4%	5,1%	1,2%

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

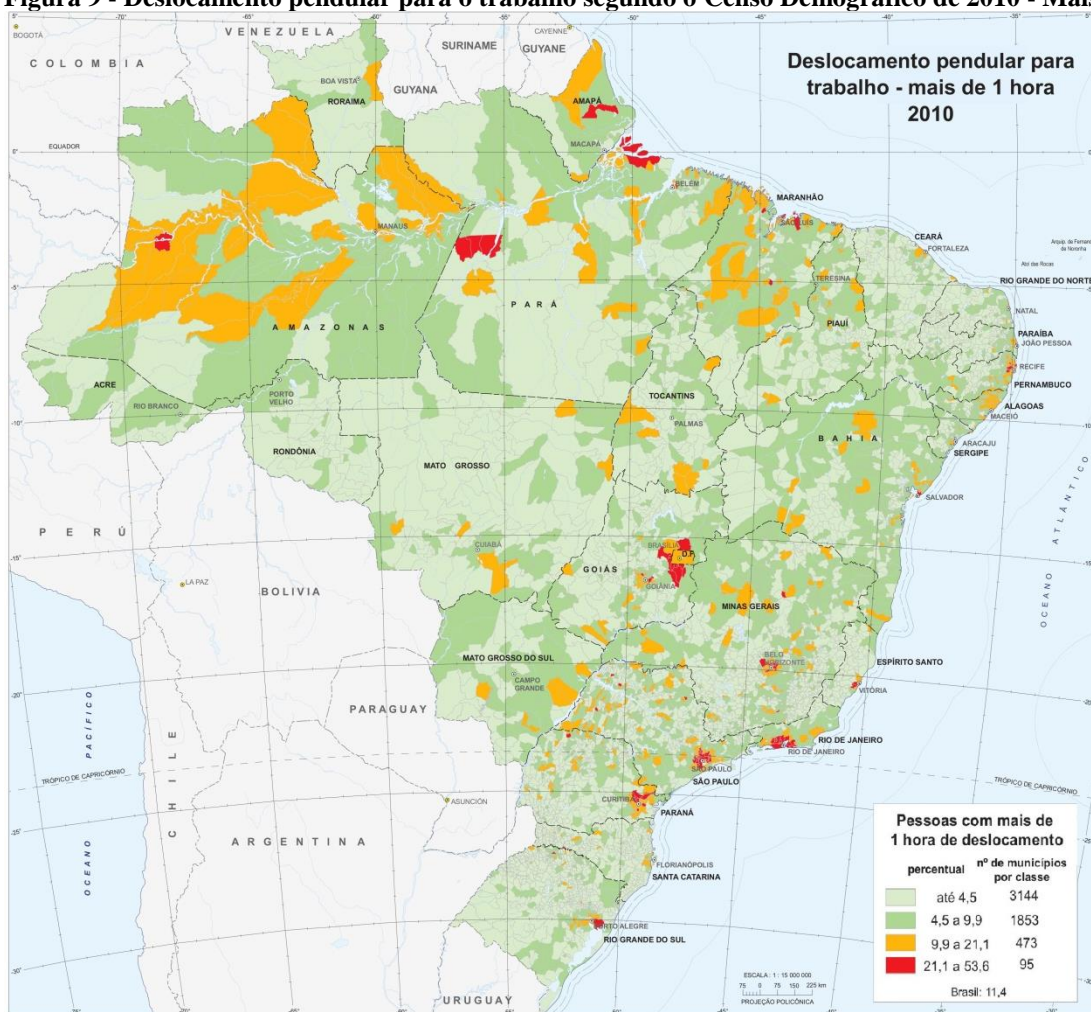
Notas: (a) inclui pessoas de 10 anos ou mais de idade, ocupadas na semana de referência, que, no trabalho principal, trabalhavam fora do domicílio e retornavam diariamente do trabalho para o domicílio.

(b) exclusive as pessoas que, no trabalho principal, trabalhavam em mais de um município ou país.

A Figura 9 representa a quantidade de pessoas que demora mais de 1 hora para se deslocar ao trabalho. Notadamente, as localidades que possuem o maior percentual de pessoas que demora mais de 1 hora de deslocamento casa-trabalho (na faixa entre 21,1% e 53,6%), em vermelho, coincidem em parte com as capitais, locais geralmente mais urbanizados e com grande demanda de trabalho, como Porto Alegre, Curitiba, São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, São Luís, entre outros.

Ao considerarmos o tempo de deslocamento da população entre casa e trabalho pelas Macrorregiões, nota-se, de forma geral, maior tempo para a região que comporta as maiores aglomerações urbanas, a região Sudeste. Além de ser altamente urbanizada, esta é uma região altamente populosa. Verifica-se que na faixa de tempo de deslocamento de até cinco minutos, se encontra apenas 9.9% da população da região Sudeste, abaixo do percentual populacional brasileiro (13,1%) e da região Centro-Oeste, a segunda mais baixa em termos de população que se desloca na faixa de até cinco minutos, com 14,7% de sua população. No outro extremo das faixas de tempo de deslocamento (faixa de mais de duas horas de deslocamento) verifica-se que a região Sudeste é que possui maior percentual populacional. Corresponde a 13% da população segundo a qual gasta mais de duas horas no deslocamento diário até o trabalho, acima do percentual brasileiro, o qual corresponde a 9,6%. A Figura 10 mostra essa diferença entre as seis regiões do Brasil. Este percentual de 13% significa que, no período de realização do Censo Demográfico de 2020, 737.849 habitantes da região Sudeste demoram mais de duas horas de deslocamento diário para fins de trabalho.

Figura 9 - Deslocamento pendular para o trabalho segundo o Censo Demográfico de 2010 - Mais de 1 hora

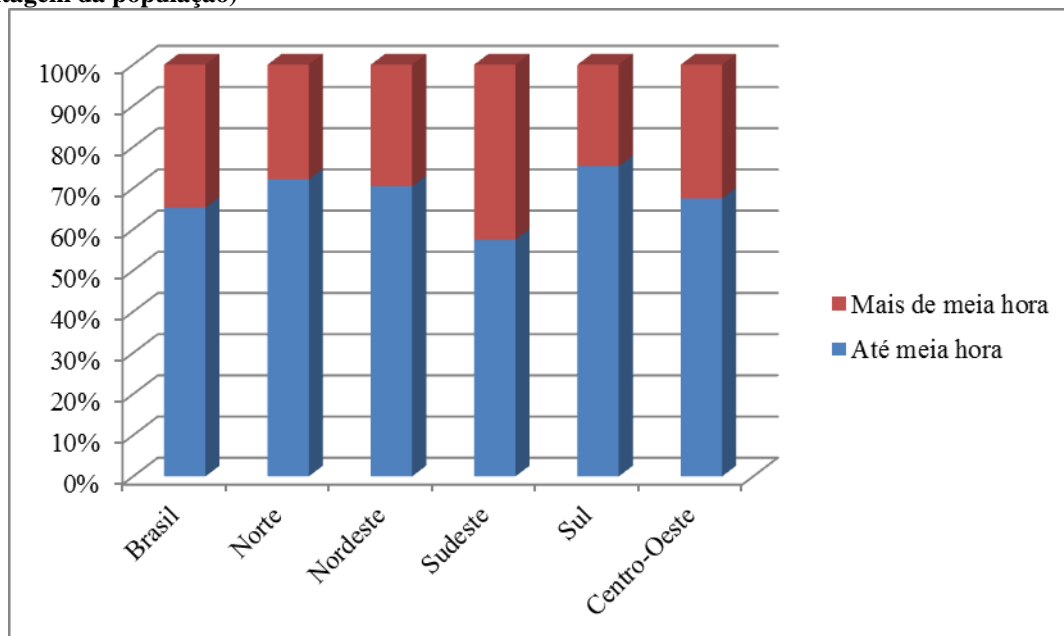


FONTE: IBGE – Atlas do Censo Demográfico 2010: Fluxos da população no território, p. 102. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/apps/atlas/>. Acesso em 01/12/2017.

Nota: Percentual calculado do total de pessoas que se deslocavam para trabalho e retornavam para seus domicílios diariamente.

As longas horas de deslocamento diário envolvem desvantagens relacionadas aos congestionamentos, atrasos, baldeações e até possíveis acidentes de percurso (MACHADO; PERO; MIHESSEN, 2015). Isso afeta não apenas a qualidade de vida da população, mas também a torna mais exposta a determinados riscos e menos capaz de lidar com determinados tipos de situação. Em determinadas situações existe o acesso a outras localidades por meio de serviços de transporte e mobilidade, mas as condições do acesso não são adequadas e resultam na ampliação das situações de exclusão já existentes em meio à população urbana.

Figura 10 - Tempo habitual de deslocamento do domicílio para o trabalho principal por Regiões (porcentagem da população)



FONTE: IBGE (2010) - Censo Demográfico.

Notas: (a) inclui pessoas de 10 anos ou mais de idade, ocupadas na semana de referência, que, no trabalho principal, trabalhavam fora do domicílio e retornavam diariamente do trabalho para o domicílio.

(b) exclui as pessoas que, no trabalho principal, trabalhavam em mais de um município ou país.

(c) considera-se que a marca de 30min de deslocamento representa uma obrigação de percorrer pelo menos 10 quilômetros entre a moradia e o trabalho a uma velocidade média de 40 km/h, ou a perda excessiva de tempo nos trajetos mais curtos devido aos congestionamentos (FIRJAN, 2015).

Em um levantamento do tempo médio de deslocamento da população que realiza o trajeto casa-trabalho-casa, a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro – FIRJAN constatou que dentre as 37 Regiões Metropolitanas (RMs) brasileiras existentes em 2012, a RM do Rio de Janeiro registrou o maior tempo. Nesta região, 2,8 milhões de trabalhadores levaram, no ano de 2012, em média 141 minutos no deslocamento casa – trabalho – casa. Em 2011, o tempo médio de deslocamento da RM do Rio de Janeiro (RJ) estava em torno de 130 minutos, aumentando no ano seguinte. Seguindo deste resultado estão as RMs de São Paulo (SP), Salvador (BA) e Belo Horizonte (MG). Isto é, segundo este levantamento, com exceção de Salvador (BA), as RMs com maior tempo de deslocamento pendular dos trabalhadores estão localizadas na região Sudeste, conforme apresenta a Tabela 5. Cabe ressaltar que enquanto a RM do Rio de Janeiro (RJ) aumentou seu tempo médio de deslocamento em 11 minutos entre 2011 e 2012, o número de pessoas que gastam mais de 30min no deslocamento diminuiu. Este resultado pode estar relacionado com uma maior aproximação entre o local de moradia da população e seu local de trabalho (FIRJAN, 2015). Outras pesquisas apresentam, com algumas variações nos minutos – a depender da metodologia utilizada para o cálculo do tempo médio de deslocamento, o mesmo resultado com relação à RM do Rio de Janeiro (RJ) (MACHADO; PERO; MIHESSEN, 2015; VIANNA; YOUNG, 2015).

Tabela 5 - Evolução do tempo médio de deslocamento casa – trabalho - casa em regiões metropolitanas brasileiras e população ocupada afetada

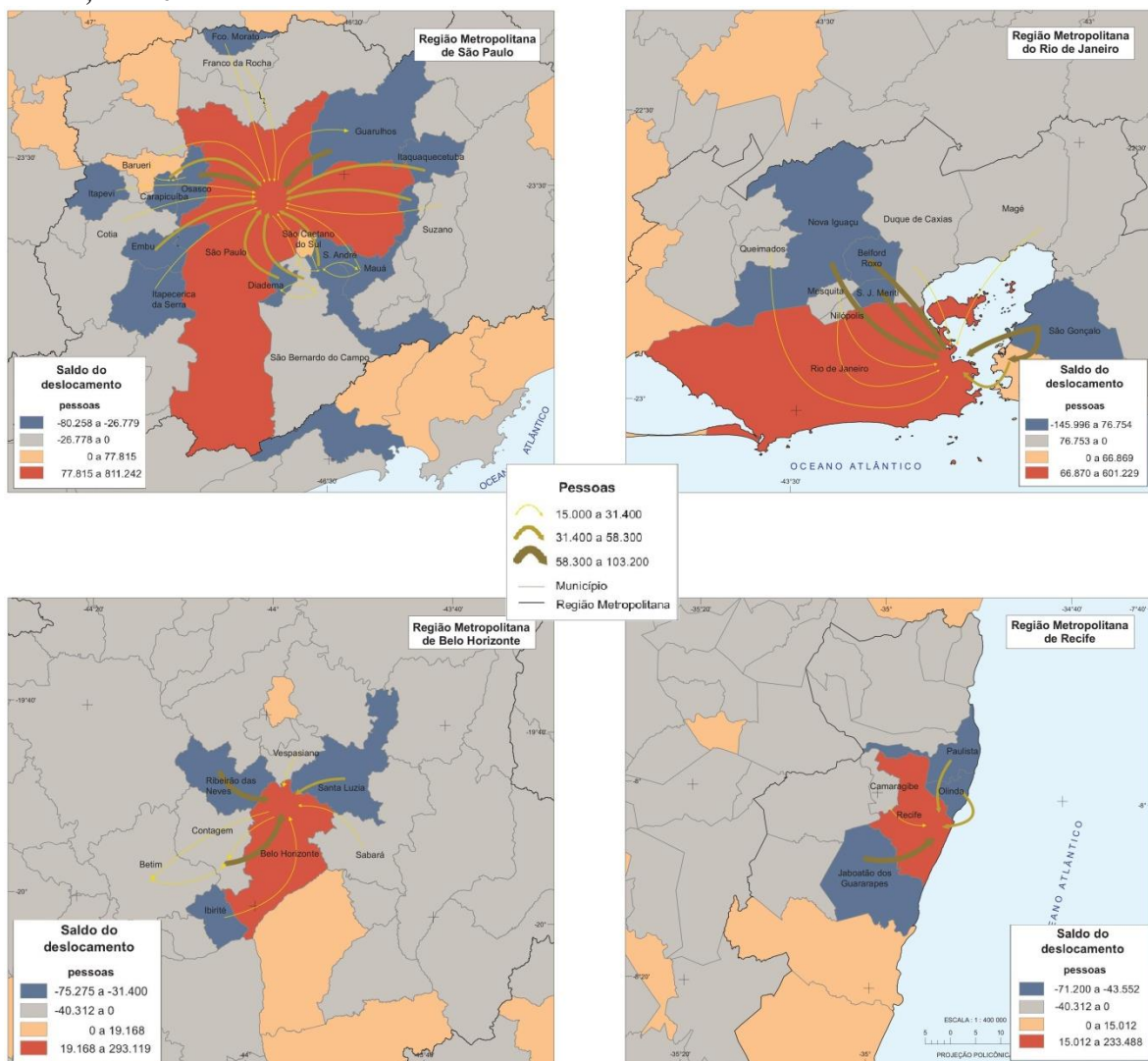
Região Metropolitana	Tempo de deslocamento (minutos)		Números de pessoas com deslocamento acima de 30min		
	2011	2012	2011	2012	Variação
Rio de Janeiro (RJ)	130	141	2.838.340	2.794.364	-1,5%
São Paulo (SP)	131	132	5.297.456	5.536.241	4,5%
Salvador (BA)	123	128	794.787	806.905	1,5%
Belo Horizonte (MG)	123	125	1.059.506	1.084.115	2,3%

FONTE: FIRJAN, 2015.

Notas: Considera-se que a marca de 30min de deslocamento representa uma obrigação de percorrer pelo menos 10 quilômetros entre a moradia e o trabalho a uma velocidade média de 40 km/h, ou a perda excessiva de tempo nos trajetos mais curtos devido aos congestionamentos (FIRJAN, 2015).

Já na RM de São Paulo (SP), enquanto o número de trabalhadores com tempo de deslocamento maior do que 30min aumentou em 4,5%, o tempo médio de deslocamento aumentou em apenas um minuto no período. Este resultado, por sua vez, pode estar mais ligado a melhorias no sistema de mobilidade urbana, principalmente por meio do transporte público (FIRJAN, 2015). A Figura 11 mostra os principais fluxos de deslocamento casa-trabalho em quatro Regiões Metropolitanas: RM de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Recife. É possível ressaltar o grande contingente de pessoas que mora nos municípios vizinhos e trabalha nas capitais.

Figura 11 - Deslocamento pendular para trabalho segundo o Censo Demográfico de 2010: RMSP, RMRJ, RMBH, RMRe



FONTE: IBGE – Atlas do Censo Demográfico 2010: Fluxos da população no território, p. 103. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/apps/atlas/>. Acesso em 01/12/2017.

Nota: O saldo considera apenas os que se deslocavam para o trabalho e retornavam para seu município diariamente.

Além dos riscos segundo os quais os indivíduos estão expostos com o próprio deslocamento, outro ponto que impacta a capacidade de adaptação diante de um cenário de alta mobilidade, como é o caso das áreas urbanas, está relacionada à construção de políticas públicas locais, as quais tem um papel essencial na adaptação das localidades aos riscos específicos. A formulação de políticas públicas locais muitas vezes é realizada conforme a demanda de determinadas localidades, são políticas construídas de forma focalizada e para atender àquela população específica. Os problemas relacionados, por exemplo, à poluição, saúde pública e infraestrutura, geralmente encontram soluções focalizadas, de acordo com a necessidade de cada bairro ou região. Diante disso, a fragmentação existente na desconexão entre casa e trabalho, segundo a qual as famílias encontram seus espaços de vida divididos em

diversas áreas, dificulta o diagnóstico necessário para a construção de políticas públicas adequadas à realidade das localidades (MARANDOLA JR.; OJIMA, 2014, p. 188):

A solução de problemas estruturais (como os relacionados à poluição, saúde pública e infraestrutura) também fica mais difícil com essa fragmentação, pois levar os tentáculos do Estado a distâncias tão grandes e, muitas vezes, fora dos cronogramas ou planejamento das prefeituras (exemplo disso são os empreendimentos em meio a áreas rurais ao longo das rodovias) produz efeitos adversos para as pessoas, potencializando perigos relacionados ao ambiente, saúde e aos próprios aspectos da proteção social. [...] Nesse quadro, os riscos de deslizamentos, enchentes e outros perigos ambientais podem tornar as pessoas mais expostas a riscos, na medida em que a presença do Estado é mais rarefeita e distante. (MARANDOLA JR.; OJIMA, 2014, p.188)

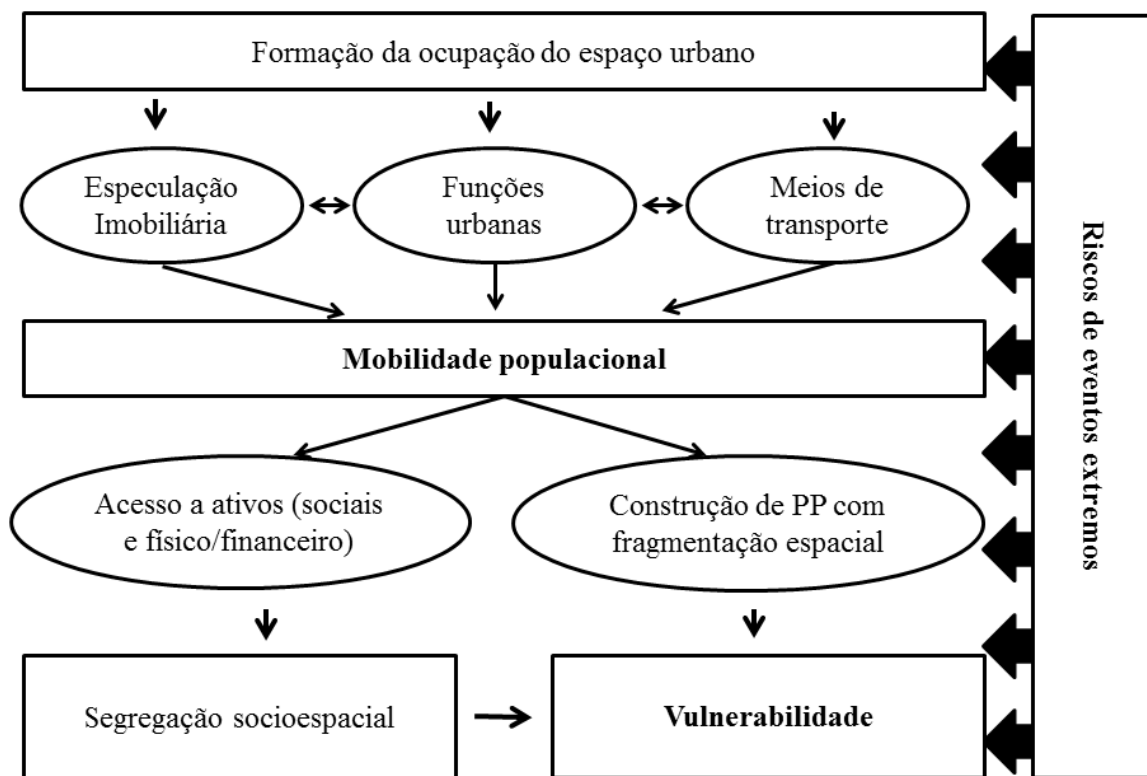
De fato, se as políticas públicas de clima são a principal forma de enfrentamento aos perigos relacionados à mudança do clima, e diante da importância dos governos locais para a atuação por meio das medidas adaptativas, qualquer fator que dificulte o diagnóstico e o mapeamento das necessidades específicas de cada região se torna um fator que impacta a vulnerabilidade das localidades a estes perigos. Este cenário se aprofunda mais ainda na carência de recursos e nos cenários de contingenciamento de recursos já conhecidos no setor público brasileiro, em todas as esferas governamentais, em que a construção de políticas públicas é realizada com base em tomadas de decisão dos governantes, de forma a priorizar determinadas ações em detrimento de outras. Este tipo de atuação torna o problema da fragmentação gerada pela mobilidade um grande ponto de estrangimento na elaboração de políticas públicas de adaptação.

Além da atuação das políticas públicas, a população local possui um importante papel na manutenção do local por meio das reivindicações políticas. A identidade local formada por seus habitantes é fundamental para a melhoria das condições de infraestrutura, serviços, assim como as condições ambientais, as quais possuem uma relação estreita com a melhora de qualidade de vida. Com a desconexão entre local de habitação e local de trabalho, estas lutas políticas ou associações em favor das melhorias locais se dispersa. As pessoas não necessariamente estabelecem vínculo com os lugares de vivência, na medida em que passam parte de seu dia em um local e outra parte em outra, e é variável a importância que cada indivíduo dá para cada parte de seu dia. As melhorias possibilitadas pela organização da sociedade civil são componentes que aumentam a capacidade adaptativa da população, reduzindo-se, assim, suas vulnerabilidades (MARANDOLA JR.; OJIMA, 2014).

Todos os pontos acima ressaltados buscam trazer ao debate a ideia de que a relação entre mobilidade e vulnerabilidade não possui apenas um sentido. Estes são parte dos aspectos pertinentes encontrados na literatura, mas existem inúmeras possibilidades de abordagem quando pensamos nessa relação, e principalmente quando condicionamos a análise aos riscos

relacionados à ocorrência de eventos extremos gerados pelas mudanças climáticas. Para sintetizar as reflexões aqui propostas, o diagrama apresentado na Figura 12 ilustra os pontos apresentados neste capítulo pertinentes para o exercício de se relacionar a mobilidade e a vulnerabilidade.

Figura 12 - Diagrama das relações entre os riscos de eventos extremos, mobilidade intraurbana e vulnerabilidade



FONTE: Elaboração própria (2017) com base nas considerações de Cunha (2011a), Barbieri (2011;2013) e Marandola Jr & Ojima (2014).

Em primeiro lugar, ressalta-se que a existência dos riscos ambientais, tais como os riscos de ocorrência de eventos extremos gerados pelas mudanças climáticas, é o pano de fundo pelo qual todos os aspectos da dinâmica entre a mobilidade e a vulnerabilidade operam. Nesse sentido, todas as relações encontradas devem ser pensadas sob o ponto de vista da existência de tais riscos. Conforme discutido no capítulo, tanto as características de formação do espaço urbano, pautadas pela existência de “vazios urbanos” gerados pela especulação imobiliária (ABREU, 1997; BARBIERI, 2013; FARAH, 2003; FERNANDES; LAGÜÉNS; NETTO, 1999; MODESTO; MARQUES, 2011) quanto os fatores os quais condicionam a migração interna, tais como moradia, trabalho, lazer e dinâmicas relacionais (CUNHA,

2011a), geram uma estrutura de incentivos e constrangimentos (CUNHA, 2011a) que influenciam as tomadas de decisões que abarcam a mobilidade intraurbana, possibilitados pelos avanços nos meios de transporte (MARANDOLA JR *et al.*, 2014; BARBIERI, 2013).

A mobilidade populacional, por sua vez, envolve dois principais fatores de influência na vulnerabilidade, sendo que cada um destes fatores a afetará. A possibilidade de acesso aos ativos sociais, físicos e financeiros, antes fora de alcance de grande parte da população reafirmam ou não o cenário de segregação socioespacial já conhecido em grande parte das cidades brasileiras. A segregação socioespacial, por sua vez, impacta o grau de vulnerabilidade da população por gerar diferentes capacidades socioeconômicas e espaciais para lidar com os impactos das mudanças climáticas (CUNHA, 2011a; MARANDOLA JR.; OJIMA, 2014). Além destes elementos, a fragmentação espacial gerada pela alta mobilidade observada nos grandes aglomerados urbanos é ressaltada por Marandola Jr. & Ojima (2014) por gerar dois fatores de aumento do grau de vulnerabilidade: A dificuldade de diagnóstico focalizado para uma formulação adequada das políticas públicas e a dispersão de reivindicações e lutas políticas da população local, por falta de identidade com o local.

O diagrama apresentado apresenta uma das inúmeras formas de se relacionar a mobilidade e a vulnerabilidade. Diante das considerações levantadas neste capítulo, é possível refletir que a inclusão da mobilidade populacional na análise de vulnerabilidade às mudanças climáticas no contexto metropolitano pode gerar novas e melhoradas formas de atuação das políticas públicas, na medida em que se aproxima com as tendências demográficas mais recentes de alta mobilidade nas áreas urbanas. A própria natureza multifacetada entre a mobilidade e a vulnerabilidade, em conjunto com a dificuldade de mensuração da vulnerabilidade populacional às mudanças climáticas implica em uma série de desafios metodológicos para estes estudos. Não obstante, nos anos mais recentes o desenvolvimento deste tema na literatura resultou em alguns estudos que buscam elucidar e desmascarar aspectos referentes à mobilidade e a vulnerabilidade, parte deles já apresentadas neste capítulo.

Por meio destes estudos, percebe-se que a análise da vulnerabilidade de determinada população aos riscos ambientais não nos permite apontar determinado grupo de pessoas como mais vulnerável, no geral, do que outras. Por se tratar de uma análise multifacetada, em que vários componentes são analisados e em que os mesmos podem possuir características intrínsecas, este tipo de análise nos permite, no entanto, verificar em quais situações determinado grupo é mais ou menos vulnerável (SILVA, 2009). Algumas das pesquisas

destacadas neste capítulo mostram esta particularidade dos estudos de mobilidade e vulnerabilidade, e a própria diferença entre eles reforça esta ideia.

Silva (2009) buscou captar, por meio da existência ou não de correlação entre a mobilidade pendular e as situações de vulnerabilidade sociodemográfica e socioambiental, se a população da Baixada Santista que pratica a pendularidade possui ou não mais recursos e ativos para enfrentar determinadas situações do que a parcela da população que não pratica a pendularidade. Isto é, o autor procurou identificar se os pendulares se encontravam em situação de maior vulnerabilidade ou não. Os resultados desta pesquisa mostram que a população que realiza movimentos pendulares se encontra em nível de maior vulnerabilidade com relação aos indicadores sociodemográficos, principalmente nos indicadores de estrutura do domicílio (arranjos domésticos, número de filhos, total de pessoas morando na casa etc.) e renda. Os não-pendulares, por sua vez, se apresentaram mais vulneráveis com relação aos indicadores socioambientais, tais como saneamento e esgoto, frequência da coleta de lixo, enchentes, proximidade com cursos d'água, entre outros. Essa vulnerabilidade socioambiental, segundo o próprio autor, aponta para a habitação de áreas impróprias para a moradia, com alta exposição aos riscos ambientais. Marandola Jr. (2008), por sua vez, destaca que a diferença de vulnerabilidade nos longos trajetos diários não é muito significativa entre as classes sociais, mas sim por meio de características pessoais, faixa etária e ciclo vital, indicando os perigos ligados à própria mobilidade em si, por exemplo, da maneira como o indivíduo conduz seu veículo no caso de transporte particular.

Diante das evidências apontadas pela comunidade internacional sobre os impactos das mudanças climáticas nas cidades, e frente ao peso da mobilidade na dinâmica demográfica das regiões urbanas nos períodos mais recentes, este capítulo buscou discutir as relações entre a mobilidade e a vulnerabilidade da população urbana aos riscos das mudanças climáticas. Foi argumentada a importância desta discussão para as os grandes aglomerados urbanos brasileiros, locais onde há cenários de alta mobilidade da população, o que pode afetar a vulnerabilidade populacional tanto positivamente quanto negativamente. Elementos como (a) possibilidade de busca por melhores condições de emprego e moradia; (b) tempo e condições de deslocamento; e (c) a construção de políticas públicas dispersas e lutas políticas fragmentadas foram alguns dos fatores apontados os quais impactam a vulnerabilidade populacional por meio da mobilidade. Além disso, foi abordado o papel que a formação da ocupação do espaço urbano e que os elementos que geram a mobilidade possuem sobre a segregação socioespacial da população. A segregação socioespacial surge no debate como um

importante componente característico das principais cidades brasileiras, em termos de densidade populacional.

Assim como foi apontando em diversos momentos deste capítulo, a relação entre mobilidade e vulnerabilidade é complexa no mesmo grau de sua importância. Da mesma forma, a aplicação empírica desta relação apresenta diversos desafios metodológicos. Diferentes escalas, objetos de estudo, recortes espaciais e populacionais e outros elementos podem ser utilizados para esta reflexão, dependendo do objetivo do pesquisador e dos dados disponíveis. O uso de indicadores é comum para a operacionalização da vulnerabilidade, assim como a análise dos dados censitários são muito utilizados dependendo do recorte espacial da pesquisa. O próximo capítulo consiste no esforço de aplicação do aporte teórico-metodológico introduzido no referencial teórico desta dissertação de mestrado. Por meio de técnicas de análise de indicadores e geoprocessamento, buscou-se identificar as principais relações entre o binômio mobilidade-vulnerabilidade às mudanças climáticas na cidade do Rio de Janeiro. As técnicas de pesquisa utilizadas, assim como a contextualização e a discussão dos resultados encontrados e suas limitações apontam para a relevância de mapeamentos locais enquanto diagnósticos para a elaboração e melhoria das medidas adaptativas nas cidades, conforme proposto na presente pesquisa.

5. Mobilidade populacional e vulnerabilidade às mudanças climáticas na cidade do Rio de Janeiro

5.1. Metodologia

Diante da discussão proposta nas seções anteriores, os métodos empregados nesta pesquisa tem por base a pesquisa descritiva que se aproxima da pesquisa explicativa, por buscar identificar a existência de relações entre variáveis, além de buscar determinar a natureza dessa relação (CRESWELL, 2007; GIL, 2008). O método de pesquisa utilizado corresponde à pesquisa quantitativa, por se tratar da análise das relações entre a mobilidade populacional e a vulnerabilidade às mudanças climáticas em áreas urbanas, com base em variáveis pré-determinadas em estudos anteriores. Nesta abordagem, a coleta, análise de dados, análise estatística e técnicas de geoprocessamento realizadas na presente pesquisa buscaram testar uma teoria para apoiar ou refutar as hipóteses formuladas ao longo da pesquisa (CRESWELL, 2007).

A complexidade em operacionalizar o conceito de vulnerabilidade está na formulação de métodos e instrumentos que deem conta da interdisciplinaridade do termo. Para testar a hipótese formulada, a construção da pesquisa para o levantamento de dados e informações sobre vulnerabilidade e mobilidade corresponde à identificação e mensuração de indicadores. A utilização de indicadores de vulnerabilidade pode ser abordada por meio do método indutivo, segundo o qual, na ausência de relações entre as variáveis pré-determinadas, utilizam-se dados existentes para construir modelos econométricos. Alternativamente, é utilizada a abordagem dedutiva, segundo a qual o pesquisador utiliza a compreensão teórica das relações contidas em estudos e pesquisas anteriores para identificar os indicadores de sua vulnerabilidade (ADGER *et al.*, 2004). Por outro lado, conforme destaca Adger *et al.* (2004), grande parte dos estudos de vulnerabilidade os quais fazem uso de indicadores não estão associados exclusivamente a uma abordagem dedutiva ou indutiva:

Many studies base their selection of a multitude of indicators on a basic theoretical understanding of vulnerability (such as that vulnerability is a result of high exposure to a hazard and low coping ability, Ramachandran and Eastman 1997, or of sectoral sensitivities and coping and adaptive capacity, Moss et al. 2000) and identify categories of indicators (such as settlement/infrastructure sensitivity, food security, economic capacity, human and environmental resources, national economic growth and human development, Moss et al 2000, Kanamaru 1998). (ADGER et al., 2004, p. 18)

Dentre os métodos de construção metodológica apontados acima, para o uso de indicadores, esta pesquisa utiliza a teoria verificada na revisão de literatura dedutivamente,

isto é, utiliza a literatura como base para sugerir questões ou hipóteses de pesquisa (CRESWELL, 2007, p. 48). O método dedutivo busca testar uma teoria ao invés de desenvolver uma nova teoria, por meio da coleta de dados que a representem e, posteriormente, de sua confirmação ou não-confirmação através da observação dos resultados. De acordo com Creswell (2007, p. 136):

A teoria toma-se uma estrutura para todo o estudo, um modelo organizador para questões e hipóteses de pesquisa e para o procedimento de coleta de dados. O pesquisador testa ou verifica uma teoria ao examinar hipóteses ou questões derivadas da teoria. Essas hipóteses ou questões contêm variáveis (ou construções) que o pesquisador precisa definir. Alternativamente, uma definição aceitável pode ser encontrada na literatura. (CRESWELL, 2007, p.136)

A partir da escolha desta abordagem para a presente pesquisa, o primeiro passo para sua formulação corresponde à compreensão do fenômeno a ser estudado e seus principais processos envolvidos, para então, posteriormente, identificar os principais processos a serem incluídos no estudo e suas relações (ADGER *et al.*, 2004). Para os estudos dedutivos de vulnerabilidade esta é uma etapa particularmente importante, diante da complexidade teórica que envolve a interdisciplinaridade da vulnerabilidade, o que abre portas para grandes variações nas definições conceituais e operacionalizações.

A revisão teórica de literatura desta dissertação buscou identificar estes processos, partindo de uma visão mais geral que envolve a vulnerabilidade às mudanças climáticas nas áreas urbanas para os processos específicos os quais permeiam a mobilidade populacional e a vulnerabilidade. Após a indentificação dos processos e relações relevantes sob o ponto de vista teórico, o segundo passo de uma abordagem dedutiva consiste na seleção dos indicadores, dentro das limitações do estudo, para representar estes fatores e processos, assim como a atribuição de valores e pesos correspondentes. Segundo Adger *et al.* (2004, p.17):

*During this procedure, conceptualization, or identifying key concepts and the relationships between them takes place, and the research questions and hypotheses are stated. [...] In deductive research, a hypothesis is tested by operationalizing the concepts in the hypothesis and collecting the appropriate data to explore the relationship between the measures of these concepts. A strong conceptual framework can form the basis for identifying vulnerability indicators. (ADGER *et al.*, 2004, p.17)*

A partir de uma abordagem dedutiva para a operacionalização dos conceitos de vulnerabilidade e mobilidade populacional, assim como as suas relações, a presente pesquisa seguiu uma série de etapas metodológicas a fim de verificar como a variável de mobilidade populacional se relaciona com a vulnerabilidade às mudanças climáticas em áreas urbanas.

Assim como o conceito de vulnerabilidade, as técnicas de pesquisa deste tipo de estudo também apresentam diferentes abordagens. É possível encontrar estudos que utilizam

das narrativas históricas, análises contextuais, estudos de caso, análises estatísticas e dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) (CUTTER, 1996; 2011). Há, também, aquelas que utilizam duas ou mais técnicas, por vezes aproximando abordagens qualitativas e abordagens quantitativas (CUNHA, 2011b), o que vai depender, também, do objetivo do pesquisador e do objeto de estudo. No entanto, Cunha (2011b) ressalta que há maior ênfase nos estudos quantitativos, os quais buscam de fato mensurar a vulnerabilidade, do que nos estudos contextuais. Cutter (2011), O'Brien *et al.* (2004) e Cartier *et al.* (2009) destacam o uso do conhecimento geoespacial para análises de vulnerabilidade que contenham a dimensão ambiental. Segundo a autora, a cartografia espacial pode ser uma das formas mais vantajosas para calcular a intersecção da vulnerabilidade física com a social.

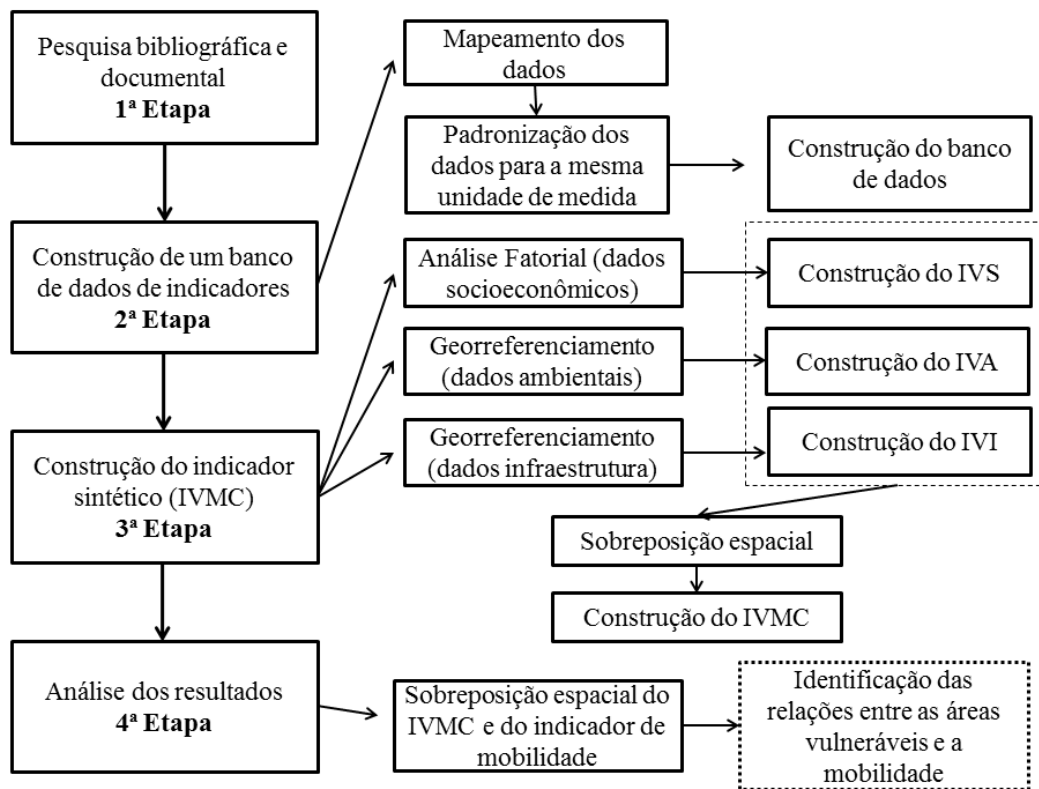
Para as localidades densamente urbanizadas e com riscos e perigos de diferentes origens e escalas, a perspectiva espacial se torna ainda mais relevante (CUNHA, 2011b). A inclusão de questões referentes às vulnerabilidades que a segregação espacial gerada pela formação do espaço urbano das cidades brasileiras promove se torna um ponto relevante a ser identificado (CUNHA, 2011a, 2012, CUTTER, 1996; 2011; HOGAN, 2005; HOGAN *et al.*, 2001; MARANDOLA JR., EDUARDO; HOGAN, 2011; MARANDOLA JR *et al.*, 2014). Notadamente, a construção de um indicador com as dimensões de infraestrutura, ambiental e socioeconômica, e sua identificação com a variável de mobilidade populacional contará com a identificação de vulnerabilidades próprias da população assim como inclui a identificação de vulnerabilidades do lugar, uma vez que os indicadores ambientais são construídos a partir de características físicas, relacionadas com a sua localização no espaço urbano e como estas características podem impactar a população urbana.

5.2. Roteiro Metodológico

Para alcançar os objetivos propostos, os procedimentos metodológicos realizados no presente estudo podem ser divididos em duas etapas principais: na primeira etapa, dados secundários de ordem socioeconômica, ambiental e de infraestrutura são coletados e analisados com vistas a compor um Índice de Vulnerabilidade aos impactos das Mudanças Climáticas. Posteriormente, na segunda etapa, dados secundários de mobilidade populacional são coletados para identificar os principais pontos de comparação entre as variáveis. Dentre as técnicas de análise de dados utilizadas destacam-se a construção dos indicadores socioeconômicos por meio de Análise Fatorial, e a construção dos indicadores de infraestrutura e ambientais por meio do uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e a

técnica de sobreposição espacial para análise das relações entre a mobilidade populacional e a vulnerabilidade. A Figura 13 apresenta o roteiro metodológico utilizado para a construção do presente estudo.

Figura 13 - Roteiro metodológico da pesquisa



FONTE: Elaboração própria (2018).

Conforme já apresentado, a primeira etapa corresponde à pesquisa bibliográfica e pesquisa documental, de forma a identificar dedutivamente indicadores que possam representar as dinâmicas existentes entre a vulnerabilidade às mudanças climáticas e a mobilidade populacional em cidades brasileiras. Para a variável de mobilidade populacional esta etapa é especialmente importante, não apenas para o mapeamento de indicadores de mobilidade, mas também para a embasar a discussão dos resultados encontrados, na medida em que as dinâmicas envolvidas no deslocamento da população urbana estão associadas ao contexto de formação da ocupação histórica destas regiões.

A segunda etapa consiste na construção de um banco de dados de indicadores. Para isso, foram mapeados dados socioeconômicos e de mobilidade populacional junto ao Censo Demográfico de 2010 do IBGE²⁹ e dados ambientais e de infraestrutura do banco de dados

²⁹ Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em dezembro de 2017.

geofísicos do IBGE e do Data.Rio³⁰, assim como dados do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil, banco de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais³¹ desenvolvido em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (TOPODATA/INPE). Os dados socioeconômicos e de mobilidade populacional foram padronizados para a mesma unidade de medida para as análises posteriores. Para esta etapa e para as etapas posteriores foram utilizados *software* de estatística IBM SPSS v22.0 e *software* de geoprocessamento Quantum GIS v2.8.1.

A partir da construção do banco de dados a serem utilizados, na terceira etapa do roteiro metodológico foram realizados procedimentos estatísticos e de geoprocessamento para a elaboração do indicador sintético de vulnerabilidade, intitulado “Índice de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas”. O Índice possui três dimensões, a saber: Socioeconômica, Ambiental e de Infraestrutura. Cada dimensão reúne dados diversos, transformados em 16 variáveis, que estão descritos no Quadro 8. Por meio da sobreposição espacial dos indicadores de cada dimensão, foi possível reunir todas as informações em um único indicador: o Índice de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas. Os procedimentos adotados para a elaboração dos indicadores sintéticos estão descritos na subseção 5.4 desta pesquisa.

A quarta e última etapa consiste na análise dos resultados contidos nas informações do IVMC e do indicador de mobilidade populacional, elaborado a partir de dados do Censo 2010. Nesse sentido, cabe ressaltar que esta análise só foi possível devido a evolução das informações sobre mobilidade nos Censos Demográficos. Inclusive, é a partir desta evolução que a mobilidade pendular ganha espaço nos estudos que envolvem população e meio ambiente, como forma de compreensão das novas aglomerações urbanas (MARANDOLA & OJIMA, 2014). As informações sobre pendularidade foram incluídas no Censo Demográfico pela primeira vez no ano de 1980, porém, sua série foi interrompida no Censo de 1991. No Censo de 2000, esta informação voltou a ser publicada, principalmente pela pressão por parte de pesquisadores e especialistas no assunto que argumentaram sua importância para os estudos demográficos. No último Censo, do ano de 2010, o IBGE desagregou a informação de pendularidade de “município de trabalho ou estudo” para “município de trabalho” e “município de estudo”. Esta desagregação permite uma melhor visualização do ambiente percorrido pela população de determinado município. Além disso, foi adicionada o

³⁰ Lançado no dia 26 de outubro de 2017 pelo Instituto Pereira Passos, o Data.Rio corresponde ao novo Armazém de Dados do município do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.data.rio/>. Acesso em dezembro de 2017.

³¹ O projeto Topodata oferece o Modelo Digital de Elevação (MDE) e suas derivações locais básicas em cobertura nacional, ora elaborados a partir dos dados SRTM disponibilizados pelo USGS na rede mundial de computadores. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>. Acesso em dezembro de 2017.

questionamento se o indivíduo retorna para a sua residência de origem diariamente e o tempo de deslocamento entre a casa de moradia e o trabalho (MARANDOLA JR & OJIMA, 2014).

Quadro 8- Variáveis selecionadas para a composição do IVMC

Dimensão	Variável	Fonte de dados
Socioeconômica	População residente com pelo menos uma das deficiências investigadas (visual, auditiva, motora, mental/intelectual)	Censo 2010
	Filhos tidos pelas mulheres de 10 anos ou mais de idade nascidos mortos	Censo 2010
	Total de filhos tidos pelas mulheres de 10 anos ou mais de idade	Censo 2010
	População residente que nunca frequentou escola ou creche	Censo 2010
	Pessoas de 14 anos ou mais, economicamente ativas, desocupadas na semana de referência	Censo 2010
	Pessoas de 10 anos ou mais de idade, ocupadas na semana de referência, empregadas, sem carteira de trabalho assinada	Censo 2010
	Pessoas de 10 anos ou mais de idade, ocupadas na semana de referência, que trabalham 49 horas ou mais por semana no trabalho principal	Censo 2010
	Pessoas de 10 anos ou mais de idade, ocupadas na semana de referência com rendimento nominal mensal de todos os trabalhos de até 2 SM	Censo 2010
	Pessoas de 10 anos ou mais de idade, sem instrução e fundamental incompleto	Censo 2010
	População residente entre 0 e 14 anos	Censo 2010
Infraestrutura	Porcentagem da área de ponderação com 50% dos setores censitários ou menos com água adequada	Data.Rio
	Porcentagem da área de ponderação com 50% dos setores censitários ou menos com esgoto adequado	Data.Rio
	Porcentagem da área de ponderação com 50% dos setores censitários ou menos com lixo adequado	Data.Rio
Ambiental	Porcentagem da área de ponderação com áreas com declividade superior à 30%	Topodata
	Porcentagem da área de ponderação com áreas a 50 metros dos corpos d'água	Data.Rio
	Porcentagem da área de ponderação correspondente a manguezais	Data.Rio

FONTE: Elaboração própria (2018) com base nas metodologias de Alves (2010; 2013), Silva (2009) Almeida (2010), Augusto (2017) e Maior & Cândido (2014).

A análise foi realizada por meio da sobreposição espacial das duas variáveis de análise, permitindo conhecer o panorama socioespacial do município do Rio de Janeiro por meio do uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Cabe destacar o reconhecimento dos desafios metodológicos não apenas para a aferição da vulnerabilidade às mudanças climáticas, mas para fins de captação de suas relações com a variável de mobilidade populacional, nos moldes da presente pesquisa. Em

primeiro lugar, a operacionalização do conceito de vulnerabilidade não é simples, e varia bastante dependendo do objetivo do estudo, como já comentado. Da mesma forma, a dinâmica relacional entre mobilidade e vulnerabilidade aborda inúmeras possibilidades de aplicação, variando não apenas de recorte espacial ou populacional, mas dependendo, também, da disponibilidade de dados de diversas naturezas, muitas vezes de instituições diferentes, com níveis de acesso diferentes (CUTTER, 1996; 2011, HOGAN, 2005; MARANDOLA JR & HOGAN, 2011), o que pode delinear a pesquisa antes mesmo que o objeto de estudo seja definido.

O debate que busca relacionar a mobilidade e a vulnerabilidade abrange, principalmente, dois “limites de interesse”, conforme destaca Hogan (2005, p. 328): Ao mesmo tempo em que são abordados aspectos ligados à resiliência dos sistemas naturais, os aspectos sociodemográficos também entram na lista de dados necessários para a aplicação dos conceitos abordados. Os dados sociodemográficos ou econômicos são encontrados sobre uma escala territorial, definida por meio dos limites municipais, estaduais, nacional ou por meio dos setores censitários. Os sistemas naturais, por sua vez, não obedecem aos limites antropogênicos, e muitas vezes não condizem com os territórios demarcados politicamente pelos censos (HOGAN, 2005). Paralelamente, no caso das mudanças climáticas, os riscos associados a este fenômeno podem envolver diversos limites e escalas, além de impactar diversos grupos populacionais dentro de um mesmo território (MARANDOLA JR *et al.*, 2014).

Diante das questões ressaltadas acima, parte das dificuldades encontradas neste tipo de pesquisa está na evolução dos censos e na agregação de dados multiescalares em indicadores ou índices. Diversas informações e dados dos censos podem conter interrupções de série, início de séries históricas somente em períodos mais recentes, por serem incluídas posteriormente, ou apenas algumas unidades de análises disponíveis. Algumas das premissas associadas às limitações metodológicas apontadas acima foram contornadas na definição da unidade de análise, descrita na próxima subseção.

5.3. Recorte Geográfico e Unidade de Análise

Para verificar as condições explicitadas no objetivo do estudo em áreas urbanas, mais especificamente nas cidades, o objeto de estudo para o presente trabalho corresponde ao município do Rio de Janeiro – RJ. Localizado na faixa litorânea da região sudeste brasileira, o município do Rio de Janeiro se situa entre as principais megacidades globais e se destaca

entre as metrópoles brasileiras por sua importância social, econômica e cultural, com uma população estimada em 6.520.266 de habitantes (IBGE, 2017; DERECZYNSKI et al., 2011). A Figura 14 apresenta o mapa de localização do município do Rio de Janeiro. Enquanto ex-capital do Brasil, a cidade possui importância histórica associada, principalmente, à sua proximidade com a costa do Oceano Atlântico, tornando a região do Porto do Rio de Janeiro importante ponto de conexão com o comércio exterior até os dias de hoje (DERECZYNSKI et al., 2011; EGLER; GUSMÃO, 2011).

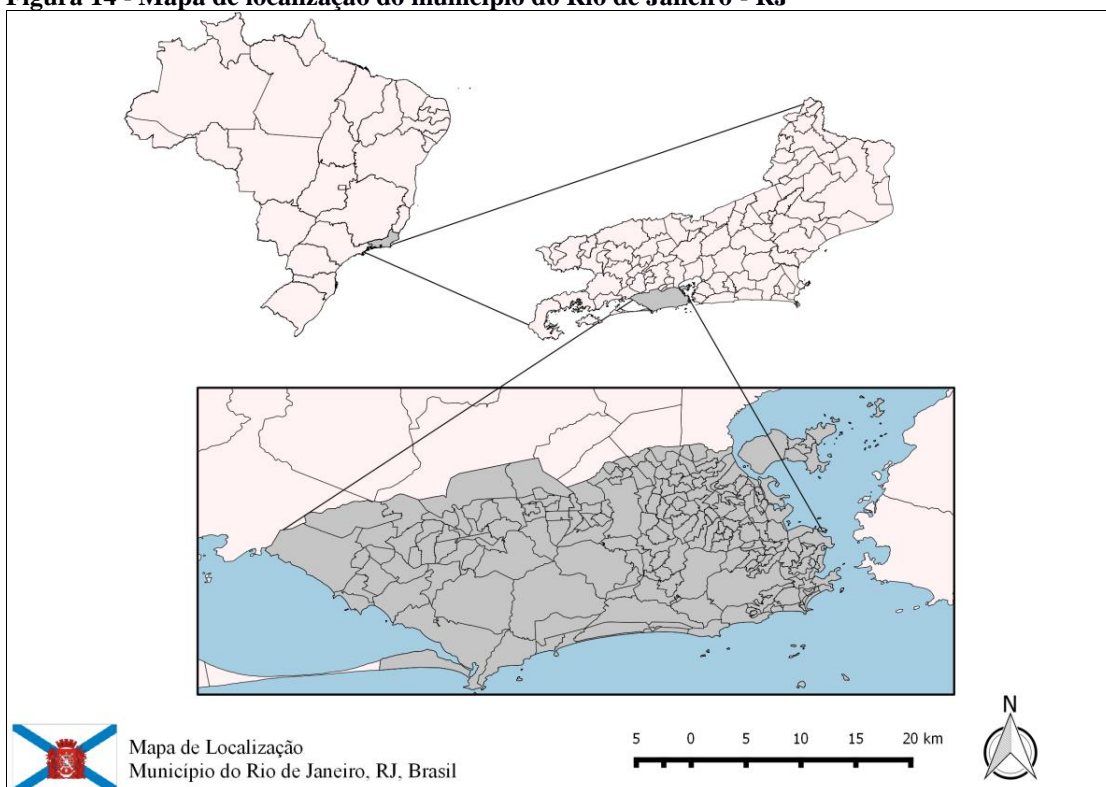
Assim como em muitas cidades brasileiras, o processo de urbanização do Rio de Janeiro gerou profundas transformações em sua configuração socioespacial. É principalmente a partir das reformas urbanas do então prefeito Pereira Passos, entre 1902 e 1906, que as moradias antes ocupadas na região do centro da cidade foram desalojadas, dando início ao crescimento da ocupação em áreas de encosta (AZEVEDO, 2003; ALBERGARIA, 2010). Processos de ocupação em áreas de encosta, assim como a habitação informal, fazem parte do cenário urbanístico e da história da cidade, em que a ocupação de morros e outras regiões deu origem a uma das singularidades cariocas: as favelas de encosta (EGLER; GUSMÃO, 2011). Em muitas destas regiões a cobertura vegetal foi parcial ou totalmente removida, tornando o solo exposto à ação de águas pluviais (EGLER; GUSMÃO, 2011; FERNANDES; LAGÜÉNS; NETTO, 1999). Ademais, a ocupação destas regiões ocorreu de forma rápida e desordenada, segundo as quais, na ausência ou negligência do Poder Público, a carência de infraestrutura básica e o risco de deslizamentos aumentam a exposição da população à ocorrência de eventos extremos ao passo que diminuem sua capacidade de lidar com tal situação.

Em função da expansão da malha urbana, os serviços de mobilidade na cidade do Rio de Janeiro presenciaram diversas fases de desenvolvimento, as quais foram determinadas principalmente pela atuação do Estado por meio de grandes reformas urbanas. Tais reformas, por sua vez, alteraram significativamente a configuração da cidade e resultaram em diversos aspectos ligados à segregação socioespacial. Atualmente, a cidade do Rio de Janeiro possui um dos maiores tempos de deslocamento pendular entre as metrópoles brasileiras³². Além disso, a cidade recebe milhões de habitantes de municípios vizinhos diariamente para fins de trabalho, sendo o município da Região Metropolitana do Rio de Janeiro que mais recebe trabalhadores de outros municípios (MACHADO & MIHESSEN, 2013).

³² Segundo dados do IBGE apresentados na “Figura 9 - Deslocamento pendular para o trabalho segundo o Censo Demográfico de 2010 - Mais de 1 hora”.

Além de sua importância com relação ao mercado de trabalho, segundo dados mais recentes da Empresa de Turismo do Município do Rio de Janeiro - RIOTUR³³, no ano de 2015 a cidade do Rio de Janeiro recebeu cerca de 2.9 milhões de turistas internacionais e aproximadamente 6,4 milhões de turistas domésticos. Cabe ressaltar que a execução de eventos internacionais, como os Jogos Olímpicos Rio-2016 e a Copa do Mundo FIFA de 2014 tendem a aumentar o número de visitantes à cidade e a agravar as vulnerabilidades.

Figura 14 - Mapa de localização do município do Rio de Janeiro - RJ



FONTE: Elaboração própria (2018) a partir de dados do IBGE (2017).

Conforme ressaltado, tanto as características geomorfológicas e ambientais quanto os aspectos históricos, socioeconômicas e urbanísticos tornam o município do Rio de Janeiro, além de importante metrópole, uma localidade com diversos vetores de vulnerabilidade à mudança do clima. Destas constatações surge a relevância de aprofundamento no desenvolvimento da configuração urbana do Rio de Janeiro, principalmente no que se refere à ocupação de áreas de risco e os problemas elencados pelos longos deslocamentos diários da população residente, nos diagnósticos de vulnerabilidade às mudanças climáticas.

Para verificar os diferentes graus de vulnerabilidade e os padrões de deslocamento no âmbito do município do Rio de Janeiro, as unidades de análise correspondem às áreas de

³³ Dados dos relatórios de “Fluxo e Receita da Demanda Doméstica 2015” e “Fluxo Internacional no Rio de Janeiro 2015”, da RIOTUR. Disponíveis em: <http://www.rio.rj.gov.br/web/riotur/entradadeturistas>. Acesso em janeiro de 2018.

ponderação do município, definidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE no Censo Demográfico de 2010:

Define-se área de ponderação como sendo uma unidade geográfica, formada por um agrupamento mutuamente exclusivo de setores censitários contíguos, para a aplicação dos procedimentos de calibração dos pesos de forma a produzir estimativas compatíveis com algumas das informações conhecidas para a população como um todo. O tamanho dessas áreas, em termos de número de domicílios e de população, não pode ser muito reduzido, sob pena de perda de precisão de suas estimativas. Assim este tamanho mínimo foi definido em 400 domicílios ocupados na amostra, exceto para os municípios que não atingem este total onde, neste caso, o próprio município é considerado uma área de ponderação. (IBGE, 2017)

As áreas de ponderação definidas pelo IBGE garantem um nível de desagregação intramunicipal mantendo a confiabilidade dos dados expandidos ao universo. A área de ponderação é composta por um conjunto de Setores Censitário do IBGE, da mesma forma que cada Setor corresponde a apenas uma área de ponderação. Os municípios com mais de 190 mil habitantes foram possibilitados de construir, ainda, as áreas de ponderação dos municípios de seu mandato de acordo com áreas de planejamento, junto aos critérios mínimos de amostra do IBGE. Para o caso do município do Rio de Janeiro, o qual conta com aproximadamente 10.000 setores censitários e é uma região com alta densidade populacional, a utilização das áreas de ponderação enquanto unidade de análise se torna vantajosa e confiável para a manipulação de dados.

Cabe destacar que para o Censo Demográfico de 2010 as áreas de ponderação de 14 municípios foram redefinidas na medida em que as áreas formuladas não atendiam às áreas de planejamento dos respectivos municípios, dentre estes o município do Rio de Janeiro. Desta forma, na análise realizada nesta pesquisa foram utilizadas as áreas de ponderação redefinidas posteriormente pelo IBGE.

5.4. A Construção do IVMC

Em busca da construção de um indicador sintético que represente a vulnerabilidade às mudanças climáticas nas áreas urbanas, foram recolhidos dados distribuídos entre as dimensões socioeconômica, ambiental e de infraestrutura. Cutter (2011) ressalta a importância das três dimensões para a análise da vulnerabilidade:

As condições naturais ou ambientais que ajudam a compreender a exposição ao risco têm geralmente por base informação proveniente das ciências naturais. A análise do ambiente construído ou das infraestruturas está adstrita às ciências da engenharia, incluindo medições das infraestruturas críticas (oleodutos, redes de transporte, sistemas de comunicação), assim como do edificado (residencial, comercial, industrial, institucional). Por último, é necessário efectuar a medição das condições sociais, geralmente com recurso a dados socioeconômicos e a outros dados demográficos. (CUTTER, 2011, p. 61)

A dimensão socioeconômica foi elaborada a partir de dados socioeconômicos do Censo Demográfico de 2010. A dimensão ambiental, por sua vez, contou com dados da biblioteca de indicadores geofísicos do IBGE, assim como dados do banco de dados Data.Rio, do Instituto Pereira Passos. Foram utilizados, também, dados do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil, banco de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (TOPODATA/INPE). A primeira etapa foi a construção da dimensão socioeconômica do Índice de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas (IVMC).

5.4.1. Dimensão socioeconômica

Para o mapeamento e análise de informações relativas à dimensão socioeconômica foram utilizados dados gerados pelo Censo Demográfico 2010 do IBGE, Censo mais recente realizado pela instituição. A escolha desta fonte de dados por grande parte dos estudos de vulnerabilidade brasileiros está na abrangência dos dados e na qualidade das análises relacionadas às características da população e domicílios do país. Além disso, os Censos Demográficos possuem o maior grau de desagregação espacial existente no país (CUNHA, 2012), o que fornece material para diversos tipos de análise.

Além da confiança em tais dados, os Censos Demográficos do IBGE são realizados com periodicidade decenal desde o ano de 1940, o que fornece uma sólida série histórica a ser trabalhada por pesquisadores, embora o questionário e outros instrumentos de análise tenham variado ao longo dos anos. Conforme apontam Maior & Cândido (2014), ainda assim, a parte majoritária dos estudos de vulnerabilidade socioeconômica brasileiros, tais como Deschamps (2004; 2006), Hogan (2007), Alves (2010a), Almeida (2010) e Alves *et al.* (2010b), entre outros, utilizam os Censos Demográficos do IBGE como fonte de dados para a elaboração de um Índice que represente a vulnerabilidade em determinadas áreas.

No Censo Demográfico de 2010, 67,6 milhões de domicílios foram recenseados nos 5.565 municípios brasileiros. O IBGE disponibiliza os resultados do Censo por área de ponderação em tabelas e em forma de dado demográfico, por meio de arquivos *shapefile*. O primeiro critério para a escolha das variáveis a serem utilizadas foi a disponibilidade dos dados. A partir da coleta de variáveis disponíveis pelo Censo, foram selecionadas o maior número de variáveis possível de acordo com a literatura de vulnerabilidade. A escolha das variáveis a partir do marco ordenador dos resultados obtidos em estudos anteriores de vulnerabilidade parte do método dedutivo de construção da pesquisa. A similaridade entre as variáveis em estudos como (ALMEIDA, 2010; ALVES, 2010; 2013; AUGUSTO, 2017;

DESCHAMPS, 2008; DESCHAMPS *et al.*, 2009; SILVA, 2009) foi o ponto de partida para a escolha das variáveis selecionadas. A partir deste grupo de variáveis, foram priorizadas aquelas com o recorte e objetivo semelhantes ao da presente pesquisa.

Uma das formas de transformação dos indicadores individuais em Índice bastante utilizada nas metodologias de mensuração da vulnerabilidade em sua dimensão socioeconômica busca identificar as relações estatísticas significativas em um conjunto de potenciais indicadores, de forma a, por meio das correlações entre as variáveis, estabelecer um modelo relacional (MAIOR & CÂNDIDO, 2014) que indique a realidade das hipóteses formuladas ao longo da pesquisa. No caso da construção do Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica, a utilização de métodos estatísticos permite que a análise de como as variáveis se relacionam aponte para a construção de um modelo que represente a realidade observada (MAIOR & CÂNDIDO, 2014).

Almeida (2010) destaca o uso das técnicas estatísticas no caso de dados demográficos para a formulação de índices de vulnerabilidade social, principalmente a partir do desenvolvimento de tecnologias computacionais. Ao trabalharmos com a dimensão socioeconômica, se torna ainda mais importante a utilização destas técnicas para a agregação de informações multidimensionais e espalhadas em através de diversas realidades encontradas no espaço urbano. De fato, as heterogeneidades encontradas no espaço urbano tornam as correlações entre as variáveis uma poderosa ferramenta de análise.

Diante das vantagens observadas no uso de técnicas estatísticas de análise, a Análise Fatorial corresponde ao método de análise multivariada utilizada neste trabalho para a construção da dimensão socioeconômica. Por meio deste método, os “pesos” associados a cada uma das variáveis para a agregação das informações em um único indicador sintético são baseados na correlação entre os valores dos resultados obtidos. Para tal, este método consiste na extração de fatores formados por meio da correlação entre as variáveis, que representam os “pesos” de cada uma das variáveis em cada uma das observações das unidades de análise, no caso, das áreas de ponderação. Desta forma, no final do procedimento obteve-se um Índice que reúne informações diversas em uma única variável capaz de explicar a interação entre as variáveis isoladas analisadas. Por meio da Análise Fatorial, a covariância entre as variáveis selecionadas dá origem a um conjunto menor de variáveis, representados pelos “fatores” estimados (ALMEIDA, 2010).

Para os procedimentos associados à realização da Análise Fatorial, foi utilizado o *software* estatístico SPSS *Statistics* v.22.0.0, da *International Business Machines* (IBM). A primeira etapa da construção do Índice corresponde a coleta e preparação dos dados. As

variáveis de análise foram coletadas, para cada uma das 200 áreas de ponderação, por meio das tabelas disponibilizadas nos resultados do Censo 2010. Em seguida, os resultados coletados foram padronizados para a mesma unidade de medida, esta sendo a porcentagem de pessoas (ou domicílios, dependendo do questionário de origem) que responde à condição expressa em cada variável diante da população (ou domicílio) total da área de ponderação em questão. Desta forma, as variáveis foram transformadas percentual de participação com relação ao total analisado em cada área de ponderação.

Em seguida, deu-se início aos procedimentos do método de Análise Fatorial. O primeiro passo corresponde à validação do conjunto de dados coletados na fonte de dados em termos de consistência das unidades amostrais. Segundo HAIR³⁴ *et al.* (2006 apud FIGUEIREDO FILHO & SILVA JÚNIOR, 2010), é importante que o número de observações seja maior do que cinquenta (50), entretanto, para que a consistência dos dados esteja em um nível mais adequado, é aconselhável que o número de observações seja maior do que cem (100). No caso da presente pesquisa, são analisadas observações de duzentas (200) áreas de ponderação, o que se encontra dentro dos critérios definidos acima. Para o número de variáveis analisadas, por sua vez, é recomendável para fins de consistência da amostra que a razão entre o número de observações e a quantidade de variáveis seja igual ou maior do que cinco para um. Na presente pesquisa essa razão é de vinte (20) para um, o que satisfaz às condições iniciais estabelecidas (HAIR *et al.*, 2006 apud FIGUEIREDO FILHO & SILVA JÚNIOR, 2010).

O segundo passo da etapa exploratória da análise fatorial corresponde aos testes de validação dos dados para a utilização da deste tipo de método. Com os dados já padronizados para a mesma unidade de medida, estes são submetidos ao teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e ao teste de Esfericidade de Bartlett. O primeiro teste de validação indica se as correlações parciais são pequenas o suficiente para que a análise fatorial possa ser concluída sem maiores problemas. O coeficiente do teste de KMO deve ser maior do que 0,5 para que a análise possa prosseguir, porém, entende-se que quanto mais próximo de um for este resultado, maior o nível de confiança e, conseqüentemente, maior a adequação do modelo (FIGUEIREDO FILHO & SILVA JÚNIOR, 2010). Conforme apontado na Tabela 6, a medida KMO de adequação da amostragem possui um coeficiente signficante de 0,815.

O teste de Esfericidade de Bartlett, por sua vez, possui distribuição estatística de “qhi quadrado” e testa a hipótese nula de que a matriz de correlação é uma matriz identidade, isto

³⁴ HAIR, Jr; BLACK, W. C; BABIN, B. J; ANDERSON, R. E e TATHAM, R. L. *Multivariate Data Analysis*. 6ª edição. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2006.

é, uma matriz cuja diagonal possui valores iguais a um e todas as outras posições possuem valor zero. Esta hipótese testa, por conclusão, que não há correlação entre as variáveis. É desejável, entretanto, que esta hipótese nula seja rejeitada. Para este teste de validação da amostra, valores de significância maiores do que 0,1 indicam que as observações não estão adequadas para análise fatorial, uma vez que o nível de correlação entre as variáveis é muito baixo e a hipótese nula não pode ser rejeitada. Desta forma, é desejável que o valor deste coeficiente seja menor ou igual a 0,1 (FÁVERO *et al.*, 2009 apud REZENDE, 2016). Ainda na Tabela 6, é possível observar que o nível de significância do teste de esfericidade de Bartlett corresponde a 0,000, de forma que rejeita-se a hipótese nula e o emprego do método de análise fatorial pode prosseguir sem maiores problemas.

O próximo passo para a realização da análise fatorial corresponde à extração dos fatores das variáveis selecionadas. Dentre os diversos métodos de extração de fatores, foi escolhida a Análise de Componentes Principais (ACP) para esta etapa, com base nos estudos de Guimarães *et al.*, (2014), Figueiredo Filho & Silva Júnior (2010), Mingoti³⁵ (2005, apud REZENDE, 2016) e Augusto (2017).

Tabela 6 - Testes de KMO e de Esfericidade de Bartlett

Teste de KMO e Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem.		0,815
Teste de esfericidade de Bartlett	Aprox. Qui-quadrado	1620,109
	df	45
	Sig.	0,000

FONTE: Elaboração própria (2017) por meio de uso do software SPSS *Statistics* v.22.0.0.

O critério adotado para o emprego dos fatores em cada uma das variáveis corresponde àqueles que apresentem autovalores superiores a 1, uma vez que estas variáveis contribuem de forma significativa para explicar a variância dos dados de origem (HAIR *et al.*, 2006 apud FIGUEIREDO FILHO & SILVA JÚNIOR, 2010; AUGUSTO, 2017). Seria possível trabalhar apenas com este critério, mas também foi observado o critério da variância total explicada, muito utilizada para verificar o grau de explicação que a variância acumulada possui sobre o modelo proposto. Conforme a Tabela 7 apresenta, a variância acumulada pelos dois fatores

³⁵ MINGOTI, S. A. Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: Uma abordagem prática. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

gerados corresponde a 67%, acima do nível desejado de 60% (HAIR *et al.*, 2006 apud FIGUEIREDO & SILVA, 2010; AUGUSTO, 2017).

Tabela 7 - Variância total explicada

Componente	Autovalores iniciais		Somadas de extração de carregamentos ao quadrado		Somadas rotativas de carregamentos ao quadrado	
	Total	% cumulativa	Total	% cumulativa	Total	% cumulativa
1	5,082	50,817	5,082	50,817	4,849	48,487
2	1,711	67,929	1,711	67,929	1,944	67,929
3	,869	76,616				
4	,678	83,398				
5	,560	89,003				
6	,468	93,686				
7	,335	97,034				
8	,172	98,755				
9	,089	99,645				
10	,035	100,000				

Nota: Método de Extração: Análise de Componente Principal.

FONTE: Elaboração própria (2017) por meio de uso do software SPSS Statistics v.22.0.0.

Após os testes acima realizados, passamos para a parte confirmatória da Análise Fatorial. Quando a análise fatorial visa a redução de um grande número de variáveis em um número menor de variáveis, pode ser realizada a rotação da matriz de correlação de forma a examinar as cargas fatoriais de cada uma das variáveis, através da matriz de componentes rotacionadas apresentada na Tabela 8.

Tabela 8 - Matriz de componente rotativa

	Componente	
	1	2
V1		,715
V2	,589	,444
V3	,475	,685
V4	,871	
V5	,603	,438
V6	,725	
V7		-,687
V8	,923	
V9	,949	
V10	,932	

Notas: (a) Método de Extração: Análise de Componente Principal;

(b) Método de rotação: Varimax com Normalização de Kaiser.

Esta matriz foi gerada por meio do método de rotação ortogonal Varimax, segundo o qual o número de variáveis que cada fator tem é minimizado para fins de simplificação de interpretação (HAIR *et al.*, 2006 apud FIGUEIREDO FILHO & SILVA JÚNIOR, 2010; AUGUSTO, 2017; GUIMARÃES *et al.*, 2014). Este método é comumente utilizado para análises de vulnerabilidade. Foi definida uma pontuação mínima para a carga fatorial em cada uma das variáveis de 0,3 visando a captação das variáveis mais representativas (FIGUEIREDO FILHO & SILVA JÚNIOR, 2010; GUIMARÃES *et al.*, 2014).

Alguns estudos buscam, por meio da matriz de componente rotativa, diminuir o número de variáveis e descrever como cada uma das variáveis está agrupada nos fatores (FIGUEIREDO FILHO & SILVA JÚNIOR, 2010). Como o objetivo da análise fatorial da presente pesquisa é tão somente elaborar um indicador sintético que represente a dimensão socioeconômica da análise, não nos preocupamos em interpretar e descrever o que estes dois fatores aparentemente indicavam sobre cada variável. Após esta etapa, são extraídas cargas fatoriais de cada um dos dois fatores gerados para cada uma das 200 observações (no nosso caso correspondendo às áreas de ponderação). Nesta última etapa da Análise Fatorial a dimensão socioeconômica do IVMC é finalmente calculada, por meio das médias entre os valores apresentados pelas cargas fatoriais para cada área de ponderação. Por meio dos valores mínimos e máximos das cargas fatoriais, a média entre os fatores, por vezes correspondendo a escores negativos, foi transformada em uma variável positiva, entre zero e um, por meio da seguinte transformação:

$$T_i = \frac{f_i - f_{max}}{f_{min} - f_{max}}$$

Desta forma, quanto mais próximo de zero, a área de ponderação em questão se encontra em maior grau de vulnerabilidade socioeconômica.

5.4.2. Dimensão Ambiental

A segunda dimensão trabalhada para se obter o IVMC representa a exposição aos riscos ambientais dos impactos dos eventos extremos associados às mudanças climáticas. Para operacionalizar este segmento do conceito de vulnerabilidade, foram realizados procedimentos de mapeamento de áreas de risco ambientais por meio de dados ambientais no formato de *shapefile*, ou seja, dados georreferenciados que podem ser trabalhados por meio do uso de métodos de geoprocessamento e análise espacial de cartografias digitais por meio de um Sistema de Informação Geográfica (SIG). A identificação das variáveis a serem utilizadas

seguiram a metodologia de Alves (2013, p. 355), segundo o qual define como áreas de risco ambientais: (a) aquelas que possuem alta declividade, consideradas suscetíveis a processos de instabilização e a deslizamentos; (b) áreas contidas nas margens de cursos d'água, estando, assim, sujeitas a enchentes e/ou doenças de veiculação hídrica, e; (c) áreas de manguezais.

Para isso, foram coletados dados geográficos os quais, após adequação do dado por meio do geoprocessamento, representassem cada um dos três tipos de área de risco ambiental acima para o recorte do município do Rio de Janeiro. Neste momento, a coleta de dados para cada área de ponderação não se torna imprescindível, na medida que a divisão para cada uma das áreas de ponderação poderia ser realizada por meio da sobreposição espacial entre as áreas de risco e os limites das áreas de ponderação por meio do *shapefile* com as áreas de ponderação do Censo 2010 fornecido pelo IBGE. Os procedimentos de geoprocessamento que serão apresentados a seguir foram elaborados no software livre *Quantum Gis* (QGis) v.2.8.1.

Para a variável de declividade, foram utilizados dados do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (TOPODATA) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O dado bruto corresponde à imagens SRTM, tratadas e disponibilizadas ao público pelo INPE. As imagens SRTM contém informações sobre a altimetria de determinada localidade, e a partir destas imagens é possível criar mapas de declividade. Os procedimentos para a criação de mapas de declividade no QGis por meio de imagens SRTM estão descritos no manual de “Elaboração de Mapas Temáticos no Quantum GIS”, elaborada por Barbieri *et al.* (2012)³⁶. A definição do nível de declividade considerado adequado para a mensuração das áreas suscetíveis a deslizamento foi de 30% (aproximadamente 17°). Segundo a Lei Federal 6766/79, não é permitido o parcelamento do solo em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes. A ocupação de áreas com alta declividade gera maior suscetibilidade à erosão e maior instabilidade das encostas pelo desmatamento das encostas e pela modificação da terra (SCHÄFFER *et al.*, 2011).

As variáveis de áreas que correspondem a cursos d'água e áreas de manguezais localizadas no município do Rio de Janeiro foram obtidas junto aos dados geofísicos de Mudança e Uso da Terra do IBGE, para o ano de 2010. Por meio variável de cursos d'água foram definidas margens de 50 metros ao longo dos corpos d'água, conforme a metodologia apontada por Alves (2013). Para isso, utilizou-se a ferramenta *Buffer* do QGis, para mapear as

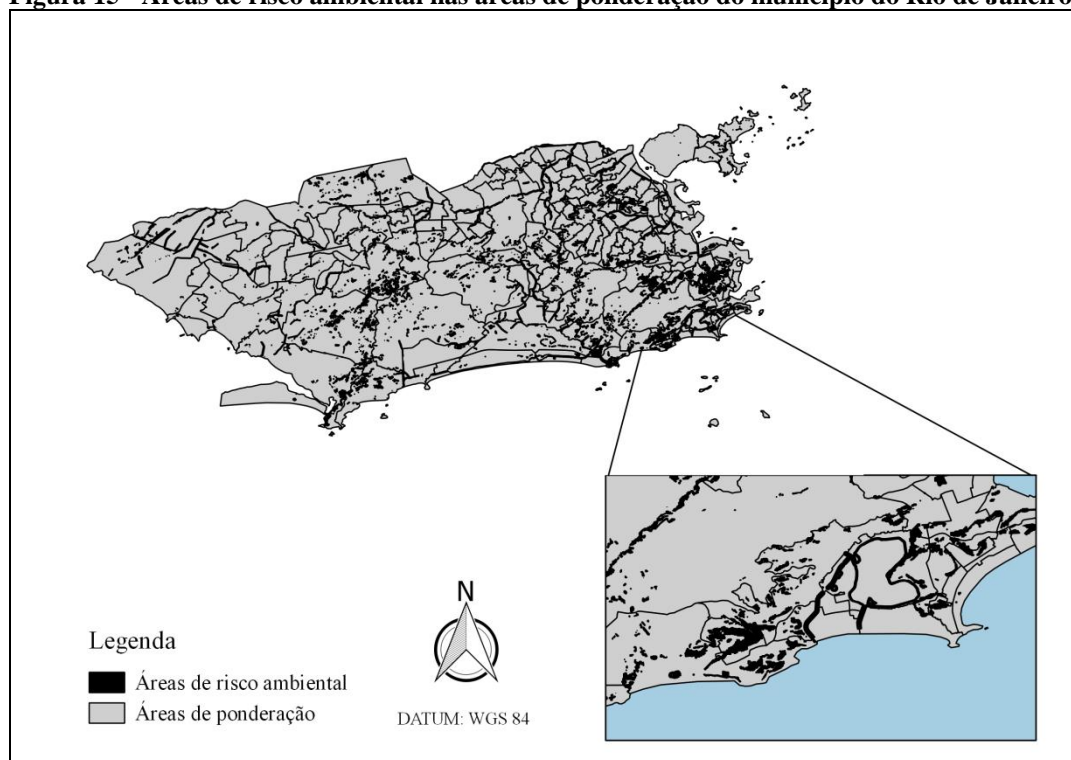
³⁶ Os procedimentos adotados se encontram na subseção 4.3 do manual “Elaboração de Mapas Temáticos no Quantum GIS”, de Barbieri *et al.* (2012). Disponível em: http://www.incra.gov.br/media/servicos/publicacao/manuais_e_procedimentos/Apostila_QGIS_INCRA_5a_versao.pdf. Acesso em dezembro de 2017.

margens de 50 metros. A variável de áreas de manguezais, por sua vez, foi utilizada por meio do indicador bruto.

A partir do mapeamento dos três tipos de áreas que compõem as áreas de risco ambiental aos impactos das mudanças climáticas (declividade, cursos d'água e manguezais), foi realizada a união destes dados georreferenciados por meio do QGis, compondo-se, assim, uma única camada que continha as então formadas áreas de risco ambiental. Desta nova camada, foram eliminadas as áreas que não correspondem à áreas de ocupação humana, por meio do indicador de ocupação fornecido pelo IBGE. Desta forma, todas as áreas de proteção permanente, e outras áreas que não são ocupadas estão fora da análise de vulnerabilidade, na medida em que o recorte de análise da presente pesquisa está na vulnerabilidade da população. Excluídas as áreas não-ocupadas, foi realizado um cálculo da área total das áreas de risco ambiental.

Após o cálculo das áreas, foi realizada a sobreposição espacial deste indicador com a camada de áreas de ponderação, conforme apresentado na Figura 15:

Figura 15 - Áreas de risco ambiental nas áreas de ponderação do município do Rio de Janeiro



FONTE: Elaboração própria (2018) no *software* QGis v2.8.1 com base nas variáveis coletadas no portal Data.Rio e no Topodata/INPE.

Por meio da sobreposição espacial das duas camadas foi possível calcular o percentual de áreas de risco contidas em cada área de ponderação dentro dos limites do município do Rio de Janeiro. Assim como na dimensão socioeconômica, estes percentuais foram transformados

em variáveis dentro dos limites entre zero e um, sendo zero a área de ponderação mais vulnerável. Desta forma, foi possível gerar o indicador final que representa a dimensão de áreas de risco ambiental do IVMC.

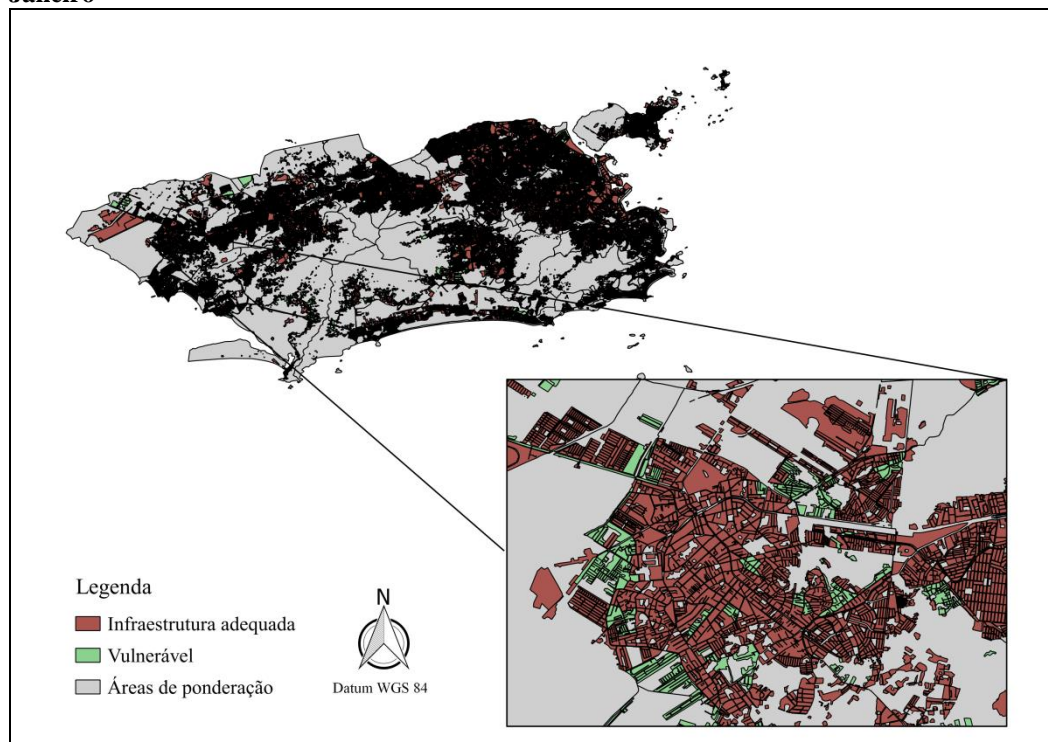
5.4.3. Dimensão de Infraestrutura

Parte dos estudos os quais mensuram a vulnerabilidade por meio das dimensões ambientais e socioeconômicas ou demográficas inserem dados referentes à infraestrutura dos domicílios em uma destas dimensões. Para a presente pesquisa entende-se que dados e informações sobre o ambiente construído constituem uma terceira dimensão, não se tratando que questões naturais, como as áreas de risco, assim como não estão ligadas apenas à questões socioeconômicas. A infraestrutura está ligada tanto à localização geográfica do domicílio em questão, quanto a aspectos ligados à incursão do Poder Público nestas áreas. Por este motivo, foram levantados dados relacionados à infraestrutura dos domicílios para constituir uma terceira dimensão.

Os dados foram coletados no portal Data.Rio e possuem informações do Censo 2010, correspondendo ao percentual de domicílios com esgoto adequado, ao percentual de domicílios com água canalizada adequada, e, por último, ao percentual de domicílios com coleta de lixo adequada, para cada setor censitário dentro dos limites do município do Rio de Janeiro. Neste caso, a utilização dos setores censitários não corresponde a um impedimento no tratamento dos dados, uma vez que os dados coletados já haviam sido georreferenciados e seriam, posteriormente, mapeados para as áreas de ponderação por meio de sobreposição espacial. Para a elaboração de um indicador único, foram mapeados os setores que contém pelo menos uma das vulnerabilidades de infraestrutura em mais de 50% da área do setor censitário. Isto é, para os setores que possuem menos de 50% de sua área com água, esgoto ou coleta de lixo adequados, são considerados e contabilizados.

A seguir, os setores contabilizados como vulneráveis do ponto de vista da infraestrutura foram associados a cada uma das áreas de ponderação, por meio de sobreposição espacial. A Figura 16 mostra a sobreposição espacial dos setores e da malha digital das áreas de ponderação.

Figura 16 - Setores vulneráveis em infraestrutura nas áreas de ponderação do município do Rio de Janeiro

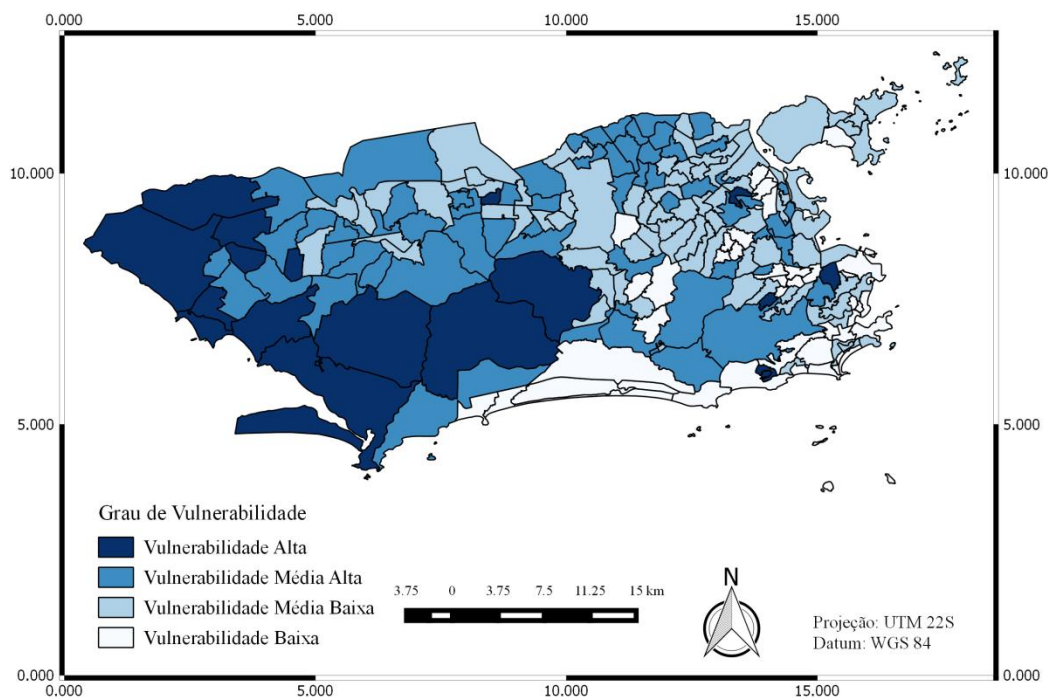


FONTE: Elaboração própria (2018) no *software* QGIS v2.8.1 com base nas variáveis coletadas no portal Data.Rio.

Desta forma, o indicador final foi gerado, sendo este o número de setores censitários com mais de 50% de sua área de abrangência contendo domicílios em situação de vulnerabilidade de infraestrutura. Assim como nas outras duas dimensões, as observações resultantes deste indicador foram transformadas em variáveis entre zero e um, sendo zero a área de ponderação mais vulnerável e um a área de ponderação menos vulnerável.

Após a realização dos procedimentos descritos acima, foi possível obter informações de três indicadores que indicam as três dimensões mapeadas para a construção do IVMC: Socioeconômica, Áreas de risco ambiental e Infraestrutura. A partir da média entre estes três indicadores cria-se o IVMC. As categorias que indicam as áreas de ponderação mais ou menos vulneráveis foram categorizadas a partir de quebras naturais (*jenks*) no próprio *software* QGIS. Foram criadas quatro categorias: Vulnerabilidade Alta, Vulnerabilidade Média alta, Vulnerabilidade Média Baixa e Vulnerabilidade Baixa. A Figura 17 apresenta as áreas de ponderação classificadas de acordo com a vulnerabilidade. O próximo passo da pesquisa seria, então, analisar os dados coletados de mobilidade populacional, e verificar como eles se relacionam com as áreas mapeadas. As análises foram feitas no QGIS, por meio de sobreposição espacial.

Figura 17 - Índice de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas



FONTE: Elaboração própria (2018) no *software* QGis v2.8.1.

5.5. O IVMC e o deslocamento na cidade do Rio de Janeiro

A evolução da dinâmica urbana do Rio de Janeiro, desde os primeiros indícios do processo de desenvolvimento urbano da região, aponta como os diferentes espaços da cidade foram ocupados e formados, além de suas contradições e paisagens. As grandes reformas urbanas ocorridas na virada do século XIX para o século XX são, para fins deste trabalho, o ponto de partida para a discussão que envolve a escolha da população urbana (ou a falta de escolha) entre a ocupação de áreas de risco e o tempo de deslocamento para atividades cotidianas, entre outras considerações a respeito da ocupação urbana na presença de eventos extremos. Esta subseção buscou apresentar e discutir os resultados da presente pesquisa no que tange os objetivos de verificar as relações entre a mobilidade populacional e a vulnerabilidade aos impactos das mudanças climáticas na cidade do Rio de Janeiro. Para isso, em primeiro lugar, contextualizamos as características de formação histórica da ocupação urbana do Rio de Janeiro e suas implicações.

5.5.1. Breve histórico da evolução urbana do Rio de Janeiro

Dentre as profundas transformações na cidade do Rio de Janeiro com a expansão da malha e da população urbana, as reformas urbanas ocorridas na virada do século retratado geralmente são associadas como um dos pontos de partida para analisar o processo de modernização da cidade que leva as características atuais (ABREU, 1997; ALBERGARIA, 2010). Para entender o processo de ocupação da cidade, podemos dividir as políticas e processos relacionados à urbanização em três períodos principais: O período que antecede às reformas urbanas de Pereira Passos (anterior à 1902), o período entre as reformas e a Revolução de 1930 (1902-1930) e o período posterior à Revolução de 1930 (após 1930).

O período que antecede a reforma urbana de Pereira Passos, principalmente a partir de 1870, se caracteriza como a primeira fase de expansão acelerada da malha urbana (ABREU, 1997). Neste período, as áreas centrais da cidade sofreram um processo de adensamento populacional, na presença de pequenos “surto” de industrialização (ABREU, 1997, p.55) com crescimento acelerado também presente nas regiões do Engenho Velho, São Cristóvão e Lagoa no final do século XIX. Uma das marcas da cidade na época, a proliferação dos cortiços nas áreas centrais da cidade reflete a solução de uma população carente, que encontrava nos cortiços uma opção de moradia viável e próxima aos locais de emprego (ABREU, 1997).

Até o início do século atual concentrava-se principalmente no centro da cidade, ou em suas imediações, e caracterizava-se pela predominância de pequenos estabelecimentos dedicados à fabricação de calçados, chapéus, confecções, bebidas e mobiliário. Eram indústrias com baixíssimo nível de mecanização, verdadeiros artesanatos, absorvendo, consequentemente, grande quantidade de força de trabalho. Ainda no centro localizavam-se as gráficas, as metalurgias leves e fundições, a indústria alimentar e outras. Era o centro, pois, o grande mercado de trabalho. (ABREU, 1997, p.55)

Além do aumento da presença de fábricas, o fim do sistema escravista coincide com o declínio da atividade cafeeira e com o fluxo cada vez mais de imigrantes estrangeiros na região (ABREU, 1997; SANTOS, 2011). Os resultados destes fatores para a configuração da cidade no período foi o grande adensamento populacional em ritmo acelerado, principalmente nas regiões centrais da cidade, o que resultou no crescimento desordenado do número de cortiços. No final do século XIX, os cortiços representavam um gargalo do ponto de vista dos governantes por corresponder a casas com grande densidade populacional vivendo em situação insalubre, o que representava grandes riscos do ponto de vista da saúde humana (ABREU, 1997; ALBERGARIA, 2010). As epidemias de febre amarela ocorriam periodicamente na cidade, de forma que esta forma de habitação começasse a ser vista como

um problema de saúde pública (ABREU, 1997). Mesmo com a construção de vilas operárias, Abreu (1997) destaca que o problema dos cortiços não se resolveu, na medida em que estes ainda eram ocupados por grande parte da população pobre.

Este momento deu início a um período de seguidas tentativas de desocupação dos cortiços da região central da cidade, sob a bandeira de uma política sanitária (ALBERGARIA, 2010). Enquanto a população mais rica desocupava as áreas centrais rumo à zona sul da cidade, os habitantes dos antigos cortiços seguiram as áreas agora acessíveis como resultado da construção de linhas ferroviárias, que adentravam cada vez mais o subúrbio da cidade. Cabe ressaltar, aqui, que o subúrbio³⁷ era antes ocupado por grandes chácaras e por uma elite principalmente rural (ABREU, 1997; SANTOS, 2011). Porém, com as políticas de desocupação dos cortiços, parte da população pobre se deslocou para lá.

Nesse período, já havia uma distinção clara entre os meios de transporte nos diferentes segmentos da população. Os bondes, os quais ligavam principalmente o centro da cidade à zona sul, eram utilizados em sua grande parte por uma elite urbana, que dava lugar às regiões centrais voluntariamente para as fábricas e comércio que ali passaram a ocupar. Os trens, por sua vez, tinham suas linhas de conexão do centro para o subúrbio, principalmente, de forma que com a migração da população pobre para os subúrbios, estes passam a ser o principal meio de transporte da população mais pobre (ABREU, 1997; RODRIGUES, 2015; SANTOS, 2011). Notadamente, conforme destacado por Santos (2011), neste período o subúrbio passa a ser ocupado de acordo com o surgimento das linhas ferroviárias, o que permite parte da população trabalhadora de ocupar as regiões que eram cortadas pela linha do trem.

No final do século XIX, na mesma medida em que a cidade expandia sua visibilidade internacional e sua economia, surgem problemas ligados ao crescimento populacional desordenado nas regiões centrais da cidade se tornavam mais visíveis para o Poder Público. É sob estes pilares que a reforma urbana de Pereira Passos começa a tomar forma ideologicamente:

Nesse sentido, o rápido crescimento da cidade em direção à zona sul, o aparecimento de um novo e elitista meio de transporte (o automóvel), a sofisticação tecnológica do transporte de massa que servia às áreas urbanas (o bonde elétrico), e a importância cada vez maior da cidade no contexto internacional não condiziam com a existência de uma área central ainda com características coloniais, com ruas estreitas e

³⁷ Há, entretanto, uma dualidade no uso da terminologia de “subúrbio” com relação a cronologia da ocupação do Rio de Janeiro. Em um primeiro momento, os exemplos de subúrbios da cidade correspondiam aos bairros de Botafogo, Laranjeiras, Catete, Glória e Tijuca, sendo ocupados por uma elite da cidade. Com a desocupação das regiões centrais no final do século XIX, percebe-se a popularização dos bairros de São Cristóvão, Tijuca, Vila Isabel, Piedade desde a década de 1870. A partir de 1890 tal fenômeno passaria a incidir sobre Méier, Madureira e Engenho Novo e Inhaúma (SANTOS, 2011).

sombrias, e onde se misturavam as sedes dos poderes político e econômico com carroças, animais e cortiços. (ABREU, 1997, p. 60)

O período de 1902 a 1930 inicia uma série de mudanças que compõe a reforma Pereira Passos. Dentre as medidas destaca-se, em primeiro lugar, o alargamento de algumas ruas, o que resultou na desapropriação de diversos prédios (ABREU, 1997; ALBERGARIA, 2010; AZEVEDO, 2015). A este respeito, Abreu (1997) destaca que a prefeitura desapropriava mais propriedades do que era necessário para o alargamento, de forma que, ao término das obras urbanísticas os terrenos vazios eram vendidos sob preços mais caros devido a sua valorização, podendo assim, ressarcir parte dos custos das obras. Foram realizadas, também, obras de melhoria estética, em regiões como a Praça XV, o largo da Glória, o Largo do Machado, a Praça São Salvador, a Praça Onze de Junho, o Passeio Público e a Praça Tiradentes. As ruas de Laranjeiras e Botafogo foram arborizadas, e diversas modificações ocorreram nas estradas do Alto da Boa Vista. No segmento cultural, pavilhões arquitetônicos e o início da construção do Teatro Municipal compõe a modernização proferida por Pereira Passos (ABREU, 1997; AZEVEDO, 2015).

Com relação ao saneamento e a higiene da cidade, alguns rios foram canalizados, como o Rio Carioca, partes dos rios Berquó, Maracanã, Joana e Trapicheiro. Parte da Lagoa Rodrigo de Freitas foi saneada. Por outro lado, ações como o combate à atuação de quiosques e ambulantes em geral atingiu diretamente parte da população pobre da cidade. Esta parte da população sofreu, também com as desocupações da região central da cidade para a construção da Avenida Central (atual Av. Rio Branco). Segundo Abreu (1997, p. 64), para a construção da avenida foram demolidas “duas ou três mil casas, muitas com famílias numerosas”.

Com a desocupação de diversas áreas da cidade, os morros localizados no centro do Rio de Janeiro, até então pouco ocupados, passam a ser, de forma rápida, a solução de moradia para muitas famílias que tinham no centro seu mercado de trabalho. É neste contexto que surge uma das grandes características da cidade do Rio de Janeiro no que tange sua configuração urbana histórica: As favelas³⁸, localizadas inicialmente em encostas de morros (ABREU, 1997; ALBERGARIA, 2010; EGLER; GUSMÃO, 2011). Morro da Providência, São Carlos, Santo Antônio, São Bento, Conceição e Castelo, entre outros, começam a configurar a moradia de uma população que via nestas ocupações a solução para o problema habitacional da cidade, gerada, principalmente, pela destruição de um grande número de cortiços e pelo adensamento populacional na cidade resultantes das oportunidades que o

³⁸ A primeira favela da cidade do Rio de Janeiro surge desde 1897, quando terminada a Guerra de Canudos diversos militares de baixa hierarquia migraram para a cidade, e na falta de moradia ocuparam o Morro da Providência, que na época era chamado de Morro da Favela (ABREU, 1997).

desenvolvimento industrial e os empregos na construção civil ofereciam (ABREU, 1997; SANTOS, 2011).

As reformas ocorridas entre 1902 e 1906 são um marco no que a modernização da cidade do Rio de Janeiro. A este respeito, Abreu (1997, p. 66) ressalta que as ações urbanísticas realizadas por meio da reforma não apresentaram apenas “melhorias”³⁹ urbanas, mas refletiram as contradições existentes no espaço urbano recém formado e como a intervenção estatal pode, por meio de determinadas bases econômicas e ideológicas, alterar a configuração da cidade. Em seu lugar, novas contradições surgem, a partir da ocupação das áreas de encosta e da ocupação dos subúrbios por uma população pobre⁴⁰, ao passo que a zona sul da cidade recebia obras de embelezamento para representar a modernização da cidade.

[...] a Reforma Passos representa um momento de corte fundamental na relação entre Estado e Urbano. Até então, essa relação havia sido indireta, limitando-se o Estado a regular, controlar, estimular ou proibir iniciativas que partiam exclusivamente da esfera privada, que se constituía assim na mola mestra de crescimento da cidade. A intervenção direta do Estado sobre o urbano - caracterizada pela Reforma Passos - não só modificou definitivamente essa relação, como alterou substancialmente o padrão de evolução urbana que seria seguido pela cidade no Século XX. (ABREU, 1997, p. 73)

Além disso, parte das indústrias começam a se instalar na medida em que a ocupação do subúrbio vira uma solução de moradia para uma população a procura de trabalho, desenvolvendo estas áreas sem qualquer apoio estatal. O mesmo ocorre com as favelas localizadas próximas a áreas industriais. A contradição está no desenvolvimento do centro e da zona sul por meio de ações de desocupação, sem que tenha havido contrapartida suficiente para apoiar a população pobre e que foi desocupada.

Segundo Abreu (1997), no período compreendido entre 1906 e 1920 o crescimento populacional dos subúrbios aumentou de forma rápida, incentivada, também, pelo surgimento da tarifa única nas linhas suburbanas do antigo Distrito Federal. Em Irajá e Inhaúma houve crescimento de 263% e 92% da população, maior em todo o Distrito.

Cabe ressaltar que a partir de 1906 até a Revolução de 1930, parte das localidades que hoje compõem a Região Metropolitana do Rio de Janeiro começam a se desenvolver de forma mais concreta, fruto da expansão da malha urbana da cidade. Por vezes, tal expansão ocorre

³⁹ As aspas são aqui utilizadas para relativizar o conjunto de melhorias realizado na reforma, uma vez que, segundo Abreu (1997, p. 66): “Grande parte da população foi, então, forçada a morar com outras famílias, a pagar aluguéis altos (devido à diminuição da oferta de habitações) ou a mudar-se para os subúrbios, já que pouquíssimas foram as habitações populares construídas pelo Estado em substituição às que foram destruídas”.

⁴⁰ Porém, a relação entre a população pobre e os subúrbios, segundo FERNANDES (1995, p. 16 apud SANTOS, 2011), não se dá de forma linear, na medida em que “[...] na década de 1890 o subúrbio era habitado predominantemente por uma pequena classe média composta em sua maioria por funcionários civis e militares de baixo escalão, comerciantes e alguns operários” (SANTOS, 2011, p. 261).

por incentivo de obras de saneamento ou da inauguração de linhas de bonde. Na década de 1920, já havia crescimento populacional em regiões como a Baixada Fluminense, assim como Niterói e São Gonçalo. Ainda assim, Abreu (1997, p. 84) destaca a forma dicotômica da integração destas localidades:

[...] um núcleo bem servido de infraestrutura, onde a ação pública se fazia presente com grande intensidade e onde residiam as classes mais favorecidas, e uma periferia carente dessa mesma infraestrutura, que servia de local de moradia às populações mais pobres, e onde a ação do Estado era praticamente nula. Esta carência caracterizava, inclusive, o próprio transporte ferroviário, essencial para a própria reprodução da força de trabalho (ABREU, 1997, p. 84)

O grande destaque do período, com relação à ocupação urbana, é o crescimento da malha urbana na cidade, o que por um lado se deu tanto nos subúrbios como em regiões da zona sul e norte da cidade, entretanto, de forma distinta entre os segmentos da população. Enquanto os subúrbios e favelas começam a ser ocupados cada vez mais por uma classe proletária, que cresce de forma rápida, a zona sul e a zona norte passam a ser local de moradia de uma classe média e alta, ocupando lugares valorizados pelas reformas urbanas iniciadas por Pereira Passos. Além disso, a distribuição de reformas urbanísticas se deu de forma desigual entre essas regiões.

Cabe ressaltar, conforme destaca Azevedo (2015, p. 165), que apesar do caráter desigual das reformas do período Passos, a criação de diversas linhas de transporte entre localidades mais afastadas e o centro da cidade revelam certo grau de uma proposta integradora da cidade:

[...] Assim, através das articulações viárias descritas, fica manifesta a intenção urbanística do prefeito em articular o centro urbano do Rio de Janeiro com os bairros do subúrbio da cidade, o que leva a cabo através de três conjuntos viários. Essa intencionalidade fica mais demarcada se levarmos em conta que Passos deixou realizados todos os estudos topográficos para a construção de uma avenida de 2400 metros de extensão e 33 metros de largura, que partiria da atual rua Francisco Bicalho até o bairro do Andaraí Pequeno, terminando nas imediações de onde se localiza hoje a rua Barão de Mesquita, então subúrbio carioca e via de ligação com demais bairros da Zona Norte do Rio de Janeiro. [...] Com esse intuito, criou estradas de ligação entre os bairros do Engenho Novo e Méier e entre este e o Engenho de Dentro, assim como fez entre os bairros de Piedade e Quintino – então conhecido como “Cupertino”. O prefeito também projetou estradas ligando os bairros da Tijuca com Jacarepaguá e a Barra da Tijuca, bem como abriu estrada ligando a Gávea à Barra da Tijuca. Ainda, Pereira Passos reparou em toda a sua extensão e reconstruiu em diversos trechos as Estradas de Sta. Cruz, Pavuna, Areal, Portella, Porto de Irajá, Bicas, Penha, Marechal Rangel, Sapobemba, Otaviano e Colégio, muitas das quais articulavam diversos bairros do subúrbio do Rio de Janeiro. (AZEVEDO, 2015, p. 165)

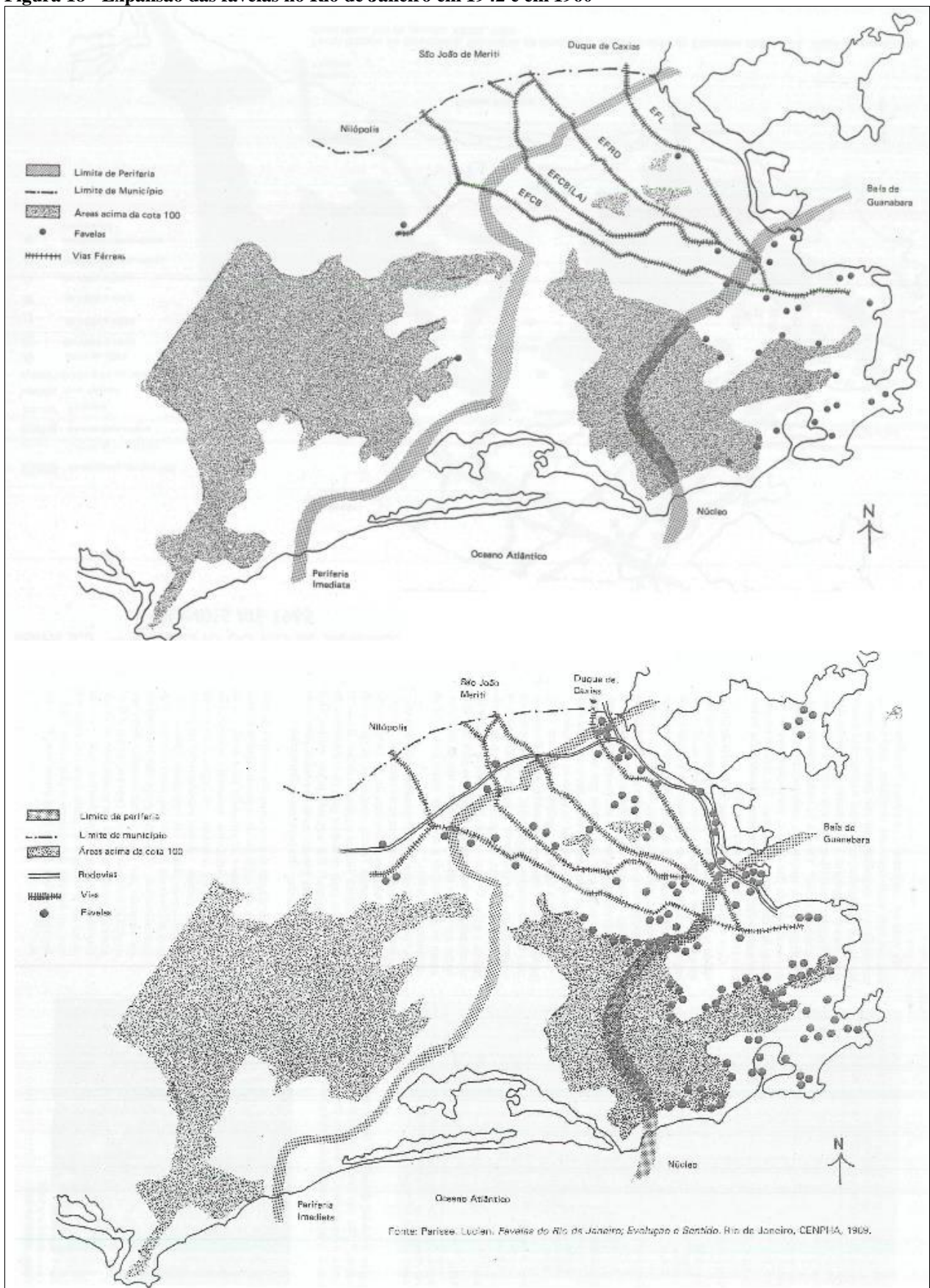
O período posterior à Revolução de 1930 é marcado pela estratificação social em moldes parecidos com os que se tem hoje. Com a expansão da ocupação da população em áreas mais afastadas do centro, houve aumentos na distância entre o local de moradia e

trabalho de parte da força de trabalho urbana. Porém, ao passo que a população urbana crescia cada vez mais, as melhorias no transporte público de massa não acompanharam este crescimento, principalmente os trens que serviam grande parte da população dos subúrbios (ABREU, 1997). Além disso, na medida em que o número de indústrias que se desloca em direção aos subúrbios aumenta, assim a zona sul da cidade se desenvolve, gerando novos postos de trabalho para o proletariado, surgem favelas fora da região central da cidade. Paralelamente, as favelas localizadas na região central da cidade se beneficiam por sua localização assim como pelos melhoramentos urbanos da região.

Segundo Abreu (1997), na década de 1940 há maior proliferação de favelas no Rio de Janeiro. Ainda segundo o autor, o Censo Demográfico de 1948 revela um total de 138.837 habitantes distribuídos pelas 105 favelas existentes na época. A distribuição das moradias ficou com grande parte no subúrbio da cidade (44% das favelas assim como 43% dos moradores), seguida da zona sul (com 24% das favelas e 21% dos moradores) e da zona Centro-Tijuca (com 22% e 30% respectivamente). Além disso, cabe ressaltar, com relação ao deslocamento diário desta população, 79% dos moradores de favela da zona sul moravam próximos ao trabalho (na mesma zona), enquanto na zona central este percentual se mantinha em 77% e nos subúrbios e na zona norte o percentual caía para 58% (ABREU, 1997). Na década de 1960, o crescimento populacional das favelas aumenta em 98% com relação à década 1950. Este crescimento se concentrou principalmente no subúrbio, com uma taxa de crescimento de aproximadamente 150% na Leopoldina e 200% em Madureira. A Figura 18 apresenta a comparação entre o número de favelas em 1948 e 1960.

Neste período, e com a ascensão do populismo, é verificada uma série de melhorias realizadas no subúrbio. Porém, conforme aponta Abreu (1997, p. 143), “[...] Estas, entretanto, foram pontuais e distributivistas, à exceção das áreas nitidamente industriais que, devido à sua participação na geração da renda interna, conseguiram maior atenção do governo no que toca à melhoria de infraestrutura.”

Figura 18 - Expansão das favelas no Rio de Janeiro em 1942 e em 1960



FONTE: Abreu (1997).

Os anos de 1950 e 1960 são marcados pelas diversas transformações no espaço urbano para favorecer o meio de transporte viário. Neste período, o transporte individual passaria de símbolo de concentração de renda que se intensificava nesta época para, nas décadas seguintes, sua popularização, principalmente a partir da política de substituição de importações, que permitiram o funcionamento de diversas fábricas da indústria durável. A este respeito, foram necessárias reformas para melhorar a acessibilidade do ponto de vista dos automóveis, frente ao aumento do número de veículos, resultando em congestionamentos nas vias. É neste período, principalmente no governo Lacerda (1960–1965) que novas vias expressas, túneis e viadutos são construídos, alterando a dinâmica urbana por cortar bairros inteiros, que sofrem com as alterações feitas, como por exemplo os bairros da Lapa, Catumbi e Mangue (ABREU, 1997). Alguns exemplos das construções do governo Lacerda correspondem à conclusão do Túnel Santa Bárbara, a construção do Túnel Rebouças, o início da construção do Trevo dos Marinheiros, a conclusão da via expressa do Aterro do Flamengo, a abertura do primeiro trecho da Avenida Radial Oeste (que resultou na remoção da Favela do Esqueleto), o prolongamento da Avenida Maracanã e a construção da Rodoviária Novo Rio. No subúrbio, foi realizado o prolongamento da antiga Avenida Novo Rio e do viaduto que liga a região central à Avenida Brasil, assim como a construção do Viaduto João XXIII.

Os anos cinquenta abrangem dois fenômenos que marcaram este período: a construção da Avenida Brasil e a expansão das favelas. Com relação ao primeiro, o crescimento industrial da cidade neste período leva as indústrias e fábricas para uma nova localização, afastada do centro da cidade. Inaugurada em 1946, a Avenida Brasil foi construída justamente para servir de apoio para estas indústrias, como exemplo de como as políticas estatais da época e como as transformações do espaço urbano estão associadas também com a indústria. A este respeito, Abreu (1997, p. 103) destaca que:

"Toda a área próxima à Avenida Brasil foi destinada à localização fabril, além de armazéns, oficinas, garagens, respeitando-se apenas terrenos de propriedade militar. Mas esta destinação natural não foi disciplinada a tempo, pois a participação maior do transporte rodoviário no Brasil somente se verificou na década de 1950, tendo havido alguma antecipação pela ocupação de vastos terrenos por favelas [...] A invasão da área pelas favelas, atraídas pela ocupação fabril do espaço, impediu a instalação de indústrias em alguns trechos, (notadamente) entre Olaria e Lucas".
ABREU (1997, p. 103)

A ocupação das favelas na região da Avenida Brasil fica visível na Figura 15 já apresentada. Além da proliferação das favelas, a maior ocupação de áreas periféricas da cidade também é observada no período. Nesse sentido, Abreu (1997) e Santos (2011) destacam pelo menos quatro fatores que facilitaram esta ocupação: As obras de saneamento realizadas na Baixada Fluminense, a eletrificação da Central do Brasil a partir de 1935, a

tarifa ferroviária única (que chegava nos subúrbios e na Baixada) e a abertura da Avenida Brasil.

Por último, a respeito da década de 1950, é interessante ressaltar alguns pontos. Em primeiro lugar, a expansão destas novas áreas de ocupação não foram acompanhadas pela provisão de uma infraestrutura básica no mesmo ritmo, resultando em uma população extremamente carente em bens e serviços urbanísticos. Além disso, com a ocupação de distâncias cada vez mais longes do centro, observou-se a formação de subcentros com serviços e comércio voltados para os subúrbios, como é o caso de Madureira (ABREU, 1997).

Após o ano de 1964, e com a intensificação do processo de concentração de renda, os efeitos da estratificação social tomam forma na formação urbana da cidade. Em primeiro lugar, ressalta-se a remoção de favelas localizadas em áreas altamente valorizadas da zona sul para dar lugar a habitações de luxo ou para a construção de áreas verdes (ABREU, 1997; FERNANDES; LAGÜÉNS; NETTO, 1999). A forma drástica como as desocupações foram feitas foram marca das desocupações da época. Além disso, grande parte da população residente das favelas da zona sul foi transferida para conjuntos habitacionais de longas distâncias da região onde já estavam inseridas no mercado de trabalho, como a Vila Kennedy. É neste período, também, que se intensifica o processo de especulação imobiliária na cidade, expandindo as áreas valorizadas em direção a São Conrado e Barra da Tijuca. De acordo com Farah (2003, p. 30):

No início da década de 60, um crescimento “espontâneo” da periferização encorajou o governo a intervir de maneira mais radical, adotando uma diretriz mais inequívoca de erradicação de favelas e de transferência da sua população para bairros distantes. É nesta época que tem início, no Brasil, com maior significado, a construção de conjuntos habitacionais de maior porte, como os de Vila Kennedy e Vila Aliança (FARAH, 2003, p. 30)

O pós-guerra é marcado pela aceleração do processo de urbanização em conjunto com a intensificação de problemas ligados ao crescimento tanto da periferia quanto das favelas de encosta, crescimento este que começa a ser combatido por meio das desocupações ocorridas muitas vezes de forma violenta. Na mesma medida, surgem outros locais de periferia (ALBERGARIA, 2010). No pós-1964, segundo Farah (2003), houve uma oscilação do governo local da cidade do Rio de Janeiro entre políticas de erradicação e de implementação de melhorias nas favelas. Algumas décadas mais tarde, os investimentos e projetos isolados de urbanização das favelas (principalmente aquelas localizadas nas áreas mais centrais) passam a ser mais frequentes. Algumas das favelas que passam por estes projetos passam a abranger projetos com fins turísticos, como é o caso do Vidigal, Rocinha e Santa Marta, por exemplo (FARAH, 2003).

O breve histórico da evolução urbana da cidade do Rio de Janeiro revela pontos importantes para análises de ocupação da cidade nos dias de hoje. Assim como reflete Abreu (1997), a estrutura metropolitana do Rio de Janeiro é resultado de décadas de desenvolvimento e ocupação da cidade, marcada pelo processo de estratificação espacial que gera impactos profundos na paisagem urbana da cidade, assim como afeta e altera o rumo de diversos campos das políticas públicas, como saúde, educação, meio ambiente ou segurança. Na próxima subseção será discutido como os anos mais recentes se conectam com o grau de vulnerabilidade da população aos impactos das mudanças climáticas.

5.5.2. Mobilidade populacional e Vulnerabilidade às mudanças climáticas na cidade do Rio de Janeiro

A formação do espaço urbano da cidade do Rio de Janeiro revela o crescimento desordenado da malha urbana, processos de segregação socioespacial e a ocupação de áreas de risco, entre outras características. A complexidade territorial da cidade enquanto megacidade reforça as desigualdades quanto à vulnerabilidade populacional no espaço urbano. Segundo Egler & Gusmão (2011), é possível interligar dois aspectos particularmente críticos para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro: a elevação do nível do mar e a ocorrência de eventos extremos, “[...] tais como ventos intensos, ondas de tempestade, chuvas torrenciais e períodos de seca mais prolongados, cuja combinação em um mesmo momento produz efeitos devastadores na zona costeira” (EGLER; GUSMÃO, 2011, p. 20). A cidade do Rio de Janeiro apresenta este mesmo quadro, enquanto cidade costeira e com histórico de desastres ligados à precipitação extrema.

Além disso, a formação histórica da estrutura urbana da cidade do Rio de Janeiro tem entre suas características o agravamento de práticas ambientais predatórias, principalmente no que se refere à ocupação e ordenamento do solo, conforme ressalta Grostein (2001, p. 15). Este quadro ocorre principalmente nas áreas de ocupação informal, característica histórica do processo de formação do espaço da cidade: “[...] gerando erosões do solo, enchentes, desabamentos, desmatamentos e poluição dos mananciais de abastecimento e do ar, que afetam o conjunto urbano e em especial as áreas ocupadas pela população de baixa renda”. As favelas geralmente são formadas por meio de “autoconstruções” em terrenos com cobertura florestal removida parcialmente ou até totalmente, gerando problemas associados aos cortes e aterros desordenados, a exposição da superfície do solo à ação das águas pluviais, a ocupação de drenagens naturais, o lançamento de lixo em vertentes, entre outros aspectos (EGLER;

GUSMÃO, 2011, p. 24; FARAH, 2003; SILVA; PIMENTEL; FREITAS, 2000). Os impactos das chuvas intensas fazem parte do cotidiano da população da cidade, por meio de enchentes em rios e lagoas e em seu entorno agravadas pela configuração topográfica da cidade (DERECZYNSKI *et al.*, 2011; FARAH, 2003), a qual mescla vales e morros providos de ocupação urbana desordenada.

Nesse sentido, Fernandes; Lagüéns; e Netto (1999) destacam a ocorrência cada vez mais frequente de desmoronamentos e/ou deslizamentos de encostas de áreas do maciço da Tijuca, as quais resultam, muitas das vezes, no assoreamento das redes de drenagem das áreas mais planas no entorno do maciço, gerados pelo acúmulo de resíduos:

Neste sentido estas transformações na cobertura do solo contribuem para a modificação do comportamento hidrológico, criando condições favoráveis a um maior desenvolvimento de processos erosivos por diferentes mecanismos e, conseqüentemente, contribuindo para um aumento das descargas líquidas e sólidas nos canais fluviais. Durante os eventos pluviométricos mais intensos, essas descargas tornam-se maiores e mais rápidas, induzindo mais frequentemente as inundações nas porções inferiores dos vales e baixadas adjacentes, como nos casos registrados em março de 1966 e em fevereiro de 1988 e de 1996, os quais assumiram um caráter catastrófico. (FERNANDES; LAGÜÉNS; NETTO, 1999, p. 46)

Os deslizamentos de solo residual são o tipo de escorregamento com maior ocorrência na cidade (SILVA; PIMENTEL; FREITAS, 2000). Além disso, a ocorrência de “ilhas de calor” devido à expansão da malha urbana nas encostas e nos fundos de vale influenciam a ocorrência de chuvas torrenciais e enchentes no entorno de rios, como é o caso do Rio Maracanã, localizado na zona norte da cidade (EGLER; GUSMÃO, 2011).

Com relação ao aumento do nível do mar, a cidade do Rio de Janeiro possui 254km de litoral, dentre os quais 90km correspondem a praias (MENDONÇA; SILVA, 2008) que não somente são ocupadas pela população, mas correspondem a um dos atrativos da cidade internacionalmente. A intervenção humana das áreas naturais é uma das marcantes características da cidade, como a construção de aterros (MENDONÇA; SILVA, 2008). As áreas de mangue, assim como o litoral são regiões frágeis da cidade, que precisam de constante monitoramento.

Sobre as características da formação da ocupação populacional na cidade do Rio de Janeiro podemos destacar dois principais pontos de interesse para analisar a relação entre a mobilidade da população e a vulnerabilidade às mudanças climáticas. Em primeiro lugar, a existência de favelas de encosta localizadas em áreas de risco e o possível aumento da frequência de eventos extremos como resultado das mudanças climáticas torna a cidade do Rio de Janeiro especialmente vulnerável. Este quadro se agrava na medida em que grande parte dessa população se encontra em situação de menor capacidade para lidar com possíveis

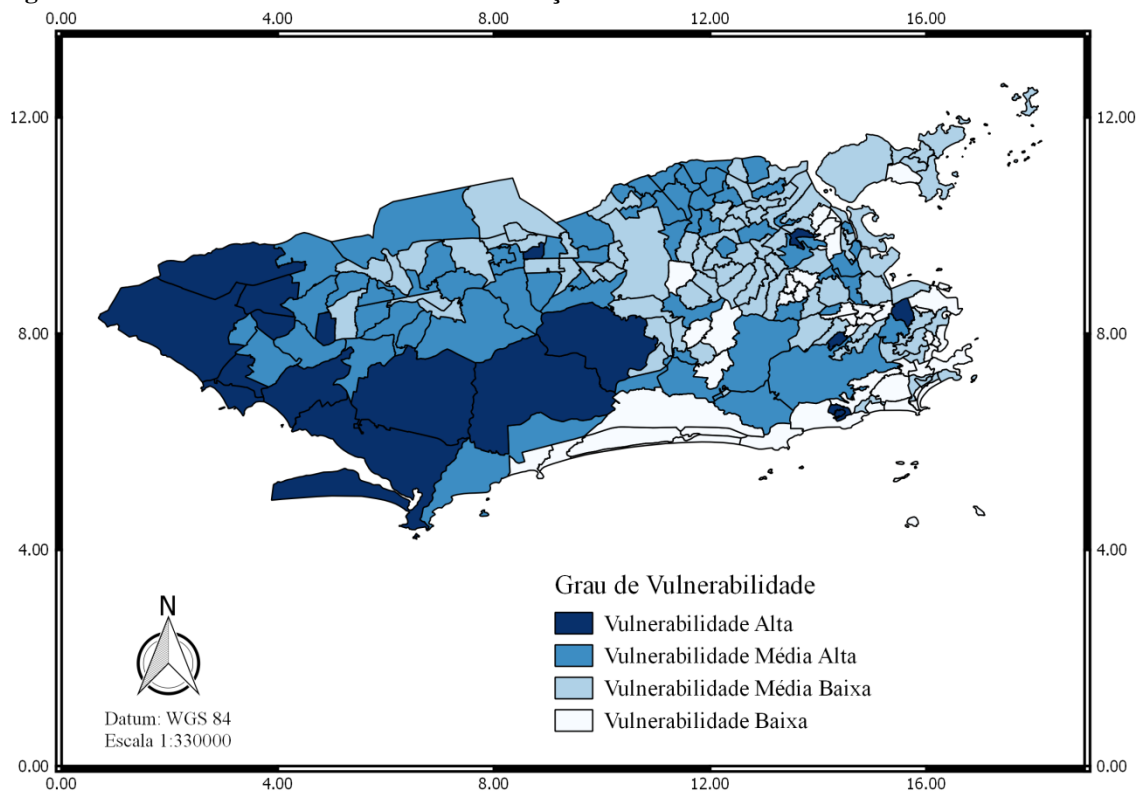
ocorrências de tais eventos. Além disso, conforme discutido na subseção anterior, a mobilidade urbana da cidade é associada à ocupação da cidade e aos efeitos desta ocupação, que resulta na segregação socioespacial da população. Isto é, a população encontra na mobilidade uma de suas capacidades adaptativas⁴¹, e na medida que a cidade se expande gerando profundas desigualdades com relação à acessibilidade e mobilidade, a população pode optar, por exemplo, em morar nas áreas de risco mais próximas de suas atividades cotidianas. Há, ainda, uma terceira característica que corresponde ao fato da cidade do Rio de Janeiro ser uma cidade litorânea e com algumas áreas de lagoas e mangue. Estas áreas poderão sofrer com impactos do aumento do nível do mar. Porém, para fins desta pesquisa, a discussão de vulnerabilidade girará em torno das duas primeiras relações apresentadas.

A presença das áreas de risco ambiental e os problemas advindos da mobilidade populacional desigual são problemas que se associam, e que estão, de fato, relacionadas às componentes físico urbanísticas da cidade (GROSTEIN, 2001). Segundo Grostein (2001), a disponibilidade de recursos naturais, a descarga de resíduos, o grau de mobilidade da população no espaço urbano, a oferta e o atendimento às necessidades da população por moradia, equipamentos sociais e serviços, assim como a qualidade dos espaços públicos são variáveis que se relacionam com a sustentabilidade do espaço urbano.

Após discutir brevemente a dinâmica de ocupação da cidade desde o período anterior à expansão da malha urbana até as décadas mais recentes, e ao analisar o Índice de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas, apresentado na Figura 19, podemos levantar alguns pontos que refletem o processo histórico de formação urbana da cidade, distribuídas pelas áreas de ponderação. Dentre as quatro (4) categorias analisadas (Vulnerabilidade Alta, Vulnerabilidade Média Alta, Vulnerabilidade Média Baixa, Vulnerabilidade Baixa), podemos perceber, salvo exceções que serão discutidas mais adiante, a concentração de áreas de ponderação com Vulnerabilidade Média Alta ou Vulnerabilidade Alta na região mais a oeste da cidade, enquanto as porções mais a leste da cidade, isto é, mais próximas ao centro, tendem a concentrar as categorias de vulnerabilidade média baixa e vulnerabilidade baixa. Cabe lembrar que para a construção deste Índice, inicialmente, foram utilizados dados de três dimensões: Socioeconômica, Infraestrutura e Ambiental.

⁴¹ Para aprofundar na função da mobilidade populacional enquanto capacidade adaptativa, consultar o Capítulo 4 desta pesquisa.

Figura 19 - Índice de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas



FONTE: Elaboração própria (2018) no *software* QGIS v2.8.1.

Ao focar nas categorias mais extremas, isto é, nas categorias de Vulnerabilidade Alta e Vulnerabilidade Baixa, a divisão apontada acima fica ainda mais evidente. O Quadro 9 apresenta as áreas de ponderação com Vulnerabilidade Alta e Vulnerabilidade Baixa, por nomenclatura da área. É possível observar a grande parte das áreas mais valorizadas da cidade entre as áreas de ponderação com baixa vulnerabilidade às mudanças climáticas, como grande parte da zona sul, algumas áreas da zona norte e próximas à Avenida Brasil, além de áreas como a Barra da Tijuca e Recreio dos Bandeirantes.

Cabe destacar, ainda, áreas de ponderação que parecem estar isoladas em sua categoria, isto é, áreas com alta vulnerabilidade que estão localizadas em regiões em que a maioria das outras áreas não pertence a esta categoria. Este é o caso de Estácio, Catumbi e Cidade Nova; Tijuca 1; Bangu 3; Paciência 3; Rocinha 1; Rocinha 2; e Complexo do Alemão 1. Já as áreas Centro 1; Centro 2; e Jardim Guanabara são áreas de baixa vulnerabilidade localizadas isoladamente em meio a áreas com vulnerabilidade média ou alta. Destaca-se, também, o extremo leste da cidade com a grande maioria das áreas mais vulneráveis.

Quadro 9 - Áreas de ponderação com vulnerabilidade alta ou baixa

Categoria do IVMC	Áreas de Ponderação pertencentes à categoria
-------------------	--

Vulnerabilidade Alta	Guaratiba 3; Jacarepaguá 3; Vargem Pequena, Vargem Grande e Camorim; Paciência 3, Santa Cruz 1; Santa Cruz 2; Santa Cruz 3; Santa Cruz 6; Sepetiba 1; Sepetiba 2; Guaratiba, Pedra de Guaratiba e Barra de Guaratiba; Guaratiba 1; Guaratiba 3; Estácio, Catumbi e Cidade Nova; Tijuca 1; Bangu 3; Paciência 3; Rocinha 1; Rocinha 2; Complexo do Alemão 1
Vulnerabilidade Baixa	Flamengo 1; Flamengo 2; Laranjeiras; Botafogo e Urca; Humaitá; Botafogo 1; Botafogo 3; Copacabana 1; Copacabana 2; Copacabana 3; Ipanema; Leblon 1; Lagoa; Jardim Botânico e Gávea; Vidigal e São Conrado; Tijuca e Praça da Bandeira; Tijuca 2; Tijuca 5; Maracanã; Vila Isabel 2; Vila Isabel 3; Ramos; Bonsucesso; Olaria 2; Méier 1; Méier 2; Todos os Santos; Cachambi; Anil e Gardênia Azul; Freguesia Jacarepaguá 1; Pechincha; Vila Valqueire; Barra da Tijuca 1; Barra da Tijuca 2; Barra da Tijuca 3; Barra da Tijuca 4; Barra da Tijuca 5; Recreio dos Bandeirantes 2; Recreio dos Bandeirantes 3; Centro 1; Centro 2; Jardim Guanabara

Fonte: Elaboração própria (2018) com base nos dados gerados.

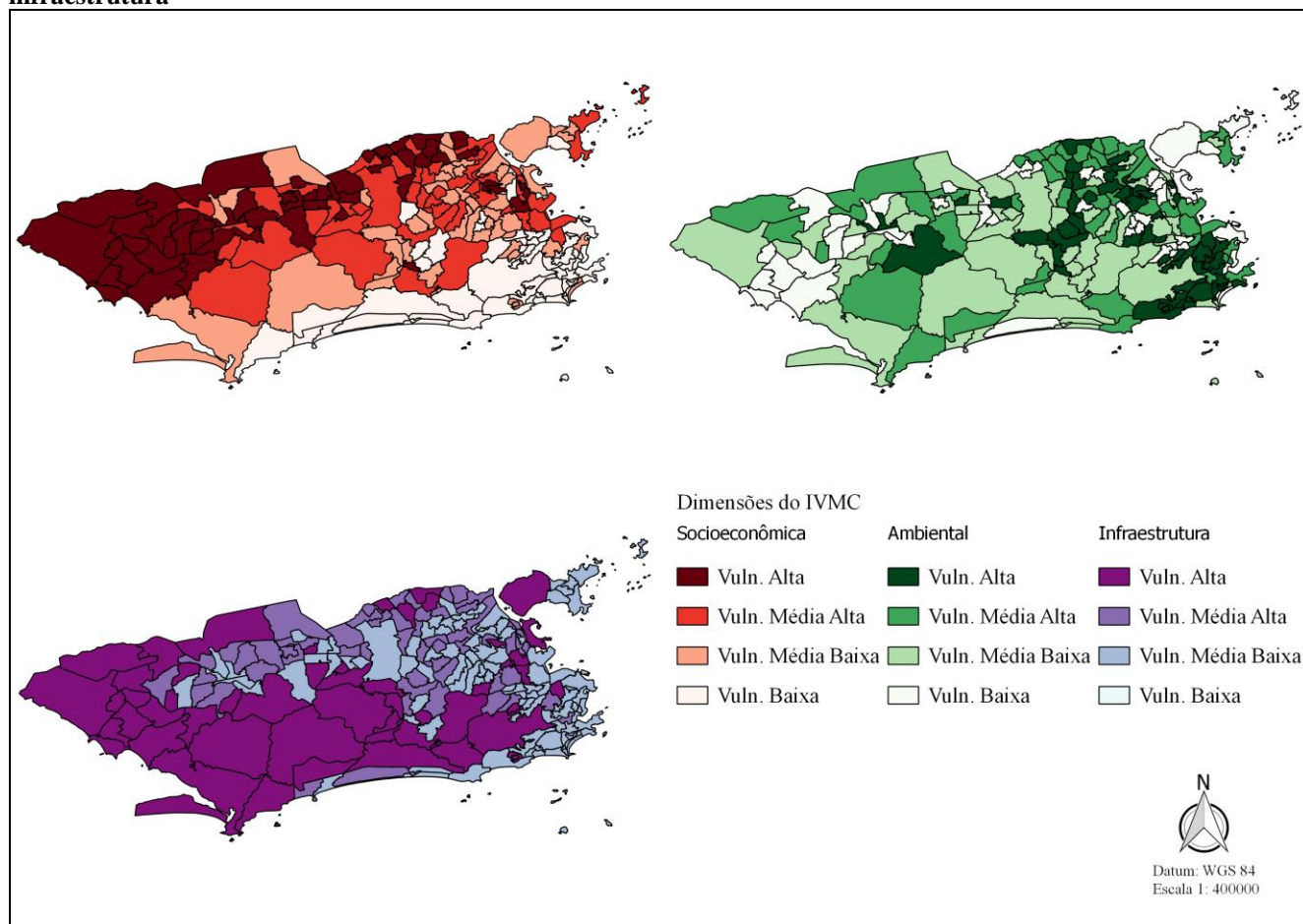
Parte das áreas de alta vulnerabilidade ou vulnerabilidade média alta correspondem a ocupações informais ou áreas de risco ambiental (embora em algumas delas também sejam observadas níveis relativamente altos de vulnerabilidade socioeconômica e com relação à infraestrutura). A possível ocorrência de desastres provocados por erosão, enchentes, deslizamentos, contaminação do lençol freático, epidemias e doenças de veiculação hídrica, doenças resultantes da falta de ventilação em habitações autoconstruídas, esgoto a céu aberto (GROSTEIN, 2001), entre outros fatores podem contribuir para o grau de vulnerabilidade destas pessoas. Além disso, conforme ressalta Grostein (2001), os interesses difusos da população urbana com relação à preservação ambiental e a ocupação insustentável de áreas de risco ambiental são um componente das grandes cidades:

O conflito entre a defesa desses interesses e o direito social de acesso a uma moradia evidencia a urgência no contexto metropolitano de *programas de reconstrução das periferias*, que compreendam programas de inclusão social e econômica dessas populações e, evidentemente, de ações específicas que, por um lado, facilitem o acesso a financiamentos desenhados para atender às características dessas populações metropolitanas e, por outro, estimulem a produção de moradias acessíveis no mercado formal. (GROSTEIN, 2001, p.17)

É possível, ainda, analisar como cada uma das dimensões do IVMC (Socioeconômica, Ambiental e de Infraestrutura) estão espacializadas no território. Ao distribuir cada uma das

dimensões por área de ponderação de acordo com as quatro categorias de vulnerabilidade⁴², podemos verificar como as dimensões analisadas resultam em maiores ou menores graus de vulnerabilidade para cada Área de Ponderação, conforme observado na Figura 20 abaixo:

Figura 20 - Comparação entre as dimensões de vulnerabilidade socioeconômica, ambiental e de infraestrutura



FONTE: Elaboração própria (2018) no *software* QGis v2.8.1.

Algumas áreas de ponderação possuem alta vulnerabilidade em uma das dimensões, mas baixa vulnerabilidade em outras, e vice-versa. Por meio deste mapa conseguimos identificar quais os tipos de vulnerabilidade mais críticos para cada região. Com relação aos dados socioeconômicos, verifica-se uma concentração de alta vulnerabilidade em algumas regiões do extremo oeste da cidade, como Campo Grande, Sepetiba, Santa Cruz, Paciência e Inhoaíba, assim como parte de Guaratiba. Também são verificadas, de forma mais espalhada, algumas áreas de Realengo, Padre Miguel e Bangu. Da zona norte da cidade são verificadas localidades como Vigário Geral, Cordovil, Parte de Irajá, Marechal Hermes, Anchieta, Ricardo de Albuquerque, Pavuna, Acari e Parque Colúmbia, Complexo do Alemão, Maré,

⁴² As áreas de ponderação foram divididas em quartis, para verificar o número igual de áreas de ponderação que pertence às categorias de Vulnerabilidade Alta, Vulnerabilidade Média Alta, Vulnerabilidade Média Baixa e Vulnerabilidade Baixa.

entre outros, principalmente na região próxima à Avenida Brasil. Na zona norte são verificadas, ainda, muitas áreas na categoria de vulnerabilidade média alta.

As Vulnerabilidades Baixa e Média Baixa se concentram na região do centro e zona sul da cidade. Algumas regiões da zona norte também estão na faixa de baixa vulnerabilidade, como os arredores da Grande Tijuca, formada por Vila Isabel, Maracanã, Grajaú; e áreas como o Méier, Lins de Vasconcelos, Cachambi e Engenho Novo.

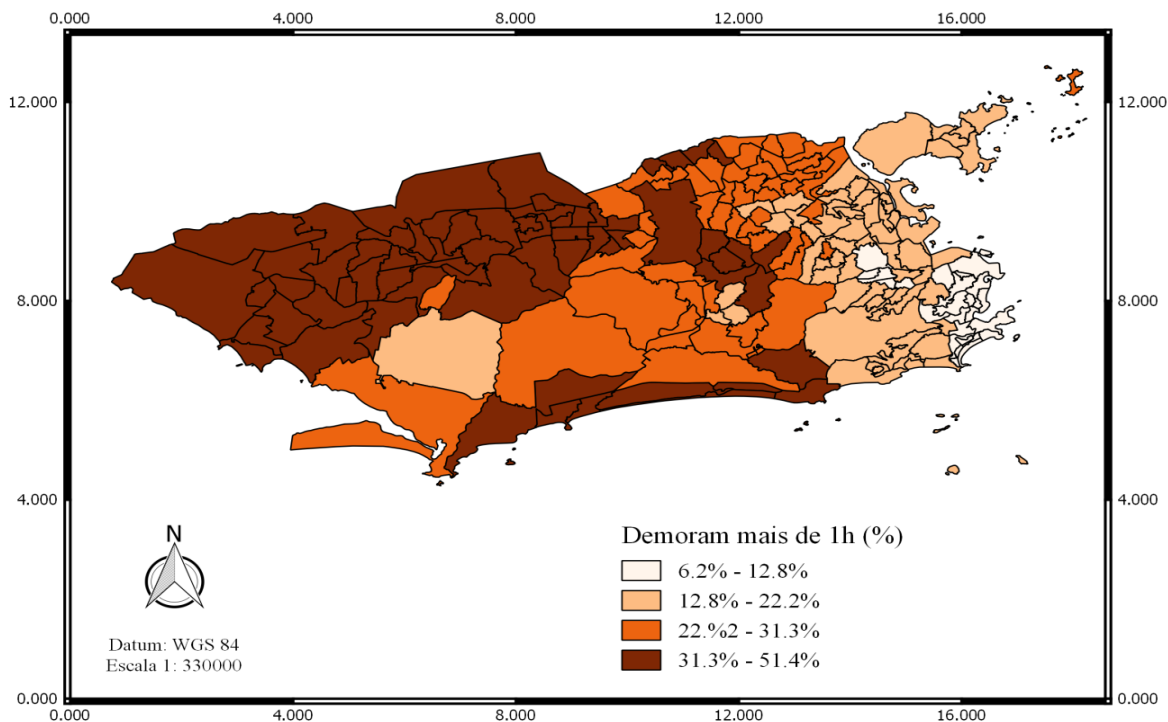
A dimensão de infraestrutura possui uma distribuição parecida com os dados socioeconômicos, com grande concentração nas áreas mais a oeste da cidade, entretanto, com determinadas áreas localizadas na porção próxima ao litoral, como Recreio dos Bandeirantes, Barra da Tijuca, Itanhangá, Vargem Pequena, Vargem Grande e Camorim, assim como em partes de Jacarepaguá, Taquara, entre outros. É possível observar, no mapa, uma pequena concentração de áreas de ponderação na zona oeste, mais ao norte do município, com vulnerabilidades baixa e média baixa. Estas localidades correspondem a alguns dos conjuntos habitacionais criados pelo governo municipal, como a Vila Kennedy. Também fazem parte as áreas: Estrada do Quafá e Estrada Sargento Miguel Filho, Padre iguel, algumas regiões de Bangu e Campo Grande, entre outros. Além disso, de forma geral a zona norte apresentou bons resultados de infraestrutura. A zona sul e a região central da cidade também apresentam diversas localidades com vulnerabilidade média baixa ou baixa.

A dimensão ambiental apresenta resultados um pouco diferentes com relação às outras duas dimensões. Regiões como Laranjeiras e Cosme Velho, Botafogo, Leme, algumas áreas de Copacabana e Leblon, Lagoa, Vidigal e São Conrado, entre outros, apresentam alta vulnerabilidade ambiental. O número de habitações em áreas de risco ambiental pode explicar este resultado. Outras regiões como o Rio Comprido, Tijuca, Engenho Novo, Lins de Vasconcelos, Estácio, Catumbi, Cidade Nova e Santa Teresa também são altamente vulneráveis do ponto de vista ambiental. Paralelamente, grande parte da zona oeste apresenta vulnerabilidade baixa ou média, ao contrário do que vem apresentando nas outras duas dimensões.

A ocupação de áreas de risco corresponde a um dos principais problemas da cidade do Rio de Janeiro no que tange os impactos das mudanças climáticas. Não obstante, a distribuição da vulnerabilidade na configuração socioespacial da cidade levanta questões relacionadas a capacidade de mobilidade desta população em seus trajetos diários. Nesse sentido, a Figura 21 apresenta o tempo de deslocamento casa-trabalho da população do Rio de Janeiro por área de ponderação. O mapa representa o percentual de pessoas que demora mais de 1h no deslocamento casa-trabalho, distribuído por categorias. As cores mais fortes

correspondem às áreas que possuem o maior percentual de pessoas que demoram mais de 1h de deslocamento, representando, desta forma, os mais vulneráveis⁴³ sob o ponto de vista do deslocamento.

Figura 21 - Percentagens de pessoas que demoram mais de 1h no deslocamento casa-trabalho no município do Rio de Janeiro



FONTE: Elaboração própria (2018) no *software* QGis v2.8.1 com base nos dados do Censo Demográfico de 2010.

As categorias correspondem ao percentual de pessoas que demora mais de uma hora no trajeto diário casa-trabalho. A alocação espacial deste indicador é bem dividida: Quanto mais próximo ao eixo centro-zona sul da cidade, melhor é o indicador de mobilidade. Isso revela a quantidade de pessoas que podem ser menos vulneráveis por morar em locais que não estão inseridas em cenários de risco ambiental, mas que podem estar mais vulneráveis pelo trajeto diário que fazem entre o local de moradia e trabalho. Os riscos de acidentes de percurso e os impactos provenientes dos longos trajetos em transportes precários na saúde e no convívio familiar podem afetar a capacidade da população em lidar com determinadas situações, como por exemplo, a maior ocorrência de eventos extremos.

No decorrer do século XX, a suscetiva abertura de rodovias e incentivos diversos ao uso do automóvel particular e dos veículos como principal transporte público resultaram na subutilização ou extinção de parte da malha ferroviária, que em períodos anteriores

⁴³ Para aprofundar nas relações entre vulnerabilidade e mobilidade populacional nas áreas urbanas, verificar o Capítulo 4 desta pesquisa.

desempenhava papel fundamental para a mobilidade de pessoas e de cargas (COSTA; SILVA; COHEN, 2013; FONTES *et al.*, 2013). É principalmente a partir da década de 1960, que os ônibus passam a se consolidar na malha urbana, principalmente na medida em que os bondes são extintos entre as opções de transporte. Até da década de 2000, o transporte público de ônibus fez parte do cotidiano no Rio de Janeiro, quanto, então, os automóveis particulares começam a virar preferência de parte da população, agravando os problemas relacionados aos congestionamentos e tempo de deslocamento, além da poluição gerada por este tipo de transporte (FONTES *et al.*, 2013; MATELA, 2015; RODRIGUES, 2015).

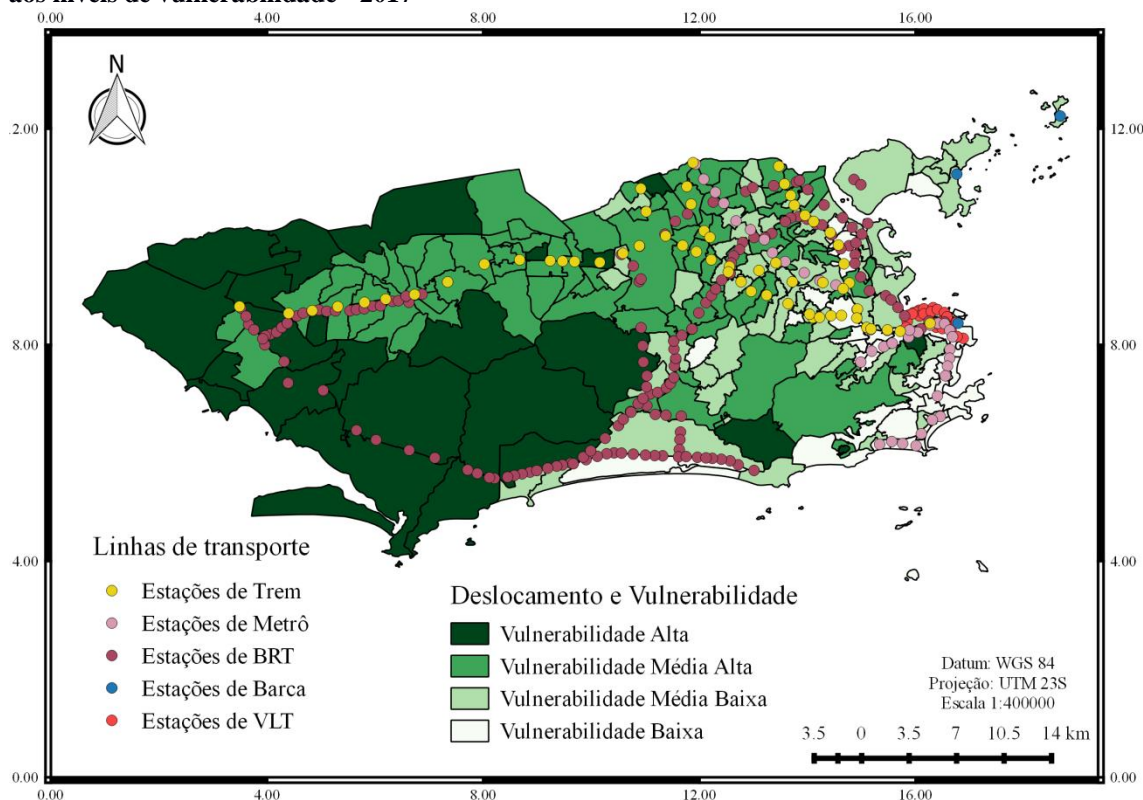
Atualmente, e principalmente no Rio de Janeiro, a mobilidade urbana depende das rodovias enquanto vias de transporte intraurbano e transportes de longa distância (COSTA; SILVA; COHEN, 2013; D'AVIGNON *et al.*, 2014). O uso de trens e formas alternativas de transporte são muitas vezes associados a má qualidade e condições abaixo do esperado em termos de deslocamento. Segundo dados do IPEA, em 2011, nas grandes cidades os meios de transporte mais utilizados correspondem ao ônibus (44%), o carro (23,8%), a moto (12,6%) e a pé (12,3%) (COSTA; SILVA; COHEN, 2013).

Conforme ressalta Rodrigues (2015), as questões relacionadas à mobilidade populacional no Brasil urbano não estão desassociadas ao seu processo de formação, o que inclui as tomadas de decisão de décadas seguidas em trajetória a um modelo de desenvolvimento econômico e urbano que resulta nas segregações que podemos observar, atualmente, em grande parte das cidades e metrópoles brasileiras:

[...] ao discutir a questão da mobilidade urbana no Brasil, deve-se levar em conta, em primeiro lugar, o modelo de desenvolvimento econômico experimentado pelo país, que forja, por sua vez, a opção por um determinado modelo de transporte e, em segundo, considerar o tipo de desenvolvimento urbano experimentado, que resulta em um nível elevado de metropolização em um contexto de enormes desigualdades regionais e sociais. (RODRIGUES, 2015, p. 289)

A Figura 22 mostra as principais linhas de transporte público alternativas às linhas viárias, inclusive algumas delas sendo construídas nos anos mais recentes, como é o caso do *Bus Rapid Transit* (BRT), do Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) e da Linha 4 do MetrôRio. É possível verificar a diversidade de transporte público em zonas próximas ao centro da cidade, principalmente pelo mercado de trabalho que existe nessa região, mas também nas zonas norte e sul.

Figura 22- Linhas de transporte alternativo ao rodoviário no município do Rio de Janeiro em comparação aos níveis de vulnerabilidade - 2017



FONTE: Elaboração própria (2018) no *software* QGIS v2.8.1 com base nos Dados Geográficos Abertos da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Disponível em: https://portalgeopcrj.opendata.arcgis.com/datasets?q=transporte&sort_by=relevance.

As reflexões acima reforçam a consideração dos fluxos diários entre a cidade do Rio de Janeiro e os demais municípios da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Segundo Matela (2015), na RMRJ os ônibus municipais possuem participação de 60,5% dos deslocamentos totais. Com efeito, 63,1% deste percentual corresponde a utilização de transporte público rodoviário originada na cidade do Rio de Janeiro, enquanto no restante dos municípios as viagens de transporte público rodoviário geralmente não passa de 5% do total de deslocamento. Além disso, 92% das viagens originadas no Rio de Janeiro possuem destino para o próprio município, ou seja, são viagens intramunicipais (MATELA, 2015). A Tabela 9 mostra a distribuição do movimento médio diário de passageiros entre os diferentes tipos de transporte do município para o ano de 2016.

Os dados sobre transporte público na cidade do Rio de Janeiro mostram como o deslocamento no município pode ser desigual conforme a região da cidade, em parte pela falta de diversificação dos modais em regiões em que se concentra a maior parte da população, além de seus longos deslocamentos diários por se localizarem em áreas mais afastadas do centro da cidade, local que concentra o mercado de trabalho.

Tabela 9 - Movimento médio diário de passageiros, segundo os transportes rodoviário, ferroviário e hidroviário no município do Rio de Janeiro em 2016

Tipo de Transporte	Porcentagem de passageiros (%)
Ônibus	67,7
Metrô	18,2
Trem	12,8
Hidroviário	1,3

FONTE: Data.Rio. Disponível em:

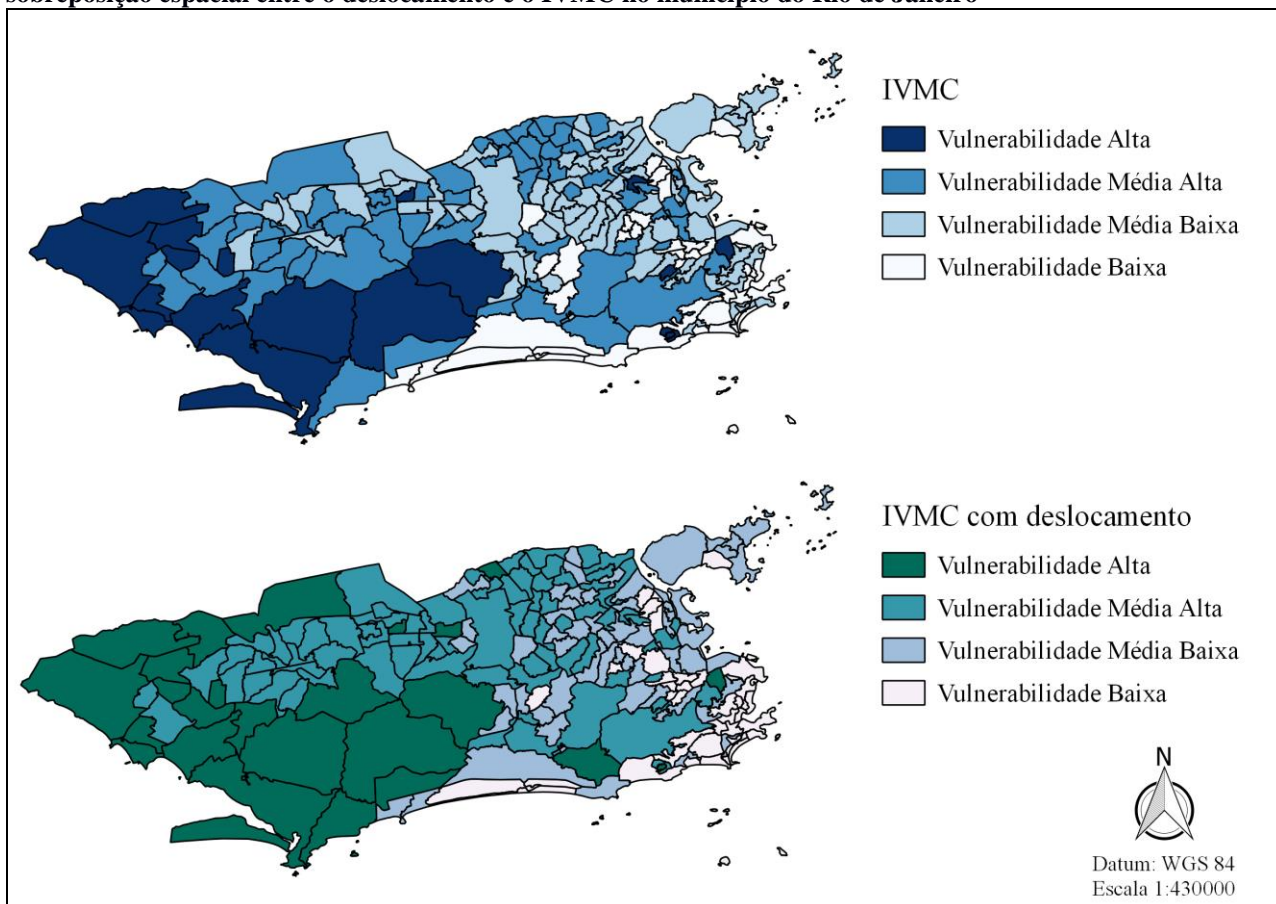
<http://www.data.rio/datasets/ff2eab53197f47db80759a3d3e2308c3>. Acesso em janeiro de 2018.

As linhas de metrô possuem extensão limitada à região leste da cidade, cortando bairros principalmente da zona norte, centro e zona sul, chegando nos anos mais recentes ao início da Barra da Tijuca. Existem, também, cinco (5) ramais de trens urbanos os quais ligam as zonas norte e oeste da cidade à região central. As linhas de trem da cidade são importante forma de deslocamento de grande parte da população, pois liga a região central da cidade a bairros com alta densidade populacional. Sobre a percepção da população com as condições deste transporte, entretanto, há uma insatisfação geral com a qualidade dos trens, de forma que parte da população dá preferência ao uso de automóvel particular ao uso do transporte público, o que gera engarrafamentos nos trajetos diários (D'AVIGNON *et al.*, 2014).

A vulnerabilidade às mudanças climáticas nas áreas urbanas deve, nesse sentido, abranger a questão da mobilidade. Nesse sentido, as políticas ambientais, urbanas e de mobilidade devem ser construídas de forma coordenada. A Figura 23 apresenta as informações coletadas sobre deslocamento e vulnerabilidade para fins desta pesquisa. Estas informações são distribuídas entre as áreas de ponderação do município do Rio de Janeiro classificadas em novos níveis de vulnerabilidade, agora com a inclusão da variável de deslocamento. Isto é, neste mapa, a variável de deslocamento compõe uma das dimensões do Índice, junto às dimensões de Infraestrutura, Ambiental e Socioeconômica.

Cabe destacar alguns resultados da sobreposição espacial realizada. Em primeiro lugar, verifica-se que a região mais a leste da cidade, de forma generalizada, piorou seu grau de vulnerabilidade, tendo algumas áreas de ponderação, inclusive, alterado de categoria. Além disso, se antes de inserir a variável de deslocamento havia uma zona mista, isto é, áreas específicas pertencentes a um grau de vulnerabilidade não característico de sua região (com base nos dados observados no mapa), com a inclusão do deslocamento esses casos ficam mais raros. É possível observar áreas bem separadas com relação ao nível de vulnerabilidade, agravando os cenários já indicados pelo IVMC.

Figura 23 – Comparação entre o Índice de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas - IVMC e a sobreposição espacial entre o deslocamento e o IVMC no município do Rio de Janeiro



FONTE: Elaboração própria (2018) no *software* QGis v2.8.1 com base nos dados do Censo Demográfico de 2010.

O Quadro 10 apresenta as áreas de ponderação do município do Rio de Janeiro categorizadas por seus respectivos níveis de vulnerabilidade. São apresentadas, também, o número de áreas de ponderação pertencente a cada categoria e a porcentagem de habitantes das respectivas áreas com relação ao total do universo.

Quadro 10 - Áreas de Ponderação por nível de vulnerabilidade após a inserção da variável de mobilidade

Categorias do IVMC	Áreas de Ponderação	Nº de Áreas de Ponderação	Quantidade de Pessoas (%)
Vulnerabilidade Alta	Anchieta 2; Bangu 3; Campo Grande 1; Campo Grande 11; Campo Grande 7; Complexo do Alemão 1; Estácio, Catumbi e Cidade Nova; Guaratiba 1; Guaratiba 2; Guaratiba 3; Guaratiba, Pedra de Guaratiba e Barra de Guaratiba; Itanhangá; Jacarepaguá 3; Paciência 1; Paciência 3; Realengo 2; Recreio dos Bandeirantes 1; Rocinha 2; Santa Cruz 1; Santa Cruz 2; Santa Cruz 3; Santa Cruz 4; Santa Cruz 6 ; Sepetiba 1; Sepetiba 2; Tijuca 1; Vargem Pequena, Vargem Grande e Camorim	27 áreas	13,30

<p>Vulnerabilidade Média Alta</p>	<p>Acari e Parque Colúmbia; Anchieta 1; Bangu 1; Bangu 2; Bangu 4; Bangu 5; Bangu 6; Benfica e Mangueira; Bento Ribeiro; Brás de Pina 1; Brás de Pina 2; Campo Grande 10; Campo Grande 2; Campo Grande 3; Campo Grande 4; Campo Grande 5; Campo Grande 6; Campo Grande 8; Campo Grande 9; Cascadura; Cidade de Deus; Coelho Neto; Complexo da Penha e Caricó; Complexo do Alemão 2; Conjuntos Vila Kennedy, Estrada do Quafá e Estrada Sargento Miguel Filho; Cordovil; Cosmos 1; Cosmos 2; Costa Barros e Barros Filho; Curicica; Engenho da Rainha; Engenho Novo; Fazenda Coqueiro, Jacaré e Coréia; Guadalupe; Honório Gurgel; Inhaúma; Inhoaíba 1; Inhoaíba 2; Irajá 1; Irajá e Vista Alegre; Jacarepaguá 1; Jacarepaguá 2; Jacarezinho; Jardim América; Jardim Sulacap, Vila Militar, Deodoro e Campo dos Afonsos; Lins de Vasconcelos; Madureira 2; Magalhães Bastos; Manguinhos; Maré 1; Maré 3; Marechal Hermes; Oswaldo Cruz e Campinho; Paciência 2; Padre Miguel 1; Padre Miguel 2; Parada de Lucas; Pavuna 1; Pavuna 2; Pavuna 3; Penha Circular; Piedade; Praça Seca 1; Praça Seca 2; Quintino Bocaiuva; Realengo 1; Realengo 3; Realengo 4; Realengo 5; Recreio dos Bandeirantes 3; Ricardo de Albuquerque; Rio Comprido; Rio das Pedras 1; Rio das Pedras 2; Rocha Miranda; Rocinha 1; Santa Cruz 5; Santa Cruz 7; Santíssimo; Senador Camará 1; Senador Camará 2; Senador Vasconcelos; Tanque; Taquara 1; Taquara 2; Taquara 3; Tijuca e Alto da Boa Vista; Vicente de Carvalho e Vila Kosmos; Vigário Geral; Vila Isabel 1</p>	<p>90 áreas</p>	<p>48,52</p>
<p>Vulnerabilidade Média Baixa</p>	<p>Copacabana 4; Laranjeiras e Cosme Velho; Santa Teresa; Leblon 2; Riachuelo, Sampaio, Rocha, Jacaré e São Francisco Xavier; Maré 4; Caju, Gamboa, Santo Cristo e Saúde; Maré 2; Olaria 1; Del Castilho, Higienópolis e Maria da Graça; São Cristóvão e Vasco da Gama; Tijuca 3; Penha; Galeão; Pitangueiras, Cacuia, Praia da Bandeira, Cocotá, Ribeira e Zumbi; Andaraí; Ramos; Freguesia e Bancários; Tijuca 4; Vidigal e São Conrado; Turiaçu e Vaz Lobo; Tomás Coelho; Portuguesa e Moneró; Jardim Carioca; Freguesia Jacarepaguá 2; Pilares; Cascadura, Cavalcanti e Engenheiro Leal; Tauá; Engenho de Dentro; Grajaú; Colégio; Méier 1; Parque Anchieta; Encantado, Abolição e Água Santa; Anil e Gardênia Azul; Irajá 3; Irajá 2; Realengo 6; Madureira 1; Vila da Penha; Paquetá; Todos Os Santos; Barra da Tijuca 2; Freguesia Jacarepaguá 1; Vila Valqueire; Barra da Tijuca 4; Recreio dos Bandeirantes 2; Barra da Tijuca 1; Barra da Tijuca 3; Barra da Tijuca 5</p>	<p>50 áreas</p>	<p>24,80</p>
<p>Vulnerabilidade Baixa</p>	<p>Bonsucesso; Botafogo 1; Botafogo 2; Botafogo 3; Botafogo e Urca; Cachambi; Catete e Glória; Centro 1; Centro 2; Copacabana 1; Copacabana 2; Copacabana 3; Copacabana 5; Copacabana 6; Flamengo 1; Flamengo 2; Humaitá; Ipanema; Jardim Botânico e Gávea; Jardim Guanabara; Lagoa; Laranjeiras; Leblon 1; Leme; Maracanã; Méier 2; Olaria 2; Pechincha; Tijuca 2; Tijuca 5; Tijuca e Praça da Bandeira; Vila Isabel 2; Vila Isabel 3;</p>	<p>33 áreas</p>	<p>13,39</p>

Fonte: Elaboração própria (2018) com base nos dados gerados.

As informações do Quadro 10 mostram que a maioria da população do município se encontra em áreas de Vulnerabilidade Alta ou Vulnerabilidade Média Alta, representadas por um percentual de 61,8%, enquanto 38,2% da população vive em áreas de Vulnerabilidade Média Baixa ou Baixa. Significa dizer que 3.906.929 milhões de pessoas vivem em áreas de maior atenção com relação aos impactos de eventos relacionados às mudanças climáticas. Outro ponto que pode ser observado na distribuição das áreas corresponde àquelas que possuem níveis de vulnerabilidades mais extremos, ou seja, os quais correspondem às categorias de Vulnerabilidade Alta e Vulnerabilidade Baixa. A predominância de áreas de ponderação provenientes da região central da cidade, da zona norte (principalmente no eixo mais próximo ao centro, como Maracanã, Vila Isabel, Tijuca, Méier e nos arredores de parte da Avenida Brasil), e na zona sul permanece entre as áreas menos vulneráveis. As alterações são principalmente em algumas áreas das zonas norte e oeste, que aumentaram sua vulnerabilidade na inclusão da variável de deslocamento, mudando de categoria (de Vulnerabilidade Média Alta para Alta, etc) a saber: Anchieta 2; Anil e Gardênia Azul Bangu; Barra da Tijuca Bento Ribeiro; Brás de Pina; Campo Grande; Cascadura Conjuntos Vila Kennedy, Estrada do Quafá e Estrada Sargento Miguel Filho; Cosmos 2; Curicica; Engenho da Rainha; Engenho Novo; Freguesia Jacarepaguá 1; Guaratiba 2; Irajá e Vista Alegre; Itanhangá; Jardim América; Jardim Sulacap, Vila Militar, Deodoro e Campo dos Afonsos; Magalhães Bastos; Méier 1; Oswaldo Cruz e Campinho; Paciência 1; Padre Miguel; Parada de Lucas; Penha Circular; Piedade; Praça Seca 1; Quintino Bocaiuva; Ramos; Realengo; Recreio dos Bandeirantes; Rio das Pedras 2; Santa Cruz 4; Santíssimo; Taquara; Todos Os Santos; Vidigal e São Conrado; Vila Valqueire.

As áreas de ponderação com alta vulnerabilidade se concentram na região mais a oeste da cidade. Uma das questões da concentração de vulnerabilidade média alta e vulnerabilidade alta corresponde ao fato de que nestas áreas residem o maior contingente da população da cidade. Estes dados mostram o que não pode ser analisado visualmente no mapa, a saber: grande parte da população está entre as localidades mais vulneráveis, e os respectivos graus de vulnerabilidade pioram ao adicionarmos a análise de mobilidade populacional. Com relação às áreas de ponderação com alta vulnerabilidade, ainda, verifica-se algumas áreas isoladas no mapa, como é o caso de Estácio, Catumbi e Cidade Nova, Anchieta 2, Itanhangá, Realengo 2, Bangu 3 e Rocinha, localizadas em regiões com baixa vulnerabilidade em seu entorno.

Com efeito, poucas áreas de ponderação diminuíram sua vulnerabilidade com a inclusão da variável de mobilidade. Botafogo 2; Catete e Glória; Copacabana; Leme; Rocinha 1. Com exceção da Rocinha, a qual passou de alta vulnerabilidade para vulnerabilidade média

alta, as demais áreas de ponderação passaram de vulnerabilidade média baixa para baixa. A este respeito, no Anexo A desta pesquisa é possível verificar os Índices de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas antes e após a inclusão da variável de mobilidade populacional para as 200 áreas de ponderação do município do Rio de Janeiro.

Com relação ao acesso à mobilidade populacional, é possível observar a grande concentração de linhas de transporte bem diversificadas em áreas não tão populosas, como é o caso do centro da cidade e da zona sul (embora na região central da cidade a mobilidade esteja ligada ao local de trabalho da população). Porém, as áreas mais afastadas do centro não possuem tipos de transportes alternativos, ficando limitados em sua grande maioria aos transportes rodoviários, como os ônibus, automóveis particulares ou vans. Além disso, é interessante observar que algumas das áreas de ponderação que comportam favelas (em áreas planas ou de encostas) apresentam queda no Índice de Vulnerabilidade, ou seja, se tornam menos vulneráveis ao considerarmos sua capacidade de se deslocar, como é o caso da Rocinha, Jacarezinho, Complexo do Alemão e Maré.

Este resultado levanta determinadas “contradições” observadas com relação a vulnerabilidades da população, ressaltado por Grostein (2001): Se por um lado a habitação informal tem representado solução para o problema de moradia para a população pobre da cidade, principalmente em regiões próximas ao mercado de trabalho, diminuindo a vulnerabilidade populacional por diminuir seu deslocamento, por outro esta ocupação pode gerar riscos ambientais, aumentando em outros aspectos a vulnerabilidade aos mesmos problemas de impacto às mudanças climáticas. Esta reflexão pode indicar o papel dos governos locais enquanto indutores de políticas adaptativas. Além disso, revela a importância de incluir os impactos da formulação de políticas urbanas e/ou adaptativas em outros segmentos, como habitação, deslocamento, saneamento, entre outros, na tomada de decisão dos governantes. Nesse sentido, as políticas públicas urbanas devem ser pensadas de forma interligada, e as medidas de adaptação devem estar presentes no desmembramento dos projetos, programas e ações destas políticas.

Ao analisar as relações existentes entre o Índice de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas construído a partir de dados socioeconômicos, de infraestrutura e ambiental, percebemos como a ocupação e o desenvolvimento do espaço urbano desde os séculos XIX e XX e os respectivos processos desencadeados são refletidos até os dias atuais. Por outro lado, nas décadas mais recentes, novos problemas surgem, como as descobertas no que tange os problemas ambientais globais, muitas vezes gerados pelos mesmos processos que trouxeram o desenvolvimento ao espaço urbano. Dentre estes problemas, a problemática da mudança do

clima vem se destacando ao redor do mundo nas últimas décadas para as áreas urbanas, destacando o papel dos governos locais na implementação de políticas mitigadoras e adaptativas.

5.5.3. O papel do Estado na relação entre a mobilidade populacional e a vulnerabilidade

O processo histórico de ocupação e expansão urbana da cidade do Rio de Janeiro apresenta, nas diversas fases de seu desenvolvimento, a construção de políticas, reformas e decisões políticas que podem ser refletidas até os dias. Problemas ligados a fatores naturais e antropogênicos tornam o Rio de Janeiro uma cidade com riscos potencial frente aos impactos da mudança do clima. Parte das preocupações com os riscos associados às mudanças climáticas só começam a ser discutidos pela comunidade internacional em meados da década de 1970. Neste período, conforme discutido neste capítulo, a expansão urbana da cidade do Rio de Janeiro já era latente, e o crescimento desordenado da cidade, assim como alguns dos impactos negativos da expansão da malha urbana já começavam a ser sentidos.

Se em determinado momento da evolução urbana da cidade as principais frentes de atuação do Poder Público visavam o crescimento e o desenvolvimento da cidade, assim como a visibilidade internacional (ABREU, 1997), depois de algumas décadas é possível observar o aumento da preocupação com o desenvolvimento insustentável da cidade e com os problemas provenientes da expansão desordenada. Diante desta virada, tanto na comunidade internacional, por meio do movimentos ambientalistas, quanto em segmentos da população civil, e, principalmente, a partir do esclarecimento do impacto de determinadas políticas no rumo da expansão da cidade, o Poder Público assume papel extremamente relevante neste novo passo que as cidades precisam dar para o enfrentamento da mudança do clima.

Um dos resultados apresentados na subseção anterior aponta para a dualidade entre a habitação em áreas de risco e a mobilidade populacional, ou melhor, a imobilidade populacional. Conforme tem sido mostrando na literatura, tanto a habitação quanto a mobilidade possuem relação com a qualidade de vida e bem-estar das pessoas, inclusive podem alterar significativamente a saúde humana. A habitação em áreas de risco tem relação com o risco de ocorrência de deslizamentos ou enchentes, e com a proliferação de doenças de veiculação hídrica, ligada também às condições de infraestrutura do local. A partir dos riscos ligados à habitação em áreas de risco surge a importância das políticas de parcelamento, uso e ocupação do solo e de práticas e melhorias urbanísticas que permitem a expansão da malha

urbana da cidade em uma trajetória sustentável (GROSTEIN, 2001), diminuindo, também, a vulnerabilidade da população com relação aos perigos associados à mudança do clima.

Além de desempenhar importante papel na preservação da cobertura vegetal natural e à proteção de biodiversidade, as Áreas de Proteção Ambiental – APAs, auxiliam no ordenamento do uso do solo e impedem a habitação de determinadas áreas de risco (EGLER; GUSMÃO, 2011), principalmente com relação a deslizamentos por meio de ocupação de encostas. Com relação a políticas de habitação, o Poder Público possui a capacidade de induzir a tomada de decisões da população, garantindo moradias e condições de vida que aumentem o bem-estar da população, principalmente na parcela mais pobre. Com relação às políticas de habitação, Egler & Gusmão (2011, p. 31) ressaltam:

Além desses mega-projetos há uma série de investimentos em curso tais como os projetos contemplados pelo PAC 1 e 2, programas como Minha Casa Minha Vida e Morar Carioca, implantação/ampliação das redes de drenagem e esgotamento sanitário como, por exemplo, na Zona Oeste e Baixada de Jacarepaguá, no Rio de Janeiro. Nesses casos é preciso avaliar se esses investimentos estão considerando as hipóteses associadas às mudanças climáticas. Afinal não estamos falando de investimentos cosméticos ou que tenham uma vida útil de curto prazo. (EGLER & GUSMÃO, 2011, p. 31)

Outro ponto que merece atenção com relação à moradia na cidade do Rio de Janeiro corresponde aos impactos da especulação imobiliária para a exclusão social da população no espaço urbano (FARAH, 2003) desde o século XX, como é o caso de regiões da zona sul e de bairros como a Barra da Tijuca, contribuindo com a ocupação de parte das áreas de risco, como encostas e áreas inundáveis (ABREU, 1997). A falta de uma política de desenvolvimento e zoneamento urbano e industrial permite que o mercado imobiliário expanda e se aproprie da malha urbana de acordo com seu próprio interesse, muitas vezes em conflito com o crescimento urbano equilibrado do ponto de vista habitacional (GROSTEIN, 2001).

Já a mobilidade populacional, por constituir um aspecto central da organização urbana do território, pode gerar impactos importantes na condição de vida da população (COSTA; SILVA; COHEN, 2013; FIRJAN, 2015; RODRIGUES, 2015) e em termos de reprodução social, por meio de limitações ou oportunidades ao mercado de trabalho e interação social, conforme aponta Rodrigues (2015). Além disso, a mobilidade também tem impactos na saúde humana, de forma que o Poder Público deve buscar formas sustentáveis de transporte de qualidade. A especulação imobiliária também pode impactar a mobilidade da população, na medida em que induz a construção “aleatória e por vezes inadequada de sistema viário, ocupando fundos de vale e impermeabilidade áreas de várzea”, conforme aponta Grostein (2001, p. 16). No debate que gira em torno da mobilidade urbana no Rio de Janeiro, podemos

ressaltar dois pontos importantes para aumentar a capacidade da população em se deslocar: a diversificação de modais e o espaçamento do mercado de trabalho e demais funções urbanas, tanto para os limites intramunicipais fora da região central da cidade quanto para os municípios periféricos da RMRJ (COSTA, SILVA, COHEN, 2013; FONTES *et al.*, 2013; FIRJAN, 2015).

A diversificação entre os meios de transporte urbano desempenha papel importante em termos de acessibilidade, o que pode aumentar a capacidade de adaptação da população urbana. Além disso, a diversificação dos modais é importante para desafogar o congestionamento nas rodovias, as quais, como vimos, são o principal meio de transporte urbano e pode gerar situações de vulnerabilidade pelas condições do transporte e pelo tempo de deslocamento. A este respeito, a prefeitura municipal do Rio de Janeiro vem apresentando novos projetos de mobilidade urbana para a cidade, principalmente a partir da preparação para a realização dos eventos internacionais como a Copa do Mundo FIFA de 2014 e os Jogos Olímpicos de 2016, ambos realizados na cidade. O Quadro 11 apresenta novos modais inaugurados nos anos mais recentes na cidade.

Há previsão de construção de mais uma linha de BRT, a Transbrasil, a qual estava prevista para terminar antes dos Jogos Olímpicos de 2016, porém, a seguidas interrupções em suas obras geraram atraso na sua inauguração, de forma que a linha ainda não foi inaugurada. A linha está prevista para conectar o bairro do Caju, próximo à passarela 2 da Avenida Brasil ao Deodoro, e pode representar um importante meio de transporte para a população que vive nos arredores da Avenida Brasil. São previstos 23 km de linha.

Além da questão da acessibilidade da população, o uso de linhas de transporte alternativas às rodovias colabora com os objetivos de mitigação de GEE, na medida em que, segundo o Inventário e Cenário de Emissões dos Gases do Efeito Estufa na Cidade do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ, 2011), o setor de transportes é responsável por 66% das emissões totais na cidade para o ano de 2010. Dentre este percentual, 80% das emissões de transporte são provenientes dos transportes rodoviários. Com a expansão de ciclovias, por exemplo, pode ser fator de diminuição das emissões pelo transporte rodoviário. Além disso, ainda que os meios de transporte alternativos criados nos últimos anos condizem com a necessidade da cidade de diversificação de melhor de transporte, por outro lado, é possível observar uma concentração maior dos novos modais em áreas menos vulneráveis segundo os resultados desta pesquisa, como é o caso da zona sul, Barra da Tijuca e centro da cidade.

Quadro 11 - Projetos recentes de mobilidade urbana na cidade do Rio de Janeiro

Meio de Transporte	Breve descrição
Veículo Leve sobre Trilhos (VLT)	Em junho de 2016 foi inaugurada a primeira etapa do VLT, com uma rede de 28 km. Opera sobre a região do Centro e da Região Portuária. Movido à eletricidade, preserva a identidade do Rio ao oferecer a opção de Alimentação Pelo Solo (APS), com energia captada por meio de um terceiro trilho instalado entre os trilhos de rolamento do trem, dispensando o uso de fiação aérea (catenárias). O projeto prevê a entrega e operação de 32 trens de 3,82 metros de altura, 44 metros de comprimento por 2,65 metros de largura, com capacidade para 420 passageiros. Os trens serão bidirecionais e compostos, cada um, por 7 módulos articulados. Cada VLT é equipado com 8 portas por lateral. A implantação tem custo de R\$ 1,157 bilhão, sendo R\$ 532 milhões com recursos federais do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) da Mobilidade, e R\$ 625 milhões viabilizados por meio de uma parceria público-privada (PPP) da Prefeitura do Rio.
<i>Bus Rapid Transit</i> (BRT)	Representa um transporte articulado que trafega em corredor exclusivo das rodovias e, por isso, é uma alternativa mais rápida de viagem para os passageiros. Este modelo de mobilidade existe em 140 países e, aqui na cidade do Rio de Janeiro, é administrado por um grupo de empresas privadas de transporte de passageiros, reunidas em um consórcio. Possui, atualmente, três linhas: A Transoeste, com a primeira fase inaugurada em 2012, ligando a Barra da Tijuca com Campo Grande e Paciência em 60km de extensão. A Transcarioca, por sua vez, foi inaugurada em 2014 e liga o terminal Alvorada, na Barra da Tijuca, ao Aeroporto Internacional Tom Jobim, na Ilha do Governador, com 39 km de extensão. A Transolímpica, com estações terminais em Recreio, Centro Olímpico e Sulacap, possui 26 km de extensão.
Expansão das ciclovias	A malha cicloviária passou de 150 km (2009), utilizadas predominantemente para lazer, para os atuais 447 km - Centro: 8,92 km; Zona Sul: 133,95 km; Zona Norte: 53,23 km e Zona Oeste: 250,9 km de rotas cicláveis.
Linha 4 do metrô	Inaugurada às vésperas dos Jogos Olímpicos, a linha 4 do metrô liga os bairros de Ipanema e Barra da Tijuca, com 16 km de extensão. O metrô possui, ainda, integração com os trens da Supervia, BRT e outras linhas rodoviárias. As obras custaram cerca de R\$ 9 bilhões.

FONTE: Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro e Governo do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/web/secpar/vlt>; <http://brtrio.com/>; <http://www.vltrio.com.br/>; <http://www.rio.rj.gov.br/web/smac/rio-capital-da-bicileta>. Acesso em: janeiro de 2018.

Com relação à distribuição da oferta de empregos nas demais regiões da cidade, Costa; Silva; e Cohen (2013) ressaltam o desenvolvimento de localidades com funções residencial, comercial e de trabalho, sob o entendimento que apenas a ampliação de infraestrutura de mobilidade urbana podem não ser suficientes reduzir as vulnerabilidades da população em relação ao deslocamento (FIRJAN, 2015). Fontes *et al.* (2013), por sua vez, destaca a concentração de emprego formal em regiões centrais da cidade como estímulo para a imobilidade da população, que prefere ter empregos informais nas regiões mais afastadas. Ainda com relação ao desenvolvimento local de regiões periféricas, cabe ressaltar que cidade

do Rio de Janeiro recebe, diariamente, mais de 2 milhões de pessoas de outros municípios da RMRJ. Isso significa um aumento de aproximadamente 30% da população da cidade, uma vez que, conforme já apresentado, grande parte dos moradores da cidade trabalham no mesmo município (FONTES *et al.*, 2013).

A integração da cidade do Rio de Janeiro com os municípios periféricos da RMRJ tem um papel relevante na dinâmica urbana da cidade. Enquanto alguns destes municípios podem sofrer os impactos relacionados à condição de cidades-dormitório (FIRJAN, 2015), como o não-envolvimento do indivíduo com o local de moradia⁴⁴, a cidade que recebe diariamente grande quantidade de trabalhadores também pode ter efeitos negativos, como o aumento de problemas de mobilidade urbana devido ao grande contingente de pessoas utilizando as rodovias. A este respeito, Fontes *et al.* (2013, p. 35) destaca a importância do desenvolvimento local:

[...] a questão da mobilidade urbana, sobretudo no contexto de uma região metropolitana e de uma cidade de grandes extensões territoriais como o Rio de Janeiro deve ser considerada dentro de uma política que considere não apenas os deslocamentos pendulares e a eficiência no sistema de transporte público, mas igualmente as possibilidades de desenvolvimento locais. Apoio aos pequenos negócios locais e o desenvolvimento da oferta de serviços em todo o território metropolitano podem contribuir para absorção de mão de obra residente em locais mais distantes e garantir, sobretudo, a maior acessibilidade dos trabalhadores. (FONTES *et al.*, 2013, p. 35)

O desenvolvimento de funções urbanas se torna essencial para uma ocupação racional do espaço urbano. Projetos de habitação, comércio, serviços e indústrias, assim como educação, saúde, segurança, tem o papel de estabelecer novos centros que comportem a população urbana (FIRJAN, 2015). O desenvolvimento local está associado a possibilidade de combinações de melhorias econômicas, sociais, urbanísticas e ambientais, funcionando de forma interligada, e atendendo à necessidade dos habitantes (GROSTEIN, 2001). Sob esta ótica, o Poder Público passa a desempenhar o importante papel indutor, por meio da implementação de políticas públicas que desenvolvam novas regiões da cidade, evitando-se, assim, a concentração e os demais problemas resultantes deste processo. A distribuição dos benefícios gerados por obras públicas deve, nesse sentido, alcançar a população como um todo, inclusive no caso de moradia digna (GROSTEIN, 2001).

A formação da ocupação da cidade do Rio de Janeiro evidencia, principalmente nas metrópoles a partir do século XX, certo padrão de urbanização periférico, segundo o qual, conforme aponta Grostein (2001), está relacionado também com a negligência do Estado com

⁴⁴ Para aprofundar nos possíveis problemas desencadeados pelo não-envolvimento do indivíduo com o local de moradia, consultar o Capítulo 4 da presente pesquisa.

relação a formulação de uma política de desenvolvimento urbano adequada, com a ilegalidade enquanto componente característico do processo de expansão das metrópoles, com o lote urbano precário, assim como com a ausência de uma política de habitação urbana condizente com a demanda da população, resultando na ocupação de áreas de risco ambiental e com baixa infraestrutura (GROSTEIN, 2001).

Não existe solução única para os problemas a serem enfrentados pelas cidades brasileiras. Entretanto, se torna relevante considerar o possível aumento de ocorrência dos eventos e impactos das mudanças climáticas de forma coordenada a estas políticas⁴⁵. Neste sentido, os estudos de vulnerabilidade correspondem a um importante instrumento enquanto diagnóstico para a formulação de políticas adaptativas, que envolvem políticas de mobilidade, habitação, e outros segmentos de competência dos governos nacional e subnacionais. Na presente pesquisa, buscamos identificar áreas vulneráveis a alguns dos impactos das mudanças climáticas. Porém, os resultados mais relevantes da pesquisa correspondem a verificação e as reflexões de como a mobilidade urbana pode impactar a vulnerabilidade da população às mudanças climáticas geradas a partir dos resultados. A mobilidade populacional é uma componente importante da dinâmica populacional urbana, principalmente nas últimas décadas, e necessita de atenção por parte dos governantes locais para atingir os objetivos de adaptar as áreas urbanas à mudança do clima.

⁴⁵ Para aprofundar no debate sobre a integração das políticas urbanas e políticas de clima, verificar subseção 2.2.2 desta pesquisa.

6. Considerações Finais

O mapeamento da vulnerabilidade das cidades às mudanças climáticas corresponde a um importante instrumento para a construção de políticas de adaptação às mudanças climáticas por diagnosticar as principais vulnerabilidades de cada localidade de determinado território. Conforme apresentado e discutido ao longo desta pesquisa, diante da complexidade de operacionalização do conceito de vulnerabilidade emerge a necessidade de um aporte teórico-metodológico bem definido, na medida em que o recorte espacial ou o objeto de estudo pode resultar em componentes extremamente variáveis em termos de escala, unidade de análise, abordagem teórica, entre outros quesitos. Por este motivo, a presente pesquisa buscou partir de uma abordagem dedutiva, por meio de estudos anteriores, para definir a abordagem a ser utilizada. O referencial teórico abordou temas interdisciplinares, com tradições nas ciências sociais, na geografia, ciências naturais, história, entre outras áreas.

A vulnerabilidade às mudanças climáticas e a mobilidade populacional se relacionam e são distribuídas espacialmente na cidade do Rio de Janeiro. Esta temática se torna relevante principalmente com os mais recentes avanços acerca do esforço global sobre a mudança do clima. Em vigor desde o dia quatro de novembro de 2016, o Acordo de Paris marca uma nova fase para a comunidade internacional no enfrentamento às mudanças climáticas. Além de destacar o papel dos governos subnacionais diante da nova configuração do acordo com relação ao Protocolo de Quioto por meio das metas autodeterminadas, o Acordo destaca o papel das cidades nas principais estratégias de enfrentamento das mudanças climáticas.

Os principais riscos às mudanças climáticas identificados pelo AR5-IPCC para as cidades envolvem o agravamento de situações-problema já existentes, como a distribuição de alimentos, fornecimento de energia, abastecimento de água, remoção de resíduos e o aumento da susceptibilidade a pandemias (AR5-IPCC, 2014). O aumento da frequência de eventos extremos, como as fortes precipitações e as tempestades, assim como o aumento do nível do mar, pode representar grande perigo para grupos da população com pouca capacidade para lidar com tais problemas. O histórico de enchentes, deslizamentos e escorregamentos na cidade do Rio de Janeiro revela a necessidade de elaboração de políticas públicas de adaptação à mudança do clima o quanto antes. Neste contexto, o mapeamento da vulnerabilidade às mudanças climáticas corresponde a um importante instrumento de diagnóstico e planejamento para implementação de políticas, programas e ações que visem o enfrentamento das mudanças climáticas.

É principalmente após a divulgação do “*IPCC Third Assessment Report (TAR): Climate Change*”, em 2001, que o termo vulnerabilidade passa a ser utilizado e operacionalizado com mais frequência, embora a tradição das pesquisas de vulnerabilidade já fosse presente nos anos anteriores, principalmente no campo das ciências sociais. É a partir da evolução da disponibilidade de dados censitários e de outras fontes de dados com periodicidade e qualidade confiáveis que o debate ao redor da vulnerabilidade permite alcançar áreas de conhecimento interdisciplinares. Com efeito, ao reconhecer a necessidade de inclusão de condições de vivência mais próximas à realidade cotidiana, autores como Barbieri (2011; 2013), Cunha (2011b; 2012), Marandola Jr & Hogan (2006) e Ojima & Marandola Jr (2010), entre outros utilizados ao longo do quarto capítulo, destacam a importância da inclusão da variável de mobilidade populacional nas pesquisas e indicadores de vulnerabilidade que captam dinâmicas sociodemográficas recentes.

As conexões teóricas por trás da mobilidade e da vulnerabilidade partem da noção da mobilidade enquanto capacidade adaptativa, uma vez que os grupos populacionais incapazes de se deslocar no espaço diante da existência de um risco ambiental, seja por condições socioeconômicas, físicas, de saúde, outro fator de imobilidade, estes grupos se tornam mais vulneráveis do que àqueles os quais conseguem buscar melhores condições e oportunidades (BARBIERI, 2011; 2013). Com efeito, a abordagem utilizada para verificar as interações entre a mobilidade e a vulnerabilidade abrangem processos associados à formação da ocupação urbana brasileira, pautadas pela existência de “vazios urbanos” gerados pela especulação imobiliária (ABREU, 1997; BARBIERI, 2013; FARAH, 2003; FERNANDES; LAGÜÉNS; NETTO, 1999; MODESTO; MARQUES, 2011) quanto os fatores os quais condicionam a migração interna, tais como moradia, trabalho, lazer e dinâmicas relacionais, geram uma estrutura de incentivos e constrangimentos (CUNHA, 2011a) que influenciam as tomadas de decisões que abarcam a mobilidade intraurbana, possibilitados pelos avanços nos meios de transporte (MARANDOLA JR et al., 2014; BARBIERI, 2013).

As hipóteses levantadas na presente pesquisa ressaltam a alta mobilidade populacional verificada na cidade do Rio de Janeiro enquanto fator de influência na vulnerabilidade da população às mudanças climáticas. A possibilidade de acesso aos ativos sociais, físicos e financeiros, antes fora de alcance de grande parte da população reafirmam ou não o cenário de segregação socioespacial já conhecido em grande parte das cidades brasileiras. A segregação socioespacial, por sua vez, pode impactar o grau de vulnerabilidade da população por gerar diferentes capacidades socioeconômicas e espaciais para lidar com os impactos das mudanças climáticas (CUNHA, 2011a; MARANDOLA JR.; OJIMA, 2014). Além destes elementos, a

fragmentação espacial gerada pela alta mobilidade é ressaltada por Marandola Jr. & Ojima (2014) por gerar dois fatores de aumento do grau de vulnerabilidade: a dificuldade de diagnóstico focalizado para uma formulação adequada das políticas públicas e a dispersão de reivindicações e lutas políticas da população local, por falta de identidade com o local.

Para alcançar os objetivos propostos, os métodos empregados têm por base a pesquisa descritiva que se aproxima da pesquisa explicativa, por buscar identificar a existência de relações entre variáveis, além de buscar determinar a natureza dessa relação (CRESWELL, 2007; GIL, 2008). O método de pesquisa utilizado, por sua vez, corresponde à pesquisa quantitativa, por se tratar da análise das relações entre a mobilidade populacional e a vulnerabilidade às mudanças climáticas em áreas urbanas, com base em variáveis pré-determinadas em estudos anteriores. Na abordagem utilizada, a coleta, análise de dados, análise estatística e técnicas de geoprocessamento realizadas buscaram testar uma teoria para apoiar ou refutar as hipóteses formuladas ao longo da pesquisa (CRESWELL, 2007).

Dentre os resultados encontrados, cabe destacar que as áreas de ponderação distribuídas pela cidade possuem diferentes vulnerabilidades. Dentre as quatro (4) categorias analisadas (Vulnerabilidade Alta, Vulnerabilidade Média Alta, Vulnerabilidade Média Baixa, Vulnerabilidade Baixa), verificamos, de forma geral, a concentração de áreas de ponderação com Vulnerabilidade Média Alta ou Vulnerabilidade Alta na região mais a oeste da cidade, enquanto as porções mais a leste da cidade, isto é, mais próximas ao centro, tendem a concentrar as categorias de vulnerabilidade média baixa e vulnerabilidade baixa. É possível observar a grande parte das áreas mais valorizadas da cidade entre as áreas de ponderação com baixa vulnerabilidade às mudanças climáticas, como grande parte da zona sul, algumas áreas da zona norte e próximas à Avenida Brasil, além de áreas como a Barra da Tijuca e Recreio dos Bandeirantes. Não obstante, localidades como o Estácio, Catumbi e Cidade Nova; Tijuca 1; Bangu 3; Paciência 3; Rocinha 1; Rocinha 2; e Complexo do Alemão 1 são localidades de Vulnerabilidade Alta ou Média Alta localizadas na região central da cidade ou na zona sul. Parte destas localidades abrangem habitações ou favelas localizadas em áreas de risco.

Ao incluímos a variável de mobilidade populacional, representada pelo tempo de deslocamento casa-trabalho, é possível destacar alguns pontos. Verifica-se que a região mais a leste da cidade, de forma generalizada, piorou seu grau de vulnerabilidade, tendo algumas áreas de ponderação, inclusive, alterado de categoria. Além disso, se antes de inserir a variável de deslocamento havia uma zona mista, isto é, áreas específicas pertencentes a um grau de vulnerabilidade não característico de sua região (com base nos dados observados no

mapa), com a inclusão do deslocamento esses casos ficam mais raros. É possível observar áreas bem separadas com relação ao nível de vulnerabilidade, agravando os cenários já indicados pelo IVMC.

Por outro lado, em algumas áreas das zonas norte e oeste, a vulnerabilidade se tornou maior na inclusão da variável de deslocamento, a saber: Todos os Santos Anil e Gardênia Azul; Freguesia Jacarepaguá 1; Pechincha; Vila Valqueire; Recreio dos Bandeirantes 2; Recreio dos Bandeirantes. Por outro lado, outras áreas de ponderação diminuíram sua vulnerabilidade, como Riachuelo, Sampaio, Rocha, Jacaré e São Francisco Xavier.

Com a inclusão da variável de deslocamento, podemos ressaltar dois pontos de atenção com relação à vulnerabilidade da população na cidade do Rio de Janeiro. Primeiramente, verifica-se que dentre as 30 áreas de ponderação mais populosas da cidade, segundo as informações de residentes por área, correspondendo a aproximadamente 21% da população total da cidade, 21 aumentaram seu grau de vulnerabilidade às mudanças climáticas. Isto significa que grande parte da população está entre as localidades mais vulneráveis, e os respectivos graus de vulnerabilidade pioram ao adicionarmos a análise de mobilidade populacional.

Em segundo lugar, parte das áreas de ponderação que abrangem as favelas se tornam menos vulneráveis ao considerarmos sua capacidade de se deslocar, como é o caso da Rocinha, Jacarezinho, Complexo do Alemão e Maré. Este resultado aponta para as questões que envolvem a tomada de decisão da população entre morar em locais que representam áreas de risco ou morar em áreas por vezes muito distantes de suas atividades cotidianas, pelas quais o tempo excessivo de deslocamento pode representar uma nova vulnerabilidade pelos acidentes de trânsito, condições de transporte, poluição atmosférica nos engarrafamentos, alterações nos laços familiares, entre outros pontos a ser identificados em trabalhos futuros.

Ao desmembrar o IVMC pelas dimensões de análise (Socioeconômica, Ambiental e de Infraestrutura), foi possível verificar as principais vulnerabilidades das áreas de ponderação espacializadas pela cidade do Rio de Janeiro. Nesse sentido, a dimensão socioeconômica verifica-se uma concentração de alta vulnerabilidade em algumas regiões do extremo oeste da cidade. Também são verificadas, de forma mais espalhada, algumas áreas de Realengo, Padre Miguel e Bangu. Da zona norte da cidade são verificadas localidades como Vigário Geral, Cordovil, Parte de Irajá, Marechal Hermes, Anchieta, Ricardo de Albuquerque, Pavuna, Acari e Parque Colúmbia, Complexo do Alemão, Maré, entre outros, principalmente na região próxima à Avenida Brasil. Na zona norte são verificadas, ainda, muitas áreas na categoria de vulnerabilidade média alta. As Vulnerabilidades Baixa e Média Baixa se concentram na

região do centro e zona sul da cidade. Algumas regiões da zona norte também estão na faixa de baixa vulnerabilidade, como os arredores da Grande Tijuca, formada por Vila Isabel, Maracanã, Grajaú; e áreas como o Méier, Lins de Vasconcelos, Cachambi e Engenho Novo.

Com relação à dimensão de infraestrutura, verificou-se dentre as regiões mais críticas em termos de vulnerabilidade grande concentração também nas áreas mais a oeste da cidade, entretanto, com algumas áreas mais à porção sul da cidade, próxima ao litoral. Além disso, observa-se uma pequena concentração de áreas de ponderação na zona oeste, mais ao norte do município, com vulnerabilidades baixa e média baixa. Estas localidades correspondem a alguns dos conjuntos habitacionais criados pelo governo municipal, como a Vila Kennedy.

A dimensão ambiental apresenta resultados um pouco diferentes com relação às outras duas dimensões. Regiões como Laranjeiras e Cosme Velho, Botafogo, Leme, algumas áreas de Copacabana e Leblon, Lagoa, Vidigal e São Conrado, entre outros, apresentam alta vulnerabilidade ambiental. O número de habitações em áreas de risco ambiental pode explicar este resultado. Outras regiões como o Rio Comprido, Tijuca, Engenho Novo, Lins de Vasconcelos, Estácio, Catumbi, Cidade Nova e Santa Teresa também são altamente vulneráveis do ponto de vista ambiental. Paralelamente, grande parte da zona oeste apresenta vulnerabilidade baixa ou média, ao contrário do que vem apresentando nas outras duas dimensões. Estes resultados podem reforçar a construção do espaço urbano da cidade enquanto uma relevante componente na construção das vulnerabilidades às mudanças climáticas. Nesse sentido, as remoções de habitações próximas ao centro, levando a população a ocupar locais cada vez mais afastados de seus postos de trabalho, assim como a carência de serviços de transporte, podem criar novas e importantes vulnerabilidades na possível ocorrência de eventos extremos.

Conforme já discutido, a distribuição das vulnerabilidades da população nos diversos espaços e grupos populacionais não obedece, por vezes, a distribuição dos riscos ambientais por grupos populacionais que não contribuem na mesma proporção para o dano ambiental em questão (ACSELRAD, 2010; CARTIER *et al.*, 2009). A problemática da mudança do clima representa um fenômeno global, segundo o qual diversos países contribuem com seu agravamento. Por outro lado, determinados grupos populacionais serão mais afetados com seus respectivos impactos. Com relação à distribuição dos riscos (BECK, 2010), as desigualdades entre as camadas sociais impactam a distribuição entre as formas da população em lidar com determinado risco, contorná-lo ou compensá-lo. Dentre as dimensões analisadas para a construção do IVMC, a ambiental apresenta resultados mais diversos nos graus de vulnerabilidade com relação às outras dimensões. É, também, a única dimensão relativa aos

componentes naturais do espaço, na medida em que deriva de dados de declividade, margens de cursos d'água e manguezais. Embora exista consenso na literatura de que a parcela mais pobre da população se encontra mais exposta aos desastres gerados pelas mudanças climáticas (COEP, 2011; OJIMA, 2012; ACSELRAD, 2010; CARTIER *et al.*, 2009; BECK, 2010), os resultados apresentados mostram a relevância de se considerar tanto aspectos socioeconômicos, como demográficos, de infraestrutura, mobilidade populacional, ambientais, entre outros aspectos.

A incerteza que deriva dos riscos relacionados às mudanças climáticas, os quais podem se traduzir em perigos que refletem pensamentos e atuação de longo prazo e de alta dificuldade de identificação tornam a precaução um dos princípios essenciais a ser observado na elaboração de políticas públicas de adaptação. Diante deste quadro, reduzir as vulnerabilidades, isto é, aumentar a capacidade da população em lidar com perigos iminentes, se torna essencial para garantir um meio ambiente ecologicamente seguro para as futuras gerações (EISER *et al.*, 2012; MARANDOLA JR.; HOGAN, 2006; BECK, 2011; GIDDENS, 2009).

Os resultados encontrados apontam para dois principais pontos de convergência entre políticas urbanas e medidas adaptativas no caso da cidade do Rio de Janeiro: a necessidade de diversificação dos meios de transporte, atualmente pautados principalmente no transporte rodoviário; e o desenvolvimento de funções urbanas se torna essencial para uma ocupação racional do espaço urbano. Projetos de habitação, comércio, serviços e indústrias, assim como educação, saúde, segurança, tem o papel de estabelecer novos centros que comportem a população urbana (FIRJAN, 2015). O desenvolvimento local está associado a possibilidade de combinações de melhorias econômicas, sociais, urbanísticas e ambientais, funcionando de forma interligada, e atendendo à necessidade dos habitantes (GROSTEIN, 2001).

Nos anos mais recentes, a Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro e o governo do Estado do Rio de Janeiro inauguraram linhas de transporte público alternativas ao transporte rodoviário, como é o caso do *Bus Rapid Transit* (BRT), do Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) e da Linha 4 do MetrôRio. É possível verificar a diversidade de transporte público em zonas próximas ao centro da cidade, principalmente pelo mercado de trabalho que existe nessa região, mas também nas zonas norte e sul. Pela indisponibilidade de dados mais recentes, esta pesquisa utiliza dados principalmente do ano de 2010, de forma que as novas formas de locomoção do meio intraurbano da cidade do Rio de Janeiro não puderam ser captadas em termos de tempo de deslocamento. Foi possível, por outro lado, analisar a demanda por estes meios de transporte mais recentes e a localização das linhas no espaço da cidade.

O uso de indicadores e índices para verificar determinadas condições da realidade abrangem uma série de limitações. Em primeiro lugar, a seleção dos indicadores pode influenciar no resultado da pesquisa. Por mais que a seleção dos indicadores tenha seguido metodologias utilizadas em estudos anteriores, a disponibilidade dos dados para o recorte espacial adotado na presente pesquisa acaba por limitar análises mais completas, a depender das bases de dados disponíveis. Este é o caso principalmente da variável de deslocamento, na medida em que faltam bases de dados confiáveis e periódicas em nível intraurbano para análises como a realizada nesta pesquisa. As variáveis utilizadas correspondem a uma aproximação da realidade, por meio de *proxys* que representam as dimensões ambiental, de infraestrutura, socioeconômica e de deslocamento. Os resultados aqui encontrados devem ser analisados com cautela, de forma que o desenvolvimento de outros estudos de vulnerabilidade e mobilidade com outras metodologias se tornam importantes para o avanço científico desta temática. Ademais, a expansão da amostra para as áreas de ponderação pelo IBGE corresponde a projeções que podem levar a informações imprecisas na representação da realidade por meio de estimativas.

Finalmente, ao longo desta pesquisa destacamos a importância da Região Metropolitana do Rio de Janeiro enquanto uma das principais metrópoles brasileiras. Não investigar a RMRJ, a qual possui importantes dinâmicas com relação à cidade do Rio de Janeiro e também pode apresentar grandes diferenças de vulnerabilidades, também é uma das limitações deste trabalho. Investigações sobre como as dinâmicas existentes entre o município do Rio de Janeiro e os demais municípios da Região Metropolitana do Rio de Janeiro se relacionam se torna relevante para o desenvolvimento de novos diagnósticos que podem resultar na melhor integração das políticas urbanas e das medidas adaptativas nesta região, podendo ser apontadas em trabalhos e desdobramentos futuros.

7. Referências Bibliográficas

ABREU, Maurício de A. *Evolução Urbana do Rio de Janeiro*. 4ª ed. IPLANRIO/Zahar, 1997.

ACSELRAD, Henri. Ambientalização das lutas sociais - o caso do movimento por justiça ambiental. *Estudos Avançados*, v. 24, n. 68, p. 103–119, 2010.

ACSELRAD, Henri. Vulnerabilidade social, conflitos ambientais e regulação urbana. *O Social em Questão*, v. 33, n. 18, p. 57–68, 2015. Disponível em: <http://osocialemquestao.ser.puc-rio.br/media/OSQ_33_1_Acserald.pdf>.

ADGER, W. Neil *et al.* *New indicators of vulnerability and adaptive capacity. TYNDALL PROJECT IT1.11: JULY 2001 TO JUNE 2003*. Norwich: [s.n.], 2004. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.112.2300&rep=rep1&type=pdf>>.

ADGER, W. Neil. Vulnerability. *Global Environmental Change*, v. 16, n. 3, p. 268–281, 2006.

ALBERGARIA, Danilo. Motivações e consequências sociais das reformas urbanas no Rio. *ComCiência*, n. 118, 2010.

ALBUQUERQUE, Laura. *Análise Crítica das Políticas Públicas em Mudanças Climáticas e dos Compromissos Nacionais de Redução de Emissão de Gases de Efeito Estufa no Brasil*. 2012. 97 f. Programa de Planejamento Energético - COPPE/UFRJ. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.

ALMEIDA, Lutiane Queiroz D E. *Riscos ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras: conceitos, metodologias e aplicações*. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012.

ALMEIDA, Lutiane Queiroz De. *Vulnerabilidades Socioambientais de Rios Urbanos*. 2010. 278 f. Universidade Federal Paulista - UNESP, 2010.

ALVES, Humberto Prates da Fonseca. Análise da vulnerabilidade socioambiental em Cubatão-SP por meio da integração de dados sociodemográficos e ambientais em escala intraurbana. *Revista Brasileira de Estudos de População*, v. 30, n. 2, p. 349–366, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-30982013000200002>.

ALVES, Humberto Prates da Fonseca. Vulnerabilidade socioambiental nos municípios do litoral paulista no contexto das mudanças climáticas. 2010, Caxambu - MG: [s.n.], 2010. p. 1–20.

ANAND, Priyanka; SEETHARAM, Kallidaikurichi. Climate Change and Living Cities: Global Problems with Local Solutions. In: YUEN, BELINDA; KUMSSA, ASFAW (Org.). *Climate Change and Sustainable Urban Development in Africa and Asia*. Springer, 2011. p. 21–36. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/978-90-481-9867-2>>.

AR5-IPCC. Summary for Policymakers. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability - Contributions of the Working Group II to the Fifth Assessment Report (AR5)*, p. 1–32, 2014.

AUGUSTO, Allan Rodrigues. *Aplicação de análise fatorial no estudo de vulnerabilidade socioespacial na cidade de Porto Velho - RO*. 2017. 115 f. Universidade Federal de Rondônia - UNIR, 2017.

AZEVEDO, André Nunes. A reforma Pereira Passos: uma tentativa de integração conservadora. *Tempos Históricos*, v. 19, p. 151–183, 2015. Disponível em: <http://www.forumrio.uerj.br/documentos/revista_10/10-AndreAzevedo.pdf>.

BARBIERI, Alisson Flávio. Mudanças climáticas, mobilidade populacional e cenários de vulnerabilidade para o Brasil. *Revista Interdisciplinar de Mobilidade Humana*, v. 19, n. 36, p. 95–112, 2011.

BARBIERI, Alisson Flávio. Transições Populacionais E Vulnerabilidade Às Mudanças Climáticas No Brasil. *Redes*, v. 18, n. 2, p. 193–213, 2013.

BARBIERI, Alisson Flávio; VIANA, Raquel de Mattos. Respostas urbanas às mudanças climáticas: construção de políticas públicas e capacidades de planejamento. In: OJIMA, RICARDO; MARANDOLA JR., EDUARDO JOSÉ (Org.). *Mudanças climáticas e as cidades: novos e antigos debates na busca da sustentabilidade urbana e social*. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2013. p. 57–74.

BECK, Ulrich. *Sociedade de Risco: rumo a uma outra modernidade*. 2ª Edição ed. São Paulo: Editora 34, 2011.

BICHARA, Jahyr-Philippe; LIMA, Rachel Araújo. Uma análise da política nacional sobre mudança do clima de 2009. *Cadernos de Direito*, v. 12, n. 23, p. 165–192, 2012.

BIGIO, Anthony G. Cities and Climate Change. In: KREIMER, A; ARNOLD, M; CARLIN, A (Org.). *Building Safer Cities: The Future of Disaster Risk*. Washington DC: [s.n.], 2003. p. 324. Disponível em: <<http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=GZG5x6SbeSAC&oi=fnd&pg=PR7&dq=Building+safer+cities:+the+future+of+disaster+risk&ots=acfrAjrb8V&sig=vlc0JZ-fvJVvyaMcM46j27oX2H0%5Cnhttp://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=GZ>>.

BRAGA, Tania; OLIVEIRA, Elzira; GIVISIEZ, Gustavo. Avaliação de metodologias de mensuração de risco e vulnerabilidade social a desastres naturais associados à mudança climática. *São Paulo em Perspectiva*, v. 20, n. 1, p. 81–95, 2006.

BRASIL. *Contribuição Nacionalmente Determinada para Consecução do Objetivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*. UNFCCC. [S.l: s.n.]. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80108/BRASIL_inDC_portugues_FINAL.pdf>. , 2015

BRASIL. *Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento*. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf>>. Acesso em: 29 dez. 2017.

BRASIL. *Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências*. . Brasília/DF: Diário Oficial da União. , 2001

BRASIL. *Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui A Política Nacional de Proteção e*

Defesa Civil - PNPDEC; Dispõe sobre o sistema nacional de proteção e defesa civil - SINPDEC e o conselho nacional de proteção e defesa civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nos 12.340, de 1o de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Brasília/DF: Diário Oficial da União. , 2012

BRASIL. *Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima - Volume II.* Brasília/DF: Ministério do Meio Ambiente, 2016. v. II. Disponível em: <http://hotsite.mma.gov.br/consultapublicapna/wp-content/uploads/sites/15/2015/08/PNA_Volume-2-07.10.15_Consulta-Pública_texto-final.pdf>.

BRASIL. *Plano Nacional sobre Mudança do Clima - PNUMC.* . Brasília/DF: Decreto nº 6.263, de 21 de novembro de 2007. , 2008

BUENO, Laura Machado de Mello. A adaptação da cidade às mudanças climáticas: uma agenda de pesquisa e uma agenda política. In: OJIMA, RICARDO; MARANDOLA JR., EDUARDO JOSÉ (Org.). . *Mudanças climáticas e as cidades: novos e antigos debates na busca da sustentabilidade urbana e social.* São Paulo: Blucher, 2013. p. 23–56.

CARTIER, Ruy *et al.* Vulnerabilidade social e risco ambiental: uma abordagem metodológica para avaliação de injustiça ambiental. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 25, n. 12, p. 2695–2704, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2009001200016&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>.

CASTRO, Biancca Scarpeline De; YOUNG, Carlos Eduardo F. Dilemas de coordenação de políticas ambientais no Brasil. p. 1–30, 2015.

COEP. *Mudanças climáticas, vulnerabilidades e adaptação.* Rio de Janeiro: COEP - Rede Nacional de Mobilização Social, 2011.

CONFALONIERI, Ulisses E. C. Mudança climática global e saúde humana no Brasil. *Parceiras Estratégicas*, n. 27, p. 323–349, 2008. Disponível em: <http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/333>.

CONFALONIERI, Ulisses E. C.; MARINHO, Diana P.; BARATA, Martha M. L. Vulnerabilidades em Matéria de Saúde Pública na Região Metropolitana do Rio de Janeiro na Perspectiva das Mudanças Climáticas. *Megacidades, Vulnerabilidades e Mudanças Climáticas: Região Metropolitana do Rio de Janeiro.* Rio de Janeiro: CST/INPE e NEPO/UNICAMP, 2011. p. 200–225.

COSTA, Renato Gama-Rosa; SILVA, Claudia G. Thaumaturgo Da; COHEN, Simone Cynamon. A origem do caos - a crise de mobilidade no Rio de Janeiro e a ameaça à saúde urbana. *Cadernos MetrÓpole*, v. 15, n. 30, p. 411–431, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2236-99962013000200411&lng=pt&tlng=pt>.

CRESWELL, John W. *Projeto de Pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto.* 2ª ed. Porto Alegre: ARTMED Editora S.A., 2007.

CUNHA, José Marcos Pinto Da. Mobilidade espacial, vulnerabilidade e segregação socioespacial: reflexões a partir do estudo da RM de Campinas, 2007. In: CUNHA, JOSÉ MARCOS PINTO DA (Org.). . *Mobilidade espacial da população: Desafios teóricos e*

metodológicos para seu estudo. Campinas: NEPO/UNICAMP, 2011a. p. 117–139.

CUNHA, José Marcos Pinto Da. *Mobilidade espacial da população: Desafios teóricos e metodológicos para seu estudo*. Campinas: NEPO/UNICAMP, 2011b.

CUNHA, José Marcos Pinto Da. Retratos da mobilidade espacial no Brasil: os censos demográficos como fonte de dados. *Revista Interdisciplinar da Mobilidade Humana*, v. 39, n. XX, p. 29–50, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/remhu/v20n39/v20n39a03.pdf>>.

CUTTER, Susan L. A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, n. 93, p. 59–69, 2011. Disponível em: <<http://rccs.revues.org/165>>.

CUTTER, Susan L. Vulnerability to environmental hazards. *Hazards, Vulnerability and Environmental Justice*, p. 71–82, 1996.

D'AVIGNON, Alexandre Louis de Almeida *et al.* *Relatório inicial (R1) do Estudo dos impactos e do legado dos Jogos Rio 2016*. . Rio de Janeiro: [s.n.], 2014.

D'AVIGNON, Alexander *et al.* Emission inventory: An urban public policy instrument and benchmark. *Energy Policy*, v. 38, n. 9, p. 4838–4847, 2010.

DE SHERBININ, Alex; SCHILLER, Andrew; PULSIPHER, Alex. The vulnerability of global cities to climate hazards. *Environment and Urbanization*, v. 19, n. 1, p. 39–64, 2007.

DERECZYNSKI, Claudinei *et al.* *Clima e Mudanças Climáticas na Cidade do Rio de Janeiro. Megacidades, Vulnerabilidades e Mudanças Climáticas: Região Metropolitana do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: CST/INPE e NEPO/UNICAMP, 2011. .

DESCHAMPS, Marley. Estudo sobre a vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba. *Cadernos Metropole*, v. 19, p. 191–219, 2008.

DESCHAMPS, Marley Vanice *et al.* Vulnerabilidade socioambiental das regiões metropolitanas brasileiras. *Observatório das Metrópoles*, p. 184, 2009. Disponível em: <http://web.observatoriodasmetrolopes.net/new/images/abook_file/relatorio004_2009.pdf>.

EGLER, Claudio A.G.; GUSMÃO, Paulo P. Tendências de uso e ocupação do território e a gestão metropolitana face às mudanças climáticas. *Megacidades, Vulnerabilidades e Mudanças Climáticas: Região Metropolitana do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: CST/INPE e NEPO/UNICAMP, 2011. p. 16–40.

EISER, Richard J. *et al.* Risk interpretation and action: A conceptual framework for responses to natural hazards. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 1, n. 1, p. 5–16, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijdr.2012.05.002>>.

EPE. *Balanço Energético Nacional Relatório Síntese | ano base 2016 |*. . Rio de Janeiro: [s.n.], 2017.

FARAH, Flavio. *Habitação e encostas*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 2003.

FERNANDES, Manoel do Couto; LAGÜÉNS, João Vicente Marques; NETTO, Ana Luiza Coelho. O Processo de Ocupação por Favelas e sua Relação com os Eventos de

Deslizamentos no Maciço daTijuca/RJ. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, v. 22, p. 45–59, 1999. Disponível em: <<http://ppegeo.igc.usp.br/pdf/anigeo/v22/v22a03.pdf>>.

FIGUEIREDO FILHO, Dalson Brito; SILVA JÚNIOR, José Alexandre Da. Visão além do alcance: uma introdução à análise fatorial. *Opinião Pública*, v. 16, n. 1, p. 160–185, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-62762010000100007&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>.

FIRJAN. O Custo Dos Deslocamentos Nas Principais Áreas Urbanas Do Brasil. *Firjan*, p. 1–6, 2015.

FONTES, Adriana *et al.* Mobilidade Urbana e Mercado de Trabalho na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. *Estudo Estratégico*, n. 6, p. 1–36, 2013.

FUNDAÇÃO COPPETEC. *Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro: RT-03 - Vulnerabilidade a Eventos Críticos*. . Rio de Janeiro: [s.n.], 2014.

GARCIAS, Carlos Mello; PINHEIRO, Eduardo Gomes. A proteção civil e as mudanças climáticas: a necessidade da incorporação do risco de desastres ao planejamento das cidades. In: OJIMA, RICARDO; MARANDOLA JR., EDUARDO JOSÉ (Org.). . *Mudanças climáticas e as cidades: novos e antigos debates na busca da sustentabilidade urbana e social*. São Paulo: Blucher, 2013. p. 215–249.

GIDDENS, Anthony. *The Politics of Climate Change*. United Kingdom: Polity Press, 2009.

GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6ª ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2008. v. 264.

GROSTEIN, Marta Dora. Metrópole e expansão urbana: a persistência de processos “insustentáveis”. *São Paulo em perspectiva*, v. 15, n. 1, p. 13–19, 2001.

GUIMARÃES, Raphael Mendonça *et al.* Construção e validação de um índice de vulnerabilidade socioambiental para a vigilância e gestão de desastres naturais no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 19, n. 10, p. 4157–4165, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232014001004157&lng=pt&tlng=pt>.

HOGAN, Daniel Joseph *et al.* *Migração e Ambiente nas Aglomerações Urbanas*. Campinas: NEPO/UNICAMP, 2001.

HOGAN, Daniel Joseph. Mobilidade populacional, sustentabilidade ambiental e vulnerabilidade social. *Revista Brasileira de Estudos de População*, v. 22, n. 2, p. 323–338, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-30982005000200009&lang=pt>.

ICLEI; FBPN. *Adaptação baseada em ecossistemas: Oportunidades para políticas públicas em mudanças climáticas*. . Curitiba: [s.n.], 2015.

IPCC. *Climate Change 2001: Impacts, Adaption, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. . [S.l: s.n.], 2001.

IPCC. *Impactos , Adaptação e Vulnerabilidade: Sumário para os tomadores de decisão do quinto relatório de avaliação do IPCC (2014) traduzida pela Iniciativa Verde*. . São Paulo:

[s.n.], 2014a.

IPCC. Urban areas. *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*. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014b. p. 535–612.

IWAMA, Yu *et al.* Risco, vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas: uma abordagem interdisciplinar. *Ambiente & Sociedade*, v. 19, n. 2, p. 95–118, 2016.

KLUG, Letícia; MARENGO, José A.; LUEDEMANN, Gustavo. Mudanças climáticas e os desafios brasileiros para implementação da nova agenda urbana. In: COSTA, MARCO AURÉLIO (Org.). *O Estatuto da Cidade e o Habitat III: um balanço de quinze anos da política urbana no Brasil e a Nova Agenda Urbana*. Brasília: IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2016. p. 303–322. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/160920_estatuto_cidade_cap12.pdf>.

MACHADO, Danielle Carusi; PERO, Valeria; MIHESSEN, Vitor. Mobilidade urbana e mercado de trabalho na região metropolitana do Rio de Janeiro. *Revista da ABET*, v. 14, n. 2, p. 310–327, 2015. Disponível em: <<http://www.ies.ufpb.br/ojs2/index.php/abet/article/viewFile/27958/15025>>.

MAIOR, Mônica Maria Souto; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. Avaliação das metodologias brasileiras de vulnerabilidade socioambiental como decorrência da problemática urbana no Brasil. *Cadernos Metrópole*, v. 16, n. 31, p. 241–264, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cm/v16n31/2236-9996-cm-16-31-0241.pdf>>.

MARANDOLA JR., Eduardo José. *Habitar em Risco: Mobilidade e vulnerabilidade na experiência metropolitana*. 2008. 276 f. UNICAMP, 2008.

MARANDOLA JR., Eduardo José *et al.* Mobilidade e vulnerabilidade do lugar no Litoral Norte de São Paulo. *Revista Espinhaço*, v. 3, n. 1, p. 110–126, 2014.

MARANDOLA JR, Eduardo; HOGAN, Daniel Joseph. Vulnerabilidade do lugar e riscos na região metropolitana de Campinas. *Textos NEPO*, v. 62, p. 173, 2011.

MARANDOLA JR, Eduardo J.; HOGAN, Daniel J. As dimensões da vulnerabilidade. *São Paulo em Perspectiva*, v. 20, n. 1, p. 33–43, 2006. Disponível em: <http://201.55.54.204/produtos/spp/v20n01/v20n01_03.pdf%5Cnpapers2://publication/uuid/68CDF325-B71B-4785-849D-554C9D590066>.

MARANDOLA JR, Eduardo; OJIMA, Ricardo. Pendularidade e vulnerabilidade na Região Metropolitana de Campinas: repercussões na estrutura e no habitar urbano. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 16, n. 2, p. 185–204, 2014.

MARTINS, Rafael D’Almeida; FERREIRA, Leila da Costa. Oportunidades e barreiras para políticas locais e subnacionais de enfrentamento das mudanças climáticas em áreas urbanas: evidências de diferentes contextos. *Ambiente & sociedade*, v. 13, n. 2, p. 223–242, 2010. Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-79957760581&partnerID=tZOtx3y1>>.

MARTINS, Rafael D’Almeida; FERREIRA, Leila da Costa. Vulnerabilidade, Adaptação e

Risco no Contexto das Mudanças Climáticas. *Mercator - Revista de Geografia da UFC*, v. 11, n. 26, p. 237–251, 2012.

MATELA, Igor Pouchain. A gestão dos transportes: a renovação do pacto rodoviário. *Rio de Janeiro: Transformações na ordem urbana*. Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrópoles, 2015. p. 580.

MENDONÇA, Maria Luiza Furtado De; SILVA, Luiz Roberto Arueira Da. *Áreas da Cidade Passíveis de Alagamento pela Elevação do Nível do Mar*. Coleção Estudos Cariocas. Rio de Janeiro: [s.n.], 2008. Disponível em: <www.armazemdedados.rio.rj.gov.br.%5CnSeu>.

MMA. *Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima 1º Relatório de Monitoramento e Avaliação*. . [S.l: s.n.], 2017.

MODESTO, Francine; MARQUES, César. Mobilidade Populacional e Mudança Climática: Cenários para o Brasil. *Informe Gepec*, v. 15, n. Número especial, p. 9–25, 2011.

MOSER, Caroline O.N. The asset vulnerability framework: Reassessing urban poverty reduction strategies. *World Development*, v. 26, n. 1, p. 1–19, 1998. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0305750X97100158>>.

MOTTA, Dm Da; AJARA, C. Configuração da Rede Urbana do Brasil. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, p. 7–25, 2001. Disponível em: <<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Configura%20o+da+Rede+Urbana+do+Brasil#0%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Configura%20o+da+rede+urbana+do+Brasil%230>>.

O'BRIEN, Karen *et al.* Mapping vulnerability to multiple stressors: Climate change and globalization in India. *Global Environmental Change*, v. 14, n. 4, p. 303–313, 2004.

OBERMAIER, Martin; ROSA, Luiz Pinguelli. Mudança climática e adaptação no Brasil: uma análise crítica. *Estudos Avançados*, v. 27, n. 78, p. 155–176, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142013000200011&lng=pt&tlng=pt>.

OECD. Cities and climate change: national governments enabling local action. *Change*, p. 276, 2014. Disponível em: <<https://www.oecd.org/env/cc/Cities-and-climate-change-2014-Policy-Perspectives-Final-web.pdf%5Cn>>.

OJIMA, Ricardo. A vulnerabilidade socioambiental como conceito interdisciplinar: avanços e potencialidades para pensar mudanças ambientais. *Revista Cronos*, v. 13, n. 1, p. 110–120, 2012.

OJIMA, Ricardo; HOGAN, Daniel Joseph. População, urbanização e ambiente no cenário das mudanças ambientais globais: debates e desafios para a demografia brasileira. *Anais do XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP. Caxambú-MG. 29 de setembro a 02 de outubro de 2008*, p. 1–12, 2008.

OJIMA, Ricardo; MARANDOLA JR., Eduardo José. Indicadores e políticas públicas de adaptação às mudanças climáticas: vulnerabilidade, população e urbanização. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, n. 18, p. 16–24, 2010.

OJIMA, Ricardo; MARANDOLA JR., Eduardo José. Introdução. In: OJIMA, RICARDO; MARANDOLA JR., EDUARDO JOSÉ (Org.). *Mudanças climáticas e as cidades: novos e*

antigos debates na busca da sustentabilidade urbana e social. São Paulo: Blucher, 2013. p. 17–21.

OLIVEN, Ruben George. *Urbanização e mudança social no Brasil*. Rio de Janeiro: Centro Edelstein, 2010.

PBMC. *Impactos, Vulnerabilidades e Adaptação: Primeiro relatório de avaliação nacional - Volume 2*. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2014.

PBMC. *Mitigação das mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 3 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas*. . [S.l: s.n.], [S.d.].

PBMC. *Mudanças Climáticas e Cidades*. . Rio de Janeiro: [s.n.], 2016.

PRADO, André Luiz. Impacto, risco ou vulnerabilidade: uma discussão sobre instrumentos de análise urbano-ambiental. *Cadernos de Arquitetura e Urbanismo*, v. 17, n. 27, p. 79–101, 2013.

RBJA. *Manifesto de Lançamento da Rede Brasileira de Justiça Ambiental*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/8077-manifesto-de-lancamento-da-rede-brasileira-de-justica-ambiental>>. Acesso em: 1 out. 2017.

REZENDE, Patrícia Soares. *Metodologia para Avaliação da Vulnerabilidade Socioambiental: estudo da cidade de Paracatu (MG)*. 2016. 1-194 f. Universidade Federal de Uberlândia, 2016.

RIBEIRO, Wagner Costa. Impactos das mudanças climáticas em cidades no Brasil. *Revista. Parcerias Estratégicas*, v. 27, p. 298–322, 2008.

RODRIGUES, Juciano Martins. Condições de mobilidade urbana e organização social do território. *Rio de Janeiro: Transformações na ordem urbana*. Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrôpoles, 2015. p. 580.

SANTOS, Leonardo Soares. Os subúrbios do Rio de Janeiro no início do século XX. *Mneme – Revista De Humanidades*, v. 12, n. 30, p. 257–280, 2011.

SATTERTHWAITE, David. Cities' contribution to global warming: Notes on the allocation of greenhouse gas emissions. *Environment and Urbanization*, v. 20, n. 2, p. 539–549, 2008.

SATTERTHWAITE, David. The implications of population growth and urbanization for climate change. *Environment and Urbanization*, v. 21, n. 2, p. 545–567, 2009.

SCHÄFFER, Wigold Bertoldo *et al.* *Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação x Áreas de Risco: O que uma coisa tem a ver com a outra?* . Brasília/DF: [s.n.], 2011.

SILVA, Fábio Luiz de Moraes; PIMENTEL, Jorge; FREITAS, Antonio Carlos do Nascimento. *Inventário De Escorregamentos Do Estado Do Rio De Janeiro*. . Brasília: [s.n.], 2000. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/17229/6/rel_proj_rj_escorregamentos.pdf>.

SILVA, Robson Bonifácio Da. *Vulnerabilidades e Mobilidade Pendular na Região Metropolitana da Baixada Santista*. 2009. 112 f. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas.

Departamento de Demografia. Universidade Estadual de Campinas, 2009.

SPERANZA, Juliana; RESENDE, Flávia. Adaptação às mudanças climáticas no Brasil: subsídios para o debate e a construção de políticas públicas Mudança Climática e Adaptação. n. i, p. 1–28, 2015.

STERN, N. The Economics of Climate Change. *Stern Review*, p. 662, 2006. Disponível em: <http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/sternreview_report_compl ete.pdf>.

UNFCCC. *Aggregate effect of the intended nationally determined contributions: an update*. . [S.l: s.n.], 2016a.

UNFCCC. *Paris Agreement*. . [S.l: s.n.], 2016b. Disponível em: <http://unfccc.int/paris_agreement/items/9485.php>.

UNISDR. *2009 UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction. International Strategy for Disaster Reduction (ISDR)*. Geneva, Switzerland: [s.n.], 2009. Disponível em: <www.unisdr.org/publications>.

UNITED NATIONS. World Urbanization Prospects - 2014 Revision. *Population Division*, p. 517, 2015.

VASCONCELOS, Laura; FELIX, Giseli; FERREIRA, Flavio. Aspectos gerais sobre região e o processo de urbanização brasileira. *Espacio y Desarrollo*, v. 178, n. 19, p. 161–178, 2007.

VIANNA, Guilherme Szczerbacki Besserman; YOUNG, Carlos Eduardo F. Em Busca Do Tempo Perdido: Uma Estimativa Do Produto Perdido Em Trânsito No Brasil. *Revista de Economia Contemporânea* *Journal of Contemporary Economics*, v. 19, n. 3, p. 403–416, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/198055271933%5Cnwww.ie.ufrj.br/revista%5Cnwww.scielo.br/re c>>.

WORLD BANK. Cities and Climate Change: an urgent agenda. *Urban Development and Local Government*, v. 10, p. 279, 2010. Disponível em: <<http://books.google.es/books?id=mDTsgiMgnHwC>>.

8. Anexos

Anexo A

A Tabela 10 a seguir apresenta os resultados do Índice de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas antes e após a inserção da variável de mobilidade, por áreas de ponderação, na cidade do Rio de Janeiro. A última coluna indica o grau de vulnerabilidade das áreas de ponderação após a inserção da variável de mobilidade.

Tabela 10 - Resultados da inclusão da variável de mobilidade populacional no IVMC

Nome	Quantidade de pessoas - Universo	IVMC Inicial	IVMC com a variável de mobilidade	Diferença entre os Índices	Grau de Vulnerabilidade Final
Caju, Gamboa, Santo Cristo e Saúde	48664	0,737	0,748	-0,011	Média Baixa
Centro 1	19123	0,894	0,908	-0,014	Baixa
Centro 2	22019	0,88	0,89	-0,01	Baixa
Rio Comprido	43764	0,638	0,671	-0,033	Média Alta
Estácio, Catumbi e Cidade Nova	35211	0,403	0,54	-0,137	Alta
São Cristóvão e Vasco da Gama	41992	0,777	0,778	-0,001	Média Baixa
Benfica e Mangueira	42916	0,685	0,709	-0,024	Média Alta
Paqueta	3361	0,793	0,72	0,073	Média Baixa
Santa Teresa	40926	0,746	0,789	-0,043	Média Baixa
Flamengo 1	24080	0,915	0,926	-0,011	Baixa
Flamengo 2	25963	0,87	0,892	-0,022	Baixa
Laranjeiras e Cosme Velho	32667	0,765	0,818	-0,053	Média Baixa
Laranjeiras	20065	0,894	0,915	-0,021	Baixa
Catete e Glória	33718	0,811	0,838	-0,027	Baixa
Botafogo e Urca	21409	0,904	0,921	-0,017	Baixa
Humaitá	19947	0,889	0,86	0,029	Baixa
Botafogo 1	21316	0,883	0,905	-0,022	Baixa
Botafogo 2	22520	0,815	0,854	-0,039	Baixa
Botafogo 3	18044	0,92	0,933	-0,013	Baixa
Leme	19154	0,796	0,838	-0,042	Baixa
Copacabana 1	25351	0,854	0,891	-0,037	Baixa
Copacabana 2	18486	0,889	0,915	-0,026	Baixa
Copacabana 3	22122	0,868	0,899	-0,031	Baixa
Copacabana 4	25644	0,737	0,795	-0,058	Média Baixa
Copacabana 5	27373	0,795	0,845	-0,05	Baixa
Copacabana 6	23061	0,794	0,838	-0,044	Baixa
Ipanema	42743	0,891	0,869	0,022	Baixa
Leblon 1	23836	0,853	0,84	0,013	Baixa
Leblon 2	22208	0,741	0,761	-0,02	Média Baixa
Lagoa	21198	0,919	0,894	0,025	Baixa
Jardim Botânico e Gávea	34012	0,866	0,842	0,024	Baixa
Vidigal e São Conrado	23777	0,834	0,818	0,016	Média Baixa
Tijuca e Alto da Boa Vista	23140	0,646	0,677	-0,031	Média Alta

Nome	Quantidade de pessoas - Universo	IVMC Inicial	IVMC com a variável de mobilidade	Diferença entre os Índices	Grau de Vulnerabilidade Final
Tijuca e Praça da Bandeira	28245	0,884	0,858	0,026	Baixa
Tijuca 1	24678	0,504	0,57	-0,066	Alta
Tijuca 2	23244	0,877	0,889	-0,012	Baixa
Tijuca 3	31258	0,766	0,767	-0,001	Média Baixa
Tijuca 4	29954	0,824	0,81	0,014	Média Baixa
Tijuca 5	21291	0,887	0,858	0,029	Baixa
Maracanã	25256	0,913	0,88	0,033	Baixa
Vila Isabel 1	28623	0,597	0,666	-0,069	Média Alta
Vila Isabel 2	34748	0,901	0,894	0,007	Baixa
Vila Isabel 3	22647	0,87	0,866	0,004	Baixa
Andaraí	39365	0,81	0,8	0,01	Média Baixa
Grajaú	38671	0,818	0,775	0,043	Média Baixa
Manguinhos	36160	0,588	0,637	-0,049	Média Alta
Ramos	35188	0,827	0,816	0,011	Média Baixa
Bonsucesso	24315	0,843	0,829	0,014	Baixa
Olaria 1	31714	0,76	0,767	-0,007	Média Baixa
Olaria 2	25800	0,851	0,834	0,017	Baixa
Complexo da Penha e Caricó	36831	0,667	0,643	0,024	Média Alta
Penha	41847	0,779	0,78	-0,001	Média Baixa
Penha Circular	47816	0,722	0,669	0,053	Média Alta
Brás de Pina 1	29485	0,721	0,668	0,053	Média Alta
Brás de Pina 2	29737	0,776	0,71	0,066	Média Alta
Parada de Lucas	27034	0,729	0,666	0,063	Média Alta
Cordovil	42091	0,639	0,607	0,032	Média Alta
Vigário Geral	41820	0,683	0,631	0,052	Média Alta
Jardim América	25226	0,759	0,704	0,055	Média Alta
Del Castilho, Higienópolis e Maria da Graça	39316	0,768	0,772	-0,004	Média Baixa
Inhaúma	45698	0,663	0,703	-0,04	Média Alta
Engenho da Rainha	25776	0,714	0,678	0,036	Média Alta
Tomás Coelho	23559	0,747	0,728	0,019	Média Baixa
Riachuelo, Sampaio, Rocha, Jacaré e São Francisco Xavier	49933	0,804	0,821	-0,017	Média Baixa
Engenho Novo	42172	0,729	0,708	0,021	Média Alta
Lins de Vasconcelos	37487	0,667	0,662	0,005	Média Alta
Méier 1	24152	0,843	0,794	0,049	Média Baixa
Méier 2	25676	0,933	0,861	0,072	Baixa
Todos Os Santos	24646	0,887	0,8	0,087	Média Baixa
Cachambi	42415	0,843	0,838	0,005	Baixa
Engenho de Dentro	45540	0,777	0,744	0,033	Média Baixa
Encantado, Abolição e Água Santa	35133	0,799	0,748	0,051	Média Baixa
Piedade	43378	0,75	0,673	0,076	Média Alta
Pilares	27250	0,804	0,779	0,025	Média Baixa
Vila da Penha	25465	0,795	0,724	0,071	Média Baixa
Vicente de Carvalho e Vila Kosmos	43238	0,68	0,684	-0,004	Média Alta
Irajá e Vista Alegre	24345	0,768	0,709	0,059	Média Alta
Irajá 1	28882	0,682	0,657	0,025	Média Alta

Nome	Quantidade de pessoas - Universo	IVMC Inicial	IVMC com a variável de mobilidade	Diferença entre os Índices	Grau de Vulnerabilidade Final
Irajá 2	26675	0,823	0,763	0,06	Média Baixa
Irajá 3	25102	0,812	0,754	0,058	Média Baixa
Colégio	29245	0,767	0,72	0,047	Média Baixa
Quintino Bocaiuva	31185	0,728	0,635	0,093	Média Alta
Cascadura	29480	0,752	0,702	0,05	Média Alta
Cascadura, Cavalcanti e Engenheiro Leal	27230	0,772	0,746	0,026	Média Baixa
Madureira 1	24462	0,807	0,743	0,064	Média Baixa
Madureira 2	25644	0,681	0,639	0,042	Média Alta
Turiação e Vaz Lobo	32413	0,763	0,747	0,016	Média Baixa
Rocha Miranda	38510	0,71	0,645	0,065	Média Alta
Honório Gurgel	27667	0,643	0,595	0,048	Média Alta
Oswaldo Cruz e Campinho	44196	0,721	0,654	0,067	Média Alta
Bento Ribeiro	43707	0,741	0,668	0,073	Média Alta
Marechal Hermes	47474	0,686	0,656	0,03	Média Alta
Pitangueiras, Cacuaia, Praia da Bandeira, Cocotá, Ribeira e Zumbi	39138	0,757	0,748	0,009	Média Baixa
Freguesia e Bancários	31949	0,79	0,777	0,013	Média Baixa
Jardim Guanabara	32213	0,911	0,863	0,048	Baixa
Jardim Carioca	24848	0,812	0,789	0,023	Média Baixa
Tauá	29567	0,786	0,76	0,026	Média Baixa
Galeão	28285	0,748	0,741	0,007	Média Baixa
Portuguesa e Moneró	26574	0,81	0,788	0,022	Média Baixa
Guadalupe	47144	0,691	0,66	0,031	Média Alta
Anchieta 1	24947	0,692	0,581	0,111	Média Alta
Anchieta 2	30705	0,59	0,504	0,086	Alta
Parque Anchieta	26212	0,766	0,716	0,05	Média Baixa
Ricardo de Albuquerque	29310	0,699	0,666	0,033	Média Alta
Coelho Neto	32423	0,666	0,645	0,021	Média Alta
Acari e Parque Colúmbia	36549	0,622	0,6	0,022	Média Alta
Costa Barros e Barros Filho	42491	0,636	0,599	0,037	Média Alta
Pavuna 1	29372	0,632	0,609	0,023	Média Alta
Pavuna 2	31581	0,693	0,616	0,078	Média Alta
Pavuna 3	36397	0,682	0,612	0,07	Média Alta
Rio das Pedras 1	26098	0,677	0,656	0,021	Média Alta
Rio das Pedras 2	28370	0,734	0,699	0,035	Média Alta
Jacarepaguá 1	34048	0,634	0,596	0,038	Média Alta
Jacarepaguá 2	30443	0,656	0,613	0,043	Média Alta
Jacarepaguá 3	38367	0,569	0,547	0,022	Alta
Anil e Gardênia Azul	41887	0,826	0,768	0,058	Média Baixa
Cidade de Deus	36515	0,641	0,654	-0,013	Média Alta
Curicica	31189	0,761	0,691	0,07	Média Alta
Freguesia Jacarepaguá 1	43865	0,831	0,713	0,118	Média Baixa
Freguesia Jacarepaguá 2	26646	0,783	0,76	0,023	Média Baixa
Pechincha	34709	0,885	0,837	0,048	Baixa
Taquara 1	34816	0,761	0,691	0,07	Média Alta
Taquara 2	27886	0,763	0,693	0,07	Média Alta

Nome	Quantidade de pessoas - Universo	IVMC Inicial	IVMC com a variável de mobilidade	Diferença entre os Índices	Grau de Vulnerabilidade Final
Taquara 3	39424	0,717	0,653	0,064	Média Alta
Tanque	37856	0,702	0,615	0,087	Média Alta
Praça Seca 1	36410	0,763	0,661	0,102	Média Alta
Praça Seca 2	27737	0,781	0,675	0,106	Média Alta
Vila Valqueire	32866	0,86	0,734	0,126	Média Baixa
Itanhangá	41801	0,626	0,519	0,107	Alta
Barra da Tijuca 1	27214	0,963	0,805	0,158	Média Baixa
Barra da Tijuca 2	31002	0,885	0,784	0,101	Média Baixa
Barra da Tijuca 3	23503	0,975	0,814	0,161	Média Baixa
Barra da Tijuca 4	21904	0,869	0,733	0,136	Média Baixa
Barra da Tijuca 5	34026	0,975	0,813	0,162	Média Baixa
Vargem Pequena, Vargem Grande e Camorim	36982	0,463	0,468	-0,005	Alta
Recreio dos Bandeirantes 1	29834	0,6	0,533	0,067	Alta
Recreio dos Bandeirantes 2	27831	0,89	0,751	0,139	Média Baixa
Recreio dos Bandeirantes 3	26726	0,832	0,707	0,125	Média Alta
Jardim Sulacap, Vila Militar, Deodoro e Campo dos Afonsos	38453	0,77	0,666	0,103	Média Alta
Magalhães Bastos	24430	0,741	0,697	0,044	Média Alta
Realengo 1	27747	0,675	0,648	0,027	Média Alta
Realengo 2	34763	0,622	0,562	0,06	Alta
Realengo 3	24852	0,775	0,671	0,104	Média Alta
Realengo 4	26007	0,711	0,667	0,044	Média Alta
Realengo 5	25168	0,677	0,597	0,08	Média Alta
Realengo 6	41586	0,777	0,716	0,061	Média Baixa
Padre Miguel 1	30400	0,746	0,638	0,108	Média Alta
Padre Miguel 2	33828	0,768	0,655	0,113	Média Alta
Conjuntos Vila Kennedy, Estrada do Quafá e Estrada Sargento Miguel Filho	33473	0,759	0,63	0,129	Média Alta
Bangu 1	65847	0,769	0,655	0,114	Média Alta
Bangu 2	31950	0,727	0,624	0,103	Média Alta
Bangu 3	26943	0,464	0,427	0,037	Alta
Bangu 4	41980	0,703	0,606	0,097	Média Alta
Bangu 5	29949	0,739	0,633	0,106	Média Alta
Bangu 6	28150	0,697	0,612	0,085	Média Alta
Fazenda Coqueiro, Jacaré e Coréia	32033	0,699	0,585	0,114	Média Alta
Senador Camará 1	34689	0,701	0,591	0,11	Média Alta
Senador Camará 2	38793	0,692	0,594	0,098	Média Alta
Santíssimo	41458	0,734	0,611	0,123	Média Alta
Campo Grande 1	27928	0,614	0,521	0,093	Alta
Campo Grande 10	25910	0,734	0,626	0,108	Média Alta
Campo Grande 11	27444	0,632	0,549	0,083	Alta
Campo Grande 2	39596	0,748	0,637	0,111	Média Alta
Campo Grande 3	37301	0,81	0,683	0,127	Média Alta
Campo Grande 4	29608	0,786	0,666	0,12	Média Alta
Campo Grande 5	28324	0,699	0,618	0,081	Média Alta

Nome	Quantidade de pessoas - Universo	IVMC Inicial	IVMC com a variável de mobilidade	Diferença entre os Índices	Grau de Vulnerabilidade Final
Campo Grande 6	26112	0,693	0,595	0,098	Média Alta
Campo Grande 7	25874	0,678	0,57	0,108	Alta
Campo Grande 8	24860	0,78	0,66	0,12	Média Alta
Campo Grande 9	35413	0,63	0,606	0,024	Média Alta
Senador Vasconcelos	30600	0,676	0,582	0,094	Média Alta
Inhoaíba 1	32806	0,694	0,583	0,111	Média Alta
Inhoaíba 2	31843	0,693	0,602	0,091	Média Alta
Cosmos 1	35787	0,693	0,602	0,091	Média Alta
Cosmos 2	41220	0,728	0,628	0,1	Média Alta
Paciência 1	28173	0,607	0,537	0,07	Alta
Paciência 2	38419	0,68	0,592	0,088	Média Alta
Paciência 3	28034	0,578	0,494	0,084	Alta
Santa Cruz 1	30013	0,497	0,404	0,093	Alta
Santa Cruz 2	30335	0,566	0,456	0,11	Alta
Santa Cruz 3	36796	0,546	0,47	0,076	Alta
Santa Cruz 4	31793	0,628	0,531	0,097	Alta
Santa Cruz 5	32879	0,669	0,604	0,065	Média Alta
Santa Cruz 6	29569	0,532	0,501	0,031	Alta
Santa Cruz 7	25948	0,667	0,602	0,065	Média Alta
Sepetiba 1	29170	0,544	0,51	0,034	Alta
Sepetiba 2	27405	0,468	0,453	0,015	Alta
Guaratiba, Pedra de Guaratiba e Barra de Guaratiba	27424	0,548	0,562	-0,014	Alta
Guaratiba 1	29146	0,538	0,403	0,135	Alta
Guaratiba 2	38585	0,62	0,465	0,155	Alta
Guaratiba 3	27959	0,444	0,509	-0,065	Alta
Rocinha 1	31407	0,504	0,583	-0,079	Média Alta
Rocinha 2	37949	0,44	0,517	-0,077	Alta
Jacarezinho	37839	0,601	0,657	-0,056	Média Alta
Complexo do Alemão 1	27683	0,542	0,578	-0,036	Alta
Complexo do Alemão 2	41460	0,614	0,656	-0,042	Média Alta
Maré 1	39260	0,661	0,692	-0,031	Média Alta
Maré 2	29082	0,744	0,754	-0,01	Média Baixa
Maré 3	29352	0,592	0,64	-0,048	Média Alta
Maré 4	32076	0,736	0,748	-0,012	Média Baixa

Fonte: Elaboração própria (2018).