

A IMPORTÂNCIA DO SETOR DE TRANSPORTE PARA O AUMENTO DE
RESILIÊNCIA DAS CIDADES FRENTE À MUDANÇA CLIMÁTICA: UMA
PROPOSTA DE PLANO DE AÇÃO PARA A CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Andrea Souza Santos

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Engenharia de Transportes,
COPPE, da Universidade Federal do Rio de
Janeiro, como parte dos requisitos necessários à
obtenção do título de Doutor em Engenharia de
Transportes.

Orientadora: Suzana Kahn Ribeiro

Rio de Janeiro
Agosto de 2014

A IMPORTÂNCIA DO SETOR DE TRANSPORTE PARA O AUMENTO DE
RESILIÊNCIA DAS CIDADES FRENTE À MUDANÇA CLIMÁTICA: UMA
PROPOSTA DE PLANO DE AÇÃO PARA A CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Andrea Souza Santos

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ
COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM
CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES.

Examinada por:

Profa. Suzana Kahn Ribeiro, D.Sc.

Prof. Marcio de Almeida D'Agosto, D.Sc.

Prof. Ronaldo Balassiano, Ph.D.

Prof. Saulo Rodrigues Pereira Filho, Ph.D.

Prof. José Antonio Marengo Orsini, Ph.D.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

AGOSTO DE 2014

Santos, Andrea Souza

A importância do Setor de Transporte para o Aumento de Resiliência das Cidades Frente à Mudança Climática: Uma proposta de Plano de Ação para a cidade do Rio de Janeiro/ Andrea Souza Santos – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2014.

XIV, 152 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadora: Suzana Kahn Ribeiro

Tese (Doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes, 2014.

Referências Bibliográficas: p. 138-152.

1. Mudanças climáticas. 2. Cidades. 3. Resiliência. 4. Transporte. I. Ribeiro, Suzana Kahn. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Transportes. III. Título.

Dedico este trabalho ao meu filho, Gabriel e aos meus pais, cujo carinho, paciência e apoio à minha formação permitiram o alcance dos meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Engenharia de Transportes da COPPE/UFRJ e seu corpo docente, por ter oferecido todo o apoio necessário para a realização deste trabalho.

Um agradecimento especial à Profa. Dra. Suzana Kahn Ribeiro, pela orientação, confiança no meu trabalho e amizade dispensada ao longo do desenvolvimento desta Tese, além da compreensão e auxílio constante, para que fosse possível conciliar minhas atividades profissionais com as tarefas acadêmicas. Suas orientações influenciaram minhas decisões profissionais e pessoais. Por isso, muito obrigada.

A minha equipe de trabalho ao longo dos últimos 4 anos desde a minha vinda para a cidade do Rio de Janeiro até o momento, pelo apoio carinho e compreensão.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da minha bolsa de doutorado.

A cada um dos professores da Banca Examinadora, Prof. Ph.D. Jose Antonio Marengo, Prof. Ph.D. Saulo Rodrigues Pereira Filho, Prof. D.Sc. Marcio de Almeida D'Agosto e Prof. Ph.D. Ronaldo Balassiano, pela dedicação de seu tempo, atenção e competência na avaliação, crítica e pelas contribuições para o aperfeiçoamento desta tese.

Aos amigos e colegas que compartilharam e incentivaram o desenvolvimento desta Tese.

À minha família, que sempre me apoiou, me deu meios e acreditou em mim.

Ao meu pequeno Gabriel pela paciência. A mamãe te ama até a lua.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

A IMPORTÂNCIA DO SETOR DE TRANSPORTE PARA O AUMENTO DA RESILIÊNCIA DAS CIDADES FRENTE À MUDANÇA CLIMÁTICA: UMA PROPOSTA DE PLANO DE AÇÃO PARA A CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Andrea Souza Santos

Agosto/2014

Orientadora: Suzana Kahn Ribeiro

Programa: Engenharia de Transportes

Esta tese aborda as vulnerabilidades e os possíveis impactos das mudanças climáticas em cidades. A questão da resiliência surge como uma oportunidade para as áreas urbanas, onde vivem mais da metade da população mundial, emergirem com a capacidade de resposta a adaptação e mitigação. Este trabalho propõe um plano de ação para a construção de resiliência do setor de transporte na cidade do Rio de Janeiro frente às mudanças climáticas, considerando que esta deverá ser impactada pela ocorrência de eventos climáticos extremos que já se fazem sentir e que deverão ser mais frequentes e intensos no futuro. Um quadro estratégico para a resiliência dos transportes é proposto e descreve o processo que visa identificar e desenvolver estratégias de planejamento para os transportes, influenciando futuras atividades, para que se tornem mais resilientes aos efeitos adversos da mudança climática e à variabilidade natural do clima. O trabalho conclui sobre a importância de se construir e implementar um plano de resiliência para o setor de transportes em cidades, e fornece a acadêmicos, planejadores urbanos e tomadores de decisão elementos para a construção de um plano de resiliência do setor de transporte na cidade do Rio de Janeiro.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

THE IMPORTANCE OF THE TRANSPORT SECTOR TO INCREASE RESILIENCE
OF CITIES IN THE FACE OF CLIMATE CHANGE: A PROPOSAL OF AN
ACTION PLAN FOR RIO DE JANEIRO CITY

Andrea Souza Santos

August/2014

Advisor: Suzana Kahn Ribeiro

Department: Transport Engineering

This thesis addresses the vulnerabilities and possible impacts of climate change in cities. The issue of resilience arises as an opportunity for urban areas, where lives more of half world's population, emerge with the ability to respond to adaptation and mitigation. This work proposes an action plan for building resilience in the transport sector in Rio de Janeiro city, considering the impacts by the occurrence of extreme weather events that are already being felt and that will be more frequent and intense in the future. A strategic framework for the resilience of transportation sector is proposed and describes the process that aims to identify and develop strategies for planning, influencing future activities to become more resilient to adverse effects of climate change and natural climate variability. The work concludes on the importance of building and implementing a resiliency plan for the transportation sector in cities. Also provides to academics, urban planners and decision makers, elements to build a resilience plan of the transport sector in Rio de Janeiro city.

Sumário

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Considerações Iniciais	1
1.2 Objetivos	5
1.3 Metodologia	5
1.4 Justificativa do Tema	6
1.5 Estruturação do Documento	6
CAPÍTULO 2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	8
2.1 Estado Atual do Conhecimento sobre Mudança Climática	8
2.2 Mudança Climática e Cidades	12
2.3 O setor de transporte e sua relação com a mudança climática	16
2.3.1 O impacto dos transportes nas cidades	16
2.3.2 Riscos, vulnerabilidades e impactos das mudanças climáticas nos transportes	19
2.3.3 Alternativas de Adaptação para transportes	29
2.4 Projeções de Clima para o Rio de Janeiro	34
2.4.1 Aumento do nível do mar	38
2.4.2 Alteração da distribuição espaço-temporal da pluviosidade.....	41
2.4.3 Aumento da temperatura média anual	42
CAPÍTULO 3. A IMPORTÂNCIA DE CIDADES RESILIENTES	44
3.1 O conceito de Resiliência	44
3.2 Resiliência em cidades	49
3.3 Experiências em resiliência	53
3.3.1 A iniciativa de Nova Iorque	56
3.3.2 O caso de Kuala Lumpur	58
CAPÍTULO 4. PLANO DE RESILIÊNCIA EM CIDADES: UMA PROPOSTA PARA O SETOR DE TRANSPORTE NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. 61	
4.1 Elementos de um Plano de Resiliência para Cidades	65
4.1.1 Governança	66
4.1.2 Informação	72
4.1.3 Recursos financeiros	76
4.2 Estado atual dos transportes na cidade do Rio de Janeiro	81
4.2.1 Infraestrutura da cidade e do ambiente construído	88
4.2.2 Políticas e ações existentes na área de transporte	92
4.3 Elementos para um plano de resiliência em transportes na cidade do Rio de Janeiro	98
4.3.1 Projeções de Clima e vulnerabilidades dos transportes	99
4.3.2 Governança	100
4.3.3 Indicadores de transporte sustentável	106
4.4 Proposta de um Plano de Resiliência do Setor de Transporte para a Cidade do Rio de Janeiro	110
5 CONCLUSÃO	131
6 BIBLIOGRAFIA	138

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Projeções regionalizadas de clima nos biomas brasileiros da Amazônia, Cerrado, Caatinga, Pantanal, Mata Atlântica (setores nordeste e sul/sudeste) e Pampa para os períodos de início (2011-2040), meados (2041-2070) e final (2071-2100) do século XXI.....	10
Figura 2.2 - Emissões de GEE diretas (por modo de transporte e excluindo as emissões indiretas de produção de combustíveis, fabricação de veículos, construção de infraestrutura, etc.).....	17
Figura 2.3 - Taxa de crescimento populacional 1991-2010 dos municípios da RMRJ.....	35
Figura 2.4 - Áreas vulneráveis à redefinição da linha de costa pela elevação do nível médio do mar.....	40
Figura 3.1 - Engenharia do SMART túnel em Kuala Lumpur.....	59
Figura 4.1 - A Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ).....	61
Figura 4.2 - Participação do subsetor de transportes nas emissões totais do setor de energia, município do Rio de Janeiro.....	84
Figura 4.3 - Percentual de emissões de GEE por subsetores do setor de uso de energia do Município do Rio de Janeiro em Gg CO ₂ e em 2012.....	85
Tabela 4.4 - Emissões totais do Município do Rio de Janeiro, em 2012, CO ₂ e (Gg)....	91
Figura 4.5 - Rede mínima de transporte projetada para 2016, Região Metropolitana do Rio de Janeiro.....	96
Figura 4.6 - Sistema Estadual de Governança Metropolitana.....	104
Figura 4.7 - Quadro estratégico para a construção do Plano de resiliência dos transportes.....	111
Figura 4.8 - Etapas para avaliação de programas e projetos quanto aos riscos da mudança climática.....	116
Figura 4.9 - Rede de Transporte para os Jogos Olímpicos de 2016.....	119
Figura 4.10 - Rede de transportes considerando implantação dos BRT's e extensões do Sistema Metroviário.....	120

Figura 4.11 - Rede hierarquizada de transporte por ônibus.....	121
Figura 4.12 – Elementos organizacionais de governança para o transporte na RMRJ.....	124
Figura 4.13 - Proposta de articulação governamental para o Plano de resiliência dos transportes.....	125
Figura 4.14 - Processo de planejamento para construção do Plano de Resiliência dos transportes.....	130

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1: Sumário das prioridades de pesquisa para Sistema de transporte.....	23
Tabela 2.2: Síntese dos estudos sobre as condições e variações climáticas que afetam o sistema de transporte.....	28
Tabela 2.3: Síntese dos estudos sobre impactos e vulnerabilidades relacionadas ao sistema de transporte.....	28
Tabela 3.1: Medidas de mitigação para redução do impacto ambiental das cidades.....	52
Tabela 4.1: Composição da taxa de mobilidade e viagens em transporte público na RMRJ (por dia).....	82
Tabela 4.2: Viagens totais realizadas na RMRJ (por dia).....	83
Tabela 4.3: Emissões Totais de GEE do Município do Rio de Janeiro, em 1996, 1998, 2005 e 2012 – Subsetor transporte.....	86
Tabela 4.4: Emissões totais do Município do Rio de Janeiro, em 2012, CO ₂ e (Gg).....	86
Tabela 4.5: Principais projeções de clima, vulnerabilidades, impactos e possíveis medidas de adaptação para os transportes.....	100
Tabela 4.6: Potenciais indicadores identificados a partir de estudos, aplicáveis ao transporte urbano de passageiros.....	108
Tabela 4.7: Ações em transporte na RMRJ.....	122
Tabela 4.8: Classificação de ações em transportes quanto aos riscos das mudanças climáticas na RMRJ.....	123
Tabela 4.9: Potenciais indicadores a serem considerados no Plano de Resiliência dos transportes.....	128

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 4.1- Proposta de conteúdo para o Plano de Resiliência do setor de transportes do Rio de Janeiro.....	112
Quadro 4.2 - Potenciais atores-chave a serem envolvidos numa estrutura de governança.....	126

LISTA DE SIGLAS

AMTU - Agência Metropolitana de Transportes Urbanos

AR5 – Fifth Assessment Report

BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento

BIRD - Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento

BRS – Bus Rapid Service

BRT – Bus Rapid Transit

CENTRAL - Companhia Estadual de Transportes e Logística

CO – Monóxido de Carbono

CO₂ – Dióxido de Carbono

COMPERJ – Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro

DOT – Department of Transportation

ERJ – Estado do Rio de Janeiro

FDM - Fundo de Desenvolvimento Metropolitano

FECAM - Fundo Estadual de Conservação Ambiental e Desenvolvimento

Urbano

FPPP - Fundo de Programas e Projetos Prioritários

FUNDREM - Fundação para o Desenvolvimento da Região Metropolitana do

Rio de Janeiro

GEE – Gases de Efeito Estufa

Gt – Gigatonelada

HC – Hidrocarboneto

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

ITS - indicadores de transporte sustentável

LOA - Lei Orçamentária Anual

MPOs – Metropolitan Planning Organizations

N₂O – Óxido Nitroso

NOx – Óxidos de Nitrogênio

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

PAC – Programa de Aceleração do Crescimento

PBMC – Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas

PDTU - Plano de Desenvolvimento dos Transportes Urbanos

PDTU - Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro

PIB – Produto Interno Bruto

PNMC - Política Nacional sobre Mudança do Clima

PNPDEC - Política Nacional de Proteção e Defesa Civil

PPA - Plano Plurianual

RMRJ – Região Metropolitana do Rio de Janeiro

RMSP – Região Metropolitana de São Paulo

SEOBRAS - Secretaria de Estado de Obras

SETRANS – Secretaria de Estado de Transportes

VLT – Veículo Leve sobre Trilho

Capítulo 1. Introdução

1.1 Considerações Iniciais

De acordo com o último relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, sigla em Inglês), o AR5, o aquecimento do sistema climático é inequívoco, e desde os anos 1950, muitas das mudanças observadas são sem precedentes ao longo de décadas a milênios. A atmosfera e o oceano estão aquecendo, as quantidades de neve e gelo têm diminuído, o nível do mar subiu, e as concentrações de gases de efeito estufa aumentaram. Ainda de acordo com o IPCC, a influência humana sobre o sistema climático é clara e evidente a partir das crescentes concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera, forçante radiativa positiva, o aquecimento observado, e compreensão do sistema climático (IPCC, 2013).

Os cenários de mudanças climáticas apontam para uma mudança de temperatura média acima de 2°C, que incluem grandes desequilíbrios em ecossistemas fundamentais para a sobrevivência da humanidade. À medida que o planeta aquece, os padrões pluviiais mudam e eventos climáticos extremos como secas, inundações, ondas de frio e de calor se tornam mais frequentes, com impactos importantes em todas as regiões do planeta (PBMC, 2013b).

As projeções regionalizadas de clima para a região sudeste do Brasil até 2040 indicam aumento relativamente baixo de temperatura entre 0,5° e 1°C com um aumento de 5% a 10% das chuvas. Em meados do século (2041-2070) mantêm-se as tendências de aumento gradual de 1,5° a 2°C na temperatura e de aumento de 15% a 20% das chuvas, sendo que essas tendências acentuam-se ainda mais no final do século (2071-2100) com padrões de clima entre 2,5° e 3°C mais quente e entre 25% a 30% mais chuvoso (PBMC, 2013a).

As atividades humanas geram impactos sobre o meio ambiente, e o sistema produtivo construído pela humanidade ao longo de sua história contribui para esses impactos. Um impacto ocorrido em escala local pode ter também consequências em escala global, como exemplo a emissão de gases de efeito estufa pelo consumo de combustível de origem fóssil, que contribui para o aquecimento global.

As cidades¹, em geral, reúnem todas as atividades humanas e contribuem com uma considerável parcela das emissões de gases de efeito estufa, que são produzidas em grandes centros urbanos, devido principalmente ao uso de energia no setor de transporte, desempenhando um papel crucial para os esforços globais de mitigação.

Ao mesmo tempo, as cidades, onde vivem mais da metade da população mundial deverão enfrentar grandes desafios impostos pela mudança climática e serão impactadas, por isso precisam se tornar mais resilientes.

As mudanças climáticas provocam estresse em ambientes urbanos com o aumento de ondas de calor, ameaçando a saúde de idosos e crianças; maior frequência e intensidade de secas e inundações, ameaçando o abastecimento de água; e para cidades costeiras, o aumento do nível do mar e o surgimento de tempestades afetam pessoas e a infraestrutura (IPCC, 2007b; ROSENZWEIG *et al.*, 2011).

A interação do setor de transportes com as mudanças climáticas geram impactos que podem ser agrupados em duas categorias: aqueles originários pelo setor como emissões de gases de efeito estufa e poluentes, que tem efeitos negativos sobre as mudanças climáticas, intensificando o aquecimento global com a ampliação do efeito estufa natural; e os efeitos adversos das mudanças climáticas, sobre o setor de transporte, como exemplo, a ocorrência de eventos extremos enchentes e inundações, deslizamento de encostas, impactando assim na mobilidade urbana.

A qualidade de vida e a saúde da população urbana mundial estão sujeitas a riscos graves, em razão de uma série de problemas que afetam seu cotidiano, principalmente nas megacidades². No setor de transportes encontra-se a origem de muitos destes problemas, os impactos ambientais, por exemplo, estão presentes na grande maioria das ações do setor estabelecendo uma relação entre causa e consequência (BORGES *et al.*, 2010).

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas³ define Resiliência como a capacidade de um sistema, social ou ecológico, absorver perturbações, mantendo a mesma estrutura básica e os modos de funcionamento, a capacidade de auto-

¹ “Cidades” é aqui definida no sentido mais amplo de áreas urbanas, incluindo regiões metropolitanas.

² “Megacidade” é uma cidade que sedia uma aglomeração urbana com mais de dez milhões de habitantes e que esteja dotada de um rápido processo de urbanização.

³ Definição do IPCC para resiliência, disponível em:
http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/annexessglossary-r-z.html

organização e a capacidade de e se adaptar ao estresse e mudar (IPCC, 2007b). O item 3.1 trata do conceito de resiliência com maiores detalhes.

Quando se trata do tema mudança climática, resiliência pode ser entendida como o quanto uma nação ou uma cidade está preparada para contornar as consequências trazidas pelo aquecimento global e se adaptar a elas. Atualmente, cidades de todo o mundo começam a despertar para o problema, mas as ações ainda são muito localizadas e dizem respeito a apenas alguns dos aspectos da mudança climática.

Construir resiliência diz respeito a tornar as pessoas, comunidades e sistemas mais bem preparados para resistir a catástrofes - naturais ou de origem antrópica - e a serem capazes de se recuperar o mais rapidamente possível, tornando-se mais forte a partir desses choques e tensões. De acordo com a ROCKFELLER FOUNDATION (2013)⁴, choques e tensões vão continuar a atingir cidades em todo o mundo. O custo dos desastres urbanos só em 2011 foi estimado em mais de 380 milhões dólares.

Paralelamente, destaca-se o fato de que em 2008 mais de 50% da população mundial passou a viver em cidades (UNITED NATIONS, 2008). Isso quer dizer que aproximadamente 3,3 bilhões de pessoas se concentram em áreas urbanas e esse percentual pode chegar a 80% em 2030. A maior parte deste crescimento ocorrerá em países em desenvolvimento (MARTINE, 2007).

Atualmente, metade das 7 bilhões de pessoas no mundo vivem em cidades. A organização das Nações Unidas prevê que em 2050, 75% da população mundial viverá em cidades. Como gerir esta rápida urbanização será um grande desafio. A mudança Climática não é mais uma ameaça do futuro, mas uma realidade atual: as temperaturas globais estão subindo, eventos climáticos extremos estão se tornando comuns e a ocorrência destes tem impactado a organização de cidades, no que diz respeito ao seu funcionamento, especialmente o setor de transportes.

As cidades irão desempenhar um papel fundamental na capacidade das nações para alcançar o desenvolvimento sustentável e poderão servir como verdadeiros laboratórios para experimentar práticas relacionadas a soluções com vistas no que deva ser uma cidade resiliente e sustentável.

⁴ *Rockefeller Foundation. 100 Resilient Cities.* Disponível em: <http://100resilientcities.rockefellerfoundation.org/resilience>

As cidades são responsáveis pela maior parte da produção e do consumo em todo o mundo e são propulsoras primárias de crescimento e desenvolvimento econômico. O dinamismo das cidades faz com que o desenvolvimento urbano seja um desafio e uma grande oportunidade de desenvolvimento sustentável. As cidades podem criar empregos e oferecer melhores condições de vida para a população, aumentar o crescimento econômico em todos os países, melhorar a inclusão social, promover a dissociação dos padrões de vida e crescimento econômico da utilização dos recursos ambientais, e reduzir drasticamente a poluição. O desenvolvimento urbano vai acelerar os progressos no sentido de alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), incluindo o fim da pobreza extrema (SDSN, 2013a).

É possível que os países cresçam e melhorem o bem-estar humano respeitando os limites do planeta, principalmente em relação à mudança em direção a um consumo de baixo carbono, melhorando a eficiência energética, água e outros recursos que eles utilizam, adotando tecnologias sustentáveis para a agricultura, transporte, energia, indústria, construção e outros setores, restringindo vários tipos de comportamentos destrutivos ou de desperdício, incluindo a poluição e a destruição da biodiversidade. Assentamentos urbanos já estão em risco com o aumento do nível do mar, secas, ondas de calor, inundações e outros riscos que a mudança climática poderá agravar (UN-HABITAT, 2011).

O termo resiliência tem uma abrangência mais ampla, assim como a questão ambiental deixou de ser um tópico isolado, atualmente há que se contemplar questões econômicas, sociais e de governança quando se fala em meio ambiente e sustentabilidade. O mesmo vale para construir resiliência climática em cidades.

De acordo com os ODS, a meta 7 “habilitar cidades inclusivas, produtivas e resilientes”, se refere a tornar todas as cidades socialmente inclusivas, economicamente produtivas, ambientalmente sustentáveis, seguras e resilientes às mudanças climáticas e a outros riscos. Desenvolver uma governança nas cidades que seja participativa, responsável e efetiva e que apoie transformações urbanas rápidas e igualitárias, além de garantir o acesso universal a ambientes construídos seguros e acessíveis e a serviços urbanos básicos, incluindo moradia, água, saneamento e gestão de resíduos, energia de baixo carbono e transporte (SDSN, 2013a).

Uma cidade resiliente está preparada para reagir frente a eventos climáticos extremos e desastres, e que de maneira organizada, consegue reduzir as vulnerabilidades, os danos e perdas de vida. Algumas cidades no mundo já possuem planos de resiliência frente às mudanças climáticas conforme será abordado no item 3.2.

1.2 Objetivos

O objetivo principal desta tese é propor elementos para a construção de um plano de ação para aumentar a resiliência do setor de transportes em cidades levando em consideração as questões associadas à mudança climática, bem como sociais e econômicas, tendo a cidade do Rio de Janeiro como um estudo de caso.

Espera-se também fornecer subsídios para os tomadores de decisão mostrando a importância da governança e do planejamento, adoção de medidas de baixo risco frente às mudanças climáticas e monitoramento de ações que visem tornar as cidades mais resilientes.

1.3 Metodologia

A metodologia de trabalho consiste na revisão bibliográfica, coleta e análise de dados secundários, e tem a finalidade de apresentar a linha de raciocínio seguida pelo autor de que com o avanço das mudanças climáticas, as cidades e as populações que nelas habitam serão impactadas. Entre os setores mais vulneráveis está o setor de transporte, que com a ocorrência de eventos climáticos extremos deverá ter a sua infraestrutura, como um todo, impactada com a consequente perda de mobilidade urbana. A hipótese deste trabalho é que quando consideradas ações de adaptação para tornar o setor de transporte mais resiliente, essas se fazem interessantes se comparadas a ações com a sua ausência.

Com isso, as cidades precisarão se tornar mais resilientes, estando assim preparadas para lidar com a maior frequência e intensidade de eventos extremos. Um plano de ação para construir resiliência no setor de transporte é fundamental para garantir uma mobilidade urbana sustentável e promover a resiliência nas cidades.

1.4 Justificativa do Tema

Ao mesmo tempo em que as cidades contribuem para o aquecimento global, estas deverão ser impactadas com as mudanças climáticas, pela ocorrência de eventos climáticos extremos que já se fazem sentir e deverão ser mais frequentes e intensos no futuro.

Sendo assim, as cidades precisarão se tornar mais resilientes e poderão desempenhar um papel fundamental para experimentar ações de mitigação e adaptação à mudança climática. O setor de transporte é um bom exemplo de como promover a resiliência em cidades com a sinergia destas ações.

Logo, no escopo do presente trabalho existe o pressuposto de que com o avanço das mudanças climáticas, o transporte em centros urbanos deverá ser impactado, principalmente pela ocorrência de eventos climáticos extremos, com consequente perda de mobilidade, afetando a vida de milhões de pessoas. A hipótese é que as ações de adaptação para resiliência se fazem interessantes se comparadas a ações com a sua ausência. Com isso, o custo da inação será muito maior do que os custos para adaptar o sistema de transportes, a depender do seu grau de vulnerabilidade.

De qualquer forma, esta hipótese deve ser verificada para que a pergunta que norteia esta pesquisa possa ser respondida e tomada como base para quaisquer intervenções que venham a ser feitas e impliquem em tornar os transportes em cidades mais resilientes, com um sistema preparado para lidar com os efeitos adversos das mudanças climáticas.

Pretende-se, portanto, fornecer a acadêmicos, planejadores urbanos e tomadores de decisão elementos para a construção de um plano de resiliência do setor de transporte.

1.5 Estruturação do Documento

Este documento foi estruturado de forma a aclarar o tema principal abordado e tornar sua compreensão acessível a todos os interessados pelo assunto. Para isso, juntamente com esta breve introdução, o texto é organizado em cinco capítulos, onde temas específicos são abordados separadamente.

O Capítulo 1 apresenta as considerações iniciais sobre a mudança climática, as projeções e os possíveis impactos destas em ambientes urbanos. Contextualiza sobre o papel das cidades e a importância dos transportes como um setor prioritário, introduz sobre a inter-relação dos transportes e as mudanças climáticas, seja a contribuição do setor para o aquecimento global, como a ocorrência de eventos extremos de clima que geram impactos na mobilidade. Por fim, destaca a necessidade de construir resiliência.

O Capítulo 2 é dedicado à contextualização do problema e apresenta o estado atual do conhecimento sobre mudanças climáticas, o que inclui a revisão bibliográfica dos principais temas abordados, o que inclui mudanças climáticas, cidades e o setor de transportes, apresenta as projeções de clima para o Rio de Janeiro, utilizada como elemento do plano de resiliência para o setor de transportes.

O capítulo 3 apresenta a revisão bibliográfica sobre resiliência, o conceito e a importância de se construir cidades resilientes e preparadas para lidarem com as mudanças climáticas, principalmente pela ocorrência de eventos extremos, por exemplo, fortes chuvas e inundações e apresenta a iniciativa da cidade de Nova Iorque com o Plano de Resiliência e o caso da cidade de Kuala Lumpur, na Malásia, com uma medida de adaptação em transportes frente à mudança climática.

O capítulo 4 apresenta elementos a serem considerados num plano de resiliência, o que inclui a questão da governança, um diagnóstico inicial sobre o setor de transporte na cidade do Rio de Janeiro e propõe elementos para um plano de resiliência do setor. O item 4.4 apresenta uma proposta de um plano de resiliência para os transportes no Rio de Janeiro.

O Capítulo 5 encerra esta tese, com a apresentação do sumário dos estudos realizados e discussões, conclusões para os próximos passos e recomendações para futuros estudos.

Capítulo 2. Contextualização do problema

Este capítulo apresenta uma revisão bibliográfica com três objetivos específicos, a saber, (I) contextualizar o tema abordado no que se refere ao estado atual de conhecimento sobre mudança climática; (II) A inter-relação das mudanças climáticas e cidades, seja na contribuição das cidades para o aquecimento global, como os impactos do clima em áreas urbanas, com destaque para o setor de transportes. (III) as projeções de clima para o Brasil e o Rio de Janeiro que deverão subsidiar à tomada de decisão no que diz respeito a um plano de resiliência para transportes, frente à mudança climática.

2.1 Estado Atual do Conhecimento sobre Mudança Climática

De acordo com o Quinto relatório, Fifth Assessment Report (AR5), do IPCC, o ser humano é o principal responsável pelo aquecimento global. A influência humana sobre o sistema climático é clara e evidente na maioria das regiões do planeta, a partir da compreensão do sistema climático, das crescentes concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera e o aquecimento observado (IPCC, 2013).

Cada uma das últimas três décadas tem sido sucessivamente mais quente. O relatório concluiu que a temperatura da atmosfera e dos oceanos se elevou, a quantidade de neve e de gelo diminuiu e que o nível do mar e de concentração de gases de efeito estufa aumentou. Há 95% de probabilidade de que mais da metade da elevação média da temperatura da Terra entre 1951 e 2010 tenha sido causada pelo homem. Os gases de efeito estufa (GEE) contribuíram para o aquecimento entre 0,5°C e 1,3°C no período (IPCC, 2013).

Segundo relatório, até o fim do século 21, há pelo menos 66% de chance de a temperatura global se elevar pelo menos 2°C em comparação com o período entre 1850 e 1900. A mudança na temperatura da superfície da Terra no final do século 21 pode exceder 1,5°C no melhor cenário e, provavelmente, deve exceder 2°C nos dois piores cenários. Na pior das possibilidades, a temperatura pode alcançar 4,8°C até 2100.

Ainda segundo o AR5, a elevação da temperatura dos oceanos até cem metros de profundidade pode variar entre 0,6°C e 2°C até 2100. Além disso, devido ao aumento do degelo no alto das montanhas, o nível do mar deve subir entre 26 a 55 centímetros, considerando o melhor cenário, e entre 45 a 82 centímetros, no pior cenário. O gelo do Ártico pode diminuir até 94% durante o verão no Hemisfério Norte até 2100.

O IPCC (2012) ressalta que desastres poderão ocorrer com maior frequência em virtude dos impactos de eventos climáticos extremos. As mudanças projetadas para as variáveis precipitação e temperatura implicariam possíveis mudanças em termos de inundações, embora, as projeções ainda sejam consideradas de “baixa confiabilidade”. A confiança é baixa devido a evidências limitadas e porque as causas das alterações regionais são complexas (ex. uso e cobertura da terra, urbanização). Ainda que exceções existam, existe uma confiabilidade média que projeta aumentos de chuvas relacionados a aumento de inundação local em algumas bacias ou regiões.

A interferência humana no sistema climático está ocorrendo e as mudanças climáticas representam riscos para os sistemas humanos e naturais. De acordo com o IPCC há uma confiança muito alta de que os impactos dos recentes eventos extremos relacionados ao clima, como ondas de calor, secas, inundações, ciclones e incêndios florestais, revelam significativa vulnerabilidade e exposição de alguns ecossistemas e muitos sistemas humanos à variabilidade climática atual (IPCC, 2014a).

Ainda segundo IPCC (2014a), os impactos das tais extremos relacionados ao clima incluem danos à infraestrutura e aos assentamentos. Para países em todos os níveis de desenvolvimento, esses impactos são consistentes com uma significativa falta de preparação para a variabilidade climática atual em alguns setores.

No Brasil, os principais resultados científicos consensuais das projeções regionalizadas de clima envolvendo os diferentes biomas do Brasil, considerando os períodos de início (2011-2040), meados (2041-2070) e final (2071-2100) do século XXI, apresentam praticamente aumento de temperatura em todas as regiões e biomas brasileiros e redução de chuva para as regiões norte e nordeste e aumento para as regiões sul e sudeste, conforme figura 2.1 (PBMC, 2013a).

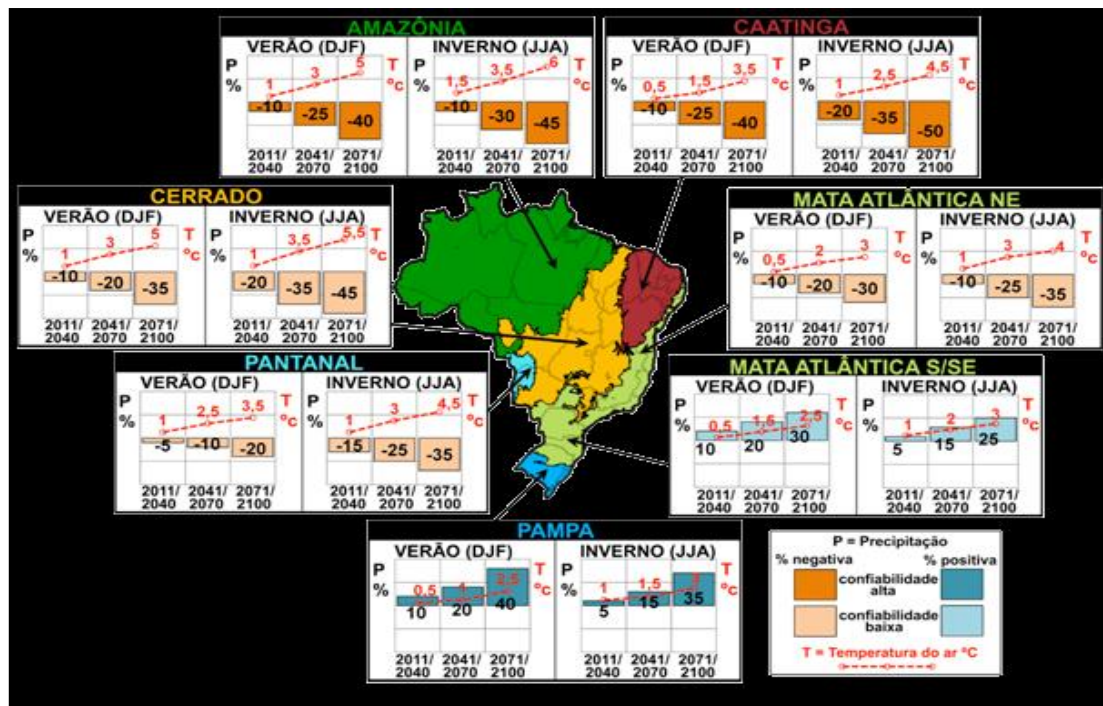


Figura 2.1 – Projeções regionalizadas de clima nos biomas brasileiros da Amazônia, Cerrado, Caatinga, Pantanal, Mata Atlântica (setores nordeste e sul/sudeste) e Pampa para os períodos de início (2011-2040), meados (2041-2070) e final (2071-2100) do século XXI, baseados nos resultados científicos de modelagem climática global e regional. As regiões com diferentes cores no mapa indicam o domínio geográfico dos biomas. A legenda encontra-se no canto inferior direito. Fonte: PBMC, 2013a.

Uma das principais preocupações da sociedade contemporânea em relação às projeções futuras do clima diz respeito às possíveis mudanças na frequência e intensidade dos eventos climáticos extremos. Segundo MARENGO *et al.* (2009), uma das perguntas mais importantes relacionadas à mudança climática e consequentemente aos eventos extremos é se a sua ocorrência está aumentando ou diminuindo ao longo do tempo. Ondas de calor, chuvas intensas, secas, entre outros fenômenos climáticos têm afetado o território brasileiro em todas as estações e seus impactos variam regionalmente. Estes eventos estão provocando impactos cada vez mais significativos no meio urbano e seus riscos vêm sendo potencializados.

Em geral, significativas transformações no clima local são geradas pelo modo como essas áreas urbanas se desenvolvem, por meio de intervenções desconexas com intensa verticalização, compactação e impermeabilização do solo, supressão de vegetação e cursos d'água (ROSS, 2004).

Em termos de evidências sobre a ocorrência de extremos, no Sul do Brasil, MARENGO (2009) relata que chuvas intensas afetaram o Estado de Santa Catarina em 2008, o que ocasionou:

“severas inundações e deslizamentos que resultaram em 120 vítimas e 69.000 pessoas desabrigadas. Os deslizamentos e as inundações causadas pelas tempestades bloquearam quase todas as estradas da região e interromperam a distribuição de água e eletricidade em milhares de casas. Foi reportado pelas autoridades locais e amplamente divulgado na imprensa em geral, que a maior parte das fatalidades foi causada pelos deslizamentos que atingiram casas e grande parte do setor de comércio” (MARENGO, 2009).

As regiões metropolitanas de São Paulo (RMSP) e do Rio de Janeiro (RMRJ), que concentram mais de 30 milhões de habitantes (aproximadamente 16% da população do país), sofrem constantemente os efeitos dos extremos de precipitação, que causam enchentes, deslizamentos de terra e perdas de vida (NOBRE *et al.*, 2011a).

A RMRJ e o Estado, de um modo geral, têm sido castigados por eventos de chuvas intensas que geram tragédias e grandes transtornos à população. Os exemplos mais recentes e também mais dramáticos ocorreram em 2010 e 2011. No início de abril de 2010, a RMRJ foi atingida por sistemas de tempestades associados ao deslocamento de uma frente fria. Os totais pluviométricos atingiram 323 mm em 24 horas, provocando deslizamentos que causaram 167 mortes em Niterói e 66 no Rio de Janeiro, deixando mais de 3 mil desabrigados e 11 mil desabrigados (NOBRE *et al.*, 2011b).

Em janeiro de 2011, a região serrana do Estado foi devastada por chuvas intensas ocasionadas pela chegada de um sistema frontal. Em apenas 12 horas, foram registrados 222 mm de precipitação. De acordo com o Banco de Dados Internacional de Desastres, com sede na Bélgica, foi o desastre natural mais severo da história do país, com cerca de 900 mortes (em Nova Friburgo, Teresópolis, Petrópolis, Sumidouro, São José do Vale do Rio Preto e Bom Jardim, sendo as duas primeiras as cidades com maior número de vítimas), mais de 9.000 desabrigados e mais de 11.000 desalojados. As fortes chuvas deflagraram movimentos de massa em encostas e enchentes que removeram solos, rochas e árvores, gerando um cenário de destruição nos locais afetados (NOBRE *et al.*, 2011b).

O item 2.2 a seguir apresenta uma contextualização sobre as cidades e a sua relação com a mudança climática, tanto na contribuição da cidade para o aquecimento global, como as vulnerabilidades existentes, os possíveis impactos da mudança

climática e medidas necessárias para promover a adaptação para construção de resiliência.

2.2 Mudança Climática e Cidades

As cidades se apresentam como áreas críticas em relação aos impactos da mudança climática em função do grande contingente populacional nelas concentrado. Mais ainda, em relação aos efeitos negativos da mudança climática, grande parte da população mundial mais vulnerável a estes impactos está nelas localizada.

Além da concentração populacional, outra característica que faz das cidades uma das escalas críticas é a concentração das atividades econômicas, políticas e culturais e assim, a concentração de consumo e produção, tornando-as grandes consumidoras de energia e consequentemente, grandes emissoras de GEE (BARBOSA, 2011).

Centenas de milhões de pessoas em áreas urbanas de todo o mundo serão afetadas pela mudança climática. A vulnerabilidade dos assentamentos humanos aumentará com o aumento do nível do mar, inundações fluviais, ciclones tropicais frequentes e mais fortes, os períodos de maior calor e da propagação de doenças. As alterações climáticas podem piorar o acesso aos serviços urbanos básicos e a qualidade de vida nas cidades. A maioria dos afetados é pobre - os moradores de favelas em países em desenvolvimento (UN-HABITAT, 2011).

As cidades são particularmente vulneráveis às alterações climáticas e eventos climáticos extremos, em parte, porque eles se concentram muitas atividades, pessoas e riqueza em áreas limitadas (HALLEGATTE et al., 2011).

O levantamento dos impactos da mudança climática em relação às cidades deve considerar os seguintes aspectos: localização geográfica da cidade, características geomorfológicas do sítio urbano, áreas mais impactadas da cidade, contingente populacional mais vulnerável às mudanças (UN-HABITAT, 2011). No entanto, de uma maneira geral, sabe-se que as cidades sofrerão impactos tais como: aumento de temperatura, aumento da ocorrência de chuvas, elevação do nível do mar e aumento da ocorrência de eventos climáticos extremos.

De acordo com a publicação da UN-HABITAT (2011), a importância do planejamento urbano no âmbito das estratégias e ações de mitigação aos efeitos das

mudanças climáticas torna-se ainda maior, na perspectiva de que o planejamento eficaz facilita a adaptação às mudanças.

Durante anos, o foco da resposta do mundo à mudança climática tem sido sobre as nações, que foram mal sucedidos na negociação de acordos globais ou na tomada de ações. Cidades, pelo contrário, estão preparando avaliação dos riscos, estabelecendo metas de redução de emissões de GEE, e se comprometendo a agir (ROSENZWEIG *et al.*, 2010).

Para entender sobre a influência das cidades nas mudanças climáticas atuais, é necessário compreender a evolução do processo urbano e como se deram as relações sociedade-meio ambiente para a formação da estrutura das cidades. Dentre estas modificações irreversíveis causadas pelas ações humanas, as mudanças climáticas mostram-se intimamente ligadas ao meio urbano e ao modo de vida das pessoas que nele habitam. A urbanização está ligada ao aumento de emissões dos GEE pelo crescimento do uso de energia que este meio necessita (GARCIAS, DA SILVA, 2011).

As cidades também são submetidas a múltiplas tensões e mudanças rápidas, e formam sistemas fortemente integrados, nos quais transportes, energia, infraestruturas de água têm que funcionar em conjunto. É importante projetar ações de adaptação setoriais em cidade, tendo em conta outras restrições (HALLEGATTE *et al.*, 2011).

Mais da metade da população mundial vive em cidades e estas deverão enfrentar muitos desafios relacionados à mudança climática, que deverá exercer pressão sobre áreas urbanas, por meio de aumento do número de ondas de calor, maior frequência e intensidade de secas, chuvas com consequentes inundações, comprometendo o abastecimento de água; e no caso de cidades costeiras, a elevação do nível do mar e a ocorrência de tempestades deverão gerar impactos sobre os habitantes, a infraestruturas e os ecossistemas (ROSENZWEIG *et al.*, 2011).

Cidades são cruciais para os esforços globais de mitigação. A Agência Internacional de Energia estima em sua pesquisa mais recente que as áreas urbanas são responsáveis por 71% das emissões de carbono globais relacionadas a energia, embora os números variem muito, dependendo da como são definidas as cidades ou áreas urbanas. Este percentual vai crescer de acordo com as tendências de urbanização (ROSENZWEIG *et al.*, 2010).

A densa urbanização constitui importante fonte de calor em centros urbanos. As partes mais densas da maioria das cidades, principalmente de médio e grande porte, costumam apresentar temperaturas mais elevadas. A área central das cidades, com seus edifícios altos e próximos uns dos outros, ruas estreitas e pátios confinados, forma tipicamente o centro de uma “ilha de calor” urbana. Nesta região central, a capacidade térmica das áreas cobertas por edifícios e pavimentação⁵ é maior e a circulação de ar é menor. O fenômeno da “ilha de calor” torna-se menos pronunciado sob condições de nebulosidade e intensifica-se quando ocorre uma situação de inversão térmica (LOMBARDO, 1985; SPIRN, 1995).

A vulnerabilidade tem origem na exposição de populações, lugares e instituições, portanto, a fragilidade dos assentamentos humanos, relacionada a determinado fenômeno perigoso com dada severidade, está conectada a fatores como localização, área de influência, resiliência; todos intrinsecamente ligados a diferentes condições ambientais, sociais, econômicas e políticas. Nesse sentido, as comunidades locais necessitam de melhores representações espaciais dos riscos e vulnerabilidades associadas (CUTTER *et al.*, 2000; CUTTER, 2003).

Vulnerabilidade pode ser entendida como o grau em que um sistema é suscetível e incapaz de lidar com os efeitos adversos da mudança do clima (PBMC, 2013b). Também pode ser a suscetibilidade dos sistemas humanos a fenômenos naturais e, frequentemente, é associada a perdas ou prejuízos específicos (LITRE, BURSZTYN, 2012).

Contudo, os eventos climáticos são apenas a faceta destacada de uma vulnerabilidade que é multidimensional (CUTTER & FINCH, 2008; FORD *et al.*, 2010 apud LITRE, BURSZTYN, 2012). O grau em que um sistema é afetado pela dupla exposição às mudanças do clima e aos riscos socioeconômicos depende de sua capacidade adaptativa (LITRE, BURSZTYN, 2012).

A melhora planejada da capacidade adaptativa só se faz possível por meio da integração da problemática da mudança climática com a de outros fatores de risco, como choques do mercado, a variabilidade climática e a superação das barreiras sociais à adaptação (ADGER, 2009b; MOSER & EKSTROM, 2010; LITRE, BURSZTYN, 2012).

⁵ Sabe-se que a pavimentação irradia 50% a mais de calor do que superfícies cobertas por vegetação (SPIRN, 1995).

Distúrbios sociais, políticos e econômicos também influenciam na dinâmica da vulnerabilidade. Cidades de países em desenvolvimento podem apresentar uma “multi” vulnerabilidade, tendo neste caso importante considerar questões como de resíduos sólidos, água, saneamento básico e drenagem, que associadas aos eventos extremos, como alagamento e inundações possuem efeitos sinérgicos devastadores.

Adaptação pode ser entendida como o processo ou ação dentro de um sistema (lar, unidade produtiva, comunidade, grupo, setor, região, país) que procura reduzir a sua vulnerabilidade e melhorar as chances de tolerar, administrar ou se ajustar às mudanças, estresses, choques, riscos ou oportunidades (ADGER, 2009a; MOSER & EKSTROM, 2010; LITRE, BURSZTYN, 2012).

Cidades ao redor do mundo são altamente vulneráveis à mudança climática, mas possuem um grande potencial para liderar, tanto em esforços de mitigação, como de adaptação. Apesar das limitações econômicas e políticas que muitas cidades enfrentam, eles estão servindo como laboratórios importantes para o enfrentamento da mudança climática.

As áreas urbanas, onde vivem mais da metade da população mundial, estão emergindo com a capacidade de resposta a adaptação e mitigação da mudança climática. As soluções podem ser apresentadas com estratégias que permitirão a conservação da biodiversidade, a mobilidade urbana, o fornecimento de água potável e a melhoria da qualidade do ar para todos, bem como, uma ampla gama de outros serviços para as cidades e seus habitantes.

A mudança climática deverá ter impactos significativos em quatro setores na maioria das cidades: o sistema local de energia; demanda e fornecimento de água, e tratamento de esgoto; transporte e saúde pública (ROSENZWEIG *et al.*, 2011). É crucial que os formuladores de políticas centrem atenção na compreensão da natureza e escala dos possíveis impactos em cada setor, no desenvolvimento de políticas e estratégias de adaptação e mitigação dos efeitos adversos com o advento da mudança climática.

O item 2.3 a seguir trata do setor de transporte como sendo um setor prioritário dada a importância da mobilidade urbana na vida das populações, sendo este altamente vulnerável à mudança climática. Considerando que existem poucos estudos sobre

impactos da mudança climática e resiliência em transportes, esse estudo contribui para uma área de conhecimento ainda pouco explorada.

2.3 O setor de transporte e sua relação com a mudança climática

Este item trata da contribuição do transporte para a mudança do clima, bem como dos impactos, vulnerabilidades e adaptação no setor de transporte diante da variabilidade natural e da mudança climática, que, conforme mencionado anteriormente, é caracterizada pela ocorrência de eventos extremos, tais como variações de temperaturas extremas, aumento da intensidade de precipitação, tempestades e inundações. Com isso, espera-se apresentar o estado da arte sobre impactos, vulnerabilidades e adaptação do setor de transporte frente à mudança climática com vistas a se obter elementos para um plano de resiliência para o setor.

Os sistemas de transporte são vulneráveis aos efeitos meteorológicos e climáticos. A literatura atual disponível sobre o tema apresenta que os transportes são sensíveis às condições de tempo e clima e as avaliações concentram-se em mudanças nas condições meteorológicas que são diretamente relevantes para o setor. As projeções de parâmetros meteorológicos ou climáticos para transportes são baseadas nos resultados dos modelos climáticos globais.

Com relação às medidas de adaptação em transportes, algumas experiências foram identificadas: realocação de estradas e vias, mudanças nos projetos e substituição e adequação de estruturas, como pontes, estradas e pavimentos, de forma a suportar os possíveis efeitos que as condições meteorológicas e a mudança climática poderão acarretar para o setor.

2.3.1 O impacto dos transportes nas cidades

Os sistemas de transportes produzem conhecidas externalidades decorrentes de sua operação em áreas urbanas. Os custos desses impactos são certamente significativos. O aumento da frota de veículos automotores em circulação tem contribuído para o crescimento das taxas de acidentes em áreas urbanas, assim como os custos de congestionamentos, impactos que muitas vezes não são contabilizados

adequadamente nas avaliações e custos decorrentes das externalidades produzidas pelos sistemas de transportes. Até recentemente, o maior foco de atenção estava vinculado aos impactos locais produzidos por sistemas de transportes.

Globalmente, o transporte é responsável por 23% do total de energia relacionada às emissões de gases de efeito estufa, e 13% das emissões globais de GEE (UN-HABITAT, 2011). De acordo com o quinto relatório do IPCC (IPCC, 2014b) o setor de transportes produziu 7,0 Gt de CO₂eq das emissões diretas de GEE em 2010 e, portanto, foi responsável por aproximadamente 23% do total das emissões de CO₂ relacionadas com a energia.

O setor dos transportes foi responsável por 27% da utilização final de energia e 6,7 GtCO₂ de emissões diretas em 2010), dos quais cerca de 40% foi utilizado no transporte urbano (IEA, 2013; IPCC, 2014b). Ainda de acordo com o IPCC (2014b) as emissões de CO₂ da linha de base foram previstas para aproximadamente o dobro em 2050. A figura 2.2 a seguir apresenta as Emissões de GEE diretas, por modo de transporte.

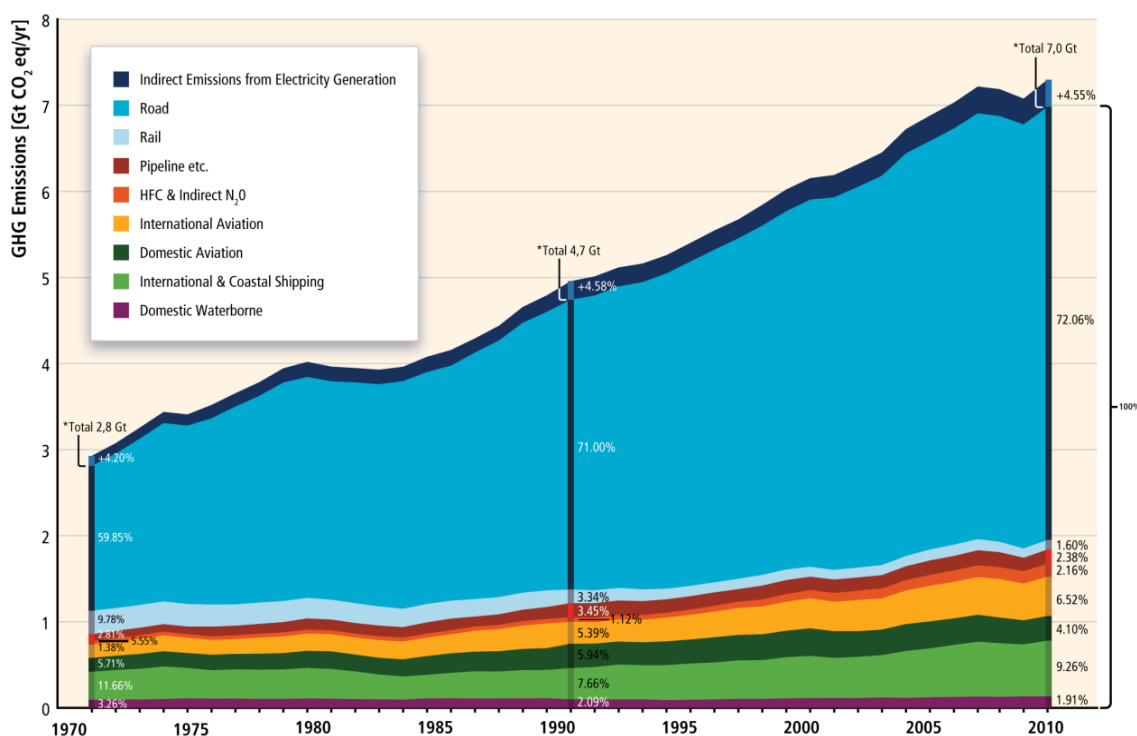


Figura 2.2 – Emissões de GEE diretas (por modo de transporte e excluindo as emissões indiretas de produção de combustíveis, fabricação de veículos, construção de infraestrutura, etc.) cresceu 250%, de 2,8 Gt de CO₂ eq mundial em 1970 para 7,0 Gt CO₂ eq em 2010 (IPCC, 2014c).
Fonte: IPCC (2014c).

Sem a implementação de políticas agressivas de mitigação de GEE, as emissões dos transportes podem aumentar a um ritmo mais rápido do que as emissões de qualquer outro setor de uso final de energia e atingir cerca de 12 GtCO₂ eq/ano em 2050 (IPCC, 2014c).

Cerca de 71% da energia consumida atualmente no setor de transporte é proveniente de combustíveis fósseis não renováveis, com alto nível de emissão de GEE. O fato de as cidades estarem planejadas visando apenas o transporte por veículos automotores, sem espaço para o transporte alternativo, é um agravante das emissões (GARCIAS, DA SILVA, 2011).

A poluição do ar já vem sendo analisada há muito tempo e medidas de mitigação sendo adotadas para reduzir emissões de CO, HC, NO_x e outros gases poluentes gerados em nível local. A melhoria da qualidade dos combustíveis utilizados por veículos automotores pode ser destacada como uma dessas medidas. A redução dos níveis atuais de congestionamentos em áreas metropolitanas também produz reduções na poluição atmosférica local. Além da poluição do ar, a poluição sonora, os acidentes de trânsito e o estresse produzido em viagens longas e desconfortáveis realizadas em áreas urbanas podem ser destacados como impactos que precisam ser monitorados e dentro do possível reduzidos (BALASSIANO, 2012).

De acordo com CHAPMAN (2007) todos os setores dos transportes estão experimentando expansão e, infelizmente, há uma tendência geral de que os modos que estão experimentando o maior crescimento sejam também os mais poluentes. A importância da redução dos impactos ambientais dos transportes está diretamente vinculada ao conceito de conservação energética, sendo historicamente o setor de transportes conhecido por sua grande dependência do consumo de combustíveis fósseis. Por ser uma fonte de energia finita e que produz impactos atmosféricos significativos, sua substituição por fontes denominadas mais limpas, têm sido objeto de inúmeras pesquisas.

As cidades são responsáveis pela maioria das emissões de GEE, tendo o setor de transporte um papel crucial na contribuição para as mudanças climáticas em cidades. O aumento da temperatura é causado pelas emissões antrópicas acumuladas de gases de efeito estufa, principalmente o Dióxido de Carbono (CO₂), oriundo da queima de combustíveis fósseis também dos transportes, o Metano (CH₄) e o Óxido Nitroso (N₂O), sobretudo proveniente das atividades agropecuárias (GARCIAS, DA SILVA, 2011).

Em se tratando das vulnerabilidades existentes em cidades que podem ter impactos diretamente nos transportes, é possível destacar a própria deficiência de uma infraestrutura adequada aos transportes, os eventos sociais como greves e as recentes manifestações que vêm ocorrendo no Brasil, inicialmente motivadas pelo aumento da passagem de ônibus e a ocorrência de acidentes. Dada a fragilidade dos transportes em várias cidades, qualquer contratempo pode ser o início para desestruturar o sistema.

Todos esses fatores de estresse já causam impactos nos transportes, como congestionamentos extensos em vias, a paralisação do sistema público de transporte como metrô e ônibus, podendo ocasionar a imobilidade em centros urbanos.

A mudança climática poderá intensificar as vulnerabilidades existentes e agravar ainda mais os impactos nos transportes. No caso do setor de energia, uma possível crise energética dada pela redução nos níveis dos reservatórios de hidrelétricas trará consequente impacto no setor de transportes, considerando que a matriz elétrica brasileira é baseada na hidroeletricidade e os transportes são altamente dependentes de energia.

O item 2.3.2 a seguir aborda os riscos, as vulnerabilidades e os possíveis impactos nos transportes frente às mudanças climáticas. Cabe destacar a originalidade do tema considerando que a literatura atual disponível tem dado destaque à contribuição dos transportes para o aquecimento global. Este trabalho contribui para uma avaliação sobre os impactos, vulnerabilidades e adaptação em transportes.

2.3.2 Riscos, vulnerabilidades e impactos das mudanças climáticas nos transportes

KOETSE, RIETVELD (2007) consideram que são escassos os estudos que enfocam diretamente os impactos das mudanças climáticas ou da variação sazonal das condições meteorológicas em transportes. Segundo USDOT (2002), poucos estudos sobre impactos climáticos têm sido realizados nos Estados Unidos com foco no transporte, mas avaliações vêm sendo realizadas pelo Canadá e Reino Unido e, em larga escala, as avaliações do IPCC sugerem profundas implicações nos sistemas de transportes.

YEVDOKIMOV (2010) estudou os impactos das mudanças climáticas no Canadá e destaca em seu estudo que a mudança climática afetará o transporte, principalmente, por meio do aumento dos diversos tipos de eventos meteorológicos e climáticos extremos, tais como dias muito quentes, eventos de precipitação intensa, furacões, secas e elevação do nível do mar, juntamente com tempestades e deslizamento de terras. Os impactos vão variar de acordo com o modo de transporte e região, mas eles vão ser generalizados e de alto custo, tanto em termos humanos, como econômicos e irão exigir mudanças significativas no planejamento, desenho, construção, operação e manutenção de sistemas de transporte.

Variabilidade de clima e mudança climática, relacionadas às altas temperaturas, afetam principalmente os transportes ao impactar nas condições físicas dos materiais que compõem a infraestrutura, com destaque para temperaturas de pavimentos que podem exceder significativamente às temperaturas do ar acima de 32 °C (PETERSON *et al.*, 2006).

Mudanças de clima moderadas podem pouco impactar nos transportes. No entanto, mudanças climáticas e extremos climáticos podem gerar impactos significativos. Algumas mudanças são susceptíveis de gerar impactos positivos, e outras podem gerar impactos negativos sobre os transportes (PETERSON *et al.*, 2006). Os autores relatam que a abertura da rota comercial da passagem do Noroeste no mar Ártico, devido ao degelo, resultaria num claro benefício para o transporte marítimo. Contudo, os impactos observados, em geral, são adversos ao setor de transportes.

Segundo PETERSON *et al.* (2006), com a mudança climática, baixas temperaturas extremas devem diminuir segundo as projeções existentes. Condições mais amenas de inverno podem provavelmente melhorar a segurança para o transporte ferroviário, aéreo e marítimo. Altas temperaturas extremas, por outro lado, devem aumentar, segundo as mesmas projeções. Essas mudanças provavelmente aumentariam o número de danos na infraestrutura de ferrovias, como trilhos, e impactariam adversamente o trabalho de manutenção destas.

As mudanças climáticas poderão afetar os sistemas de transporte (ferroviário, aéreo, rodoviário e hidroviário) em todos os países, impedindo potencialmente a mobilidade urbana, com consequência para o crescimento da economia e qualidade de vida das populações.

Projeções de mudanças climáticas relacionadas com mudanças no nível do mar, padrões meteorológicos, temperaturas e precipitação, e um aumento de eventos climáticos extremos (incluindo tempestades tropicais e furacões) irão afetar negativamente a infraestrutura de transporte e a tomada de decisão (USDOT, 2002; LINDQUIST, 2007).

É projetado para algumas regiões do planeta um aumento na ocorrência de eventos extremos como intensa precipitação, fortes tempestades, incluindo furações, o que pode causar inundações locais. Com isso, a infraestrutura de transporte costeiro é vulnerável aos efeitos combinados de tempestade e aumento do nível global do mar (PETERSON *et al.*, 2006).

Mudanças na precipitação e no nível do mar como consequência da mudança global do clima, poderão afetar a infraestrutura de transporte antecipando a vida média da infraestrutura construída. Os efeitos das mudanças dos níveis de precipitação poderão afetar fundações e pavimentações, especialmente quando os níveis de precipitação aumentar de forma significativa em relação aos níveis atuais (MEYER, 2006).

O planejamento de transportes opera em diversas escalas de tempo. Os planejadores de estradas tipicamente consideram a escala de tempo de 25 anos. Planejadores de ferrovias consideram 50 anos. Pontes e túneis subterrâneos geralmente são concebidos considerando um horizonte de 100 anos. Em todos os casos, o planejamento que leve em consideração prováveis mudanças será importante (LINDQUIST, 2007).

Para o autor, a infraestrutura de transporte é projetada para suportar as condições ambientais em que é construída, e, no geral, a manutenção da infraestrutura é tida em conformidade. No entanto, os ambientes estão mudando e, segundo o IPCC, o aquecimento global é inequívoco.

MEYER (2006), em seu estudo sobre a implicação das mudanças climáticas para a infraestrutura de transportes nos Estados Unidos, identifica que as pontes da cidade de Seattle são vulneráveis aos impactos devido à expansão térmica causada por temperaturas mais elevadas, ocasionando o aumento da erosão nas fundações das pontes e deterioração da pavimentação, decorrente também do aumento da precipitação e do nível do mar.

No que diz respeito ao conhecimento de vulnerabilidades dos transportes, estudos realizados para a cidade de Nova Iorque concluíram que os sistemas de transporte da cidade poderão ser afetados por inundações e pelo aumento do nível dos lençóis freáticos, especialmente devido a muitas das instalações estarem localizadas em túneis subterrâneos (JACOBI *et al.*, 2000; 2001 *apud* MEYER, 2006).

Mudanças de temperatura afetam de alguma forma todos os componentes de projeto de infraestrutura de transporte, porque os materiais utilizados para construir as estruturas, geralmente, apresentam alguma contração e expansão de forma a resistir a mudanças de temperatura, tanto altas quanto baixas temperaturas e o intervalo entre estas (MEYER, 2006).

Mudança nas zonas costeiras e aumento do nível do mar poderiam, em longo prazo, demandar a realocação de estradas, linhas férreas, ou pistas de aeroportos, com consequências significativas para as instalações portuárias e para a navegação costeira. Túneis subterrâneos com sistemas de trânsito, estradas e ferrovias poderiam estar sujeitas a inundações mais frequentes ou mais graves (USDOT, 2002).

Estradas, ferrovias, pistas de aeroportos, terminais de transporte, canais e pontes são exemplos de instalações e estruturas necessárias para a prestação de serviços de transporte, e que permitem a movimentação de passageiros e mercadorias. Eventos meteorológicos e de clima poderão afetar o planejamento, projetos, construção, manutenção e desempenho da infraestrutura ao longo de sua vida útil (USDOT, 2002).

Estudo feito por KOETSE, RIETVELD (2007) apresentam uma visão geral da literatura sobre o impacto das mudanças climáticas e mudanças nas condições meteorológicas para o setor de transportes. Segundo os autores, o relatório Stern analisa danos econômicos para setores de recursos hídricos, agricultura, setores de saúde e seguros. Contudo, um setor que recebe pouca atenção é o setor de transportes, o que não é totalmente surpreendente, já que, até o momento, as consequências das mudanças climáticas no sistema de transportes não receberam muita atenção na literatura.

No caso do Brasil, a ausência de estudos sobre o conhecimento de vulnerabilidades, impactos das mudanças climáticas e necessidades de medidas de adaptação para transportes configura-se como uma lacuna na literatura nacional sobre mudanças climáticas.

Até recentemente, a maioria dos resultados de pesquisas sobre clima e transportes apresentada foi relacionada à mitigação, com questão central sobre a eficácia e eficiência das medidas para reduzir os impactos ambientais dos transportes (KOETSE, RIETVELD, 2007; IPCC, 2007).

No que se refere à necessidade de pesquisa em transportes, a tabela 2.1 apresenta o sumário das prioridades de pesquisa em transportes.

Tabela 2.1. Sumário das prioridades de pesquisa para Sistema de transporte

Desafio de pesquisa	Necessidades específicas de pesquisa
Incertezas sobre a ciência da variabilidade climática e efeitos das mudanças de clima	<ul style="list-style-type: none"> - Dados e modelos para estimativas em nível nacional, regional / local - Melhor desenvolvimento de cenários climáticos - Conhecimento das vulnerabilidades - Efeitos sobre a infraestrutura, padrões de desenvolvimento, operações e serviços.
Integração dos planos de transporte, ambiental e de clima	<ul style="list-style-type: none"> - Melhor compreensão das interações, mudanças na qualidade do ar e da água - Necessidade de reduzir emissões e aumentar resiliência - Identificação e divulgação das melhores práticas - Busca de estratégias de transporte ambientalmente benéficas.
Barreiras Institucionais e tomada de decisão	<ul style="list-style-type: none"> -Análise comparativa entre governo, setor público e privado - Como elevar a conscientização sobre o impacto do clima nos transportes - Integração de políticas públicas - Melhor comunicação com os tomadores de decisões.
Como avaliar o risco	<ul style="list-style-type: none"> - Construção de cenários, pesquisas, estudos de caso - Identificação dos ativos vulneráveis - Exploração de experiência na indústria de seguros.

Fonte: Elaboração própria com base em USDOT (2002).

Segundo o Departamento de Transporte dos Estados Unidos, enquanto o sistema de transporte americano é muito confiável e bastante robusto, os impactos graves de clima e inundações causam interrupções, impactos econômicos e inconvenientes que se tornam muito graves para determinadas regiões. Considerando que as informações estão apenas começando a surgir sobre como a mudança climática pode levar a ocorrência de extremos climáticos, uma gama de tipos de impactos parece possível, incluindo alguns que são dependentes da localização e alguns que são eventos específicos (USDOT, 2002).

Segundo PETERSON *et al.* (2006), mudança climática no Noroeste Pacífico da América é susceptível de trazer precipitações de invernos mais frequentes e intensas com o aumento da temperatura. Essas mudanças nos padrões de precipitação têm implicações significativas na hidrologia, e setores socioeconômicos poderiam ser afetados por essas. Infraestrutura de transporte e padrões de viagem também são vulneráveis às possíveis mudanças nos regimes de escoamento e fluxo da geomorfologia.

É conhecido que os sistemas de transporte, em geral, apresentam um pior desempenho em condições climáticas adversas e extremas, especialmente em regiões densamente povoadas, onde um único evento pode levar a uma cadeia de reações que influenciam grande parte do sistema de transporte (KOETSE, RIETVELD, 2007).

A infraestrutura de transporte está exposta a riscos decorrentes do aumento do nível do mar, tempestades e inundações. Os impactos das mudanças climáticas podem adversamente afetar a mobilidade através dos eventos extremos (TRL, 2011).

Nas atividades de transporte, condições meteorológicas adversas implicam num aumento no tempo médio de viagem, em congestionamentos e numa maior probabilidade de ocorrência de acidentes. Por isso, os custos generalizados de transporte são afetados (KOETSE, RIETVELD, 2007).

Segundo REPETTO (2008), o Programa americano de Ciência das Mudanças Climáticas iniciou recentemente um estudo sobre os potenciais impactos, vulnerabilidades e respostas de adaptação às mudanças climáticas na infraestrutura de transporte utilizando a área central da Costa do Golfo como um estudo de caso. Constatou vulnerabilidades substanciais onde, por exemplo, tempestades associadas a furacões poderiam facilmente ocasionar ondas de 7 metros. Com isso, mais da metade

das principais rodovias da região, sendo 64% interestaduais e 57 % estaduais, quase metade das ferrovias, 29 aeroportos e praticamente todos os portos estão sujeitos a inundações.

Em se tratando de segurança rodoviária, fluxo de tráfego e congestionamento, as condições têm um efeito sobre a segurança rodoviária e muitas variáveis meteorológicas parecem ser importantes. KOETSE, RIETVELD (2007) mencionam estudo feito por STERN, ZEHAVI (1990) que investigaram a relação entre o tempo quente e acidentes de trânsito. Eles concluíram que o risco de um acidente aumenta com condições de estresse térmico decorrente do aumento da temperatura. Afirmam que a variável mais importante é a precipitação, onde evidência empírica sobre o impacto da chuva e da neve na frequência e a gravidade dos acidentes rodoviários é abundante.

Embora estudos apresentem uma variedade de métodos para obtenção dos resultados quantitativos em relação ao número de acidentes, a maioria deles indica uma relação entre precipitação e frequência (intensidade) dos acidentes rodoviários (KOETSE, RIETVELD, 2007).

Por sua vez, os acidentes rodoviários afetam o fluxo e a velocidade do tráfego, tornando a relação entre clima, segurança rodoviária, fluxo de tráfego e velocidade de tráfego interessante, mas complexa (KOETSE, RIETVELD, 2007).

O setor de transporte apresenta forte interação com as mudanças climáticas, e gera impactos que podem ser agrupados em duas categorias: aqueles originários pelo setor, tais como as emissões de gases de efeito estufa e poluentes (efeitos negativos sobre o aquecimento global), e aqueles causados pelas mudanças climáticas sobre o setor de transporte.

As inter-relações entre o setor de transporte e as mudanças climáticas, seja na contribuição do setor para o aquecimento global, como nos possíveis efeitos que a mudança climática e a variabilidade de clima podem ocasionar sobre a mobilidade e a infraestrutura de transportes correspondente, sinalizam para a importância dos instrumentos de planejamento em diversos níveis, como medidas necessárias para o êxito de ações de mitigação e adaptação.

No transporte de passageiros, a escassez de sistema de transporte de alta capacidade provoca aumento de consumo de combustível excessivo tanto por conta da

ineficiência do carro, como pelo congestionamento crescente, que impacta indiretamente, assim, o número de acidentes.

No Brasil, projeções indicam que, se a tendência histórica de expansão for mantida na Região Metropolitana de São Paulo, a mancha urbana será o dobro da atual em 2030, aumentando os riscos de enchentes, inundações e deslizamentos, atingindo cada vez mais a população como um todo e, sobretudo, os mais pobres. Principalmente, porque essa expansão deverá ocorrer na periferia, em loteamentos e construções irregulares, e em áreas frágeis, como várzeas e terrenos instáveis, com grande pressão sobre os recursos naturais (INPE, 2010).

Os riscos serão potencializados pelo aumento do número de dias com fortes chuvas. Estudos preliminares sugerem que, entre 2070 e 2100, uma elevação média na temperatura da região de 2° C a 3° C poderá dobrar o número de dias com chuvas intensas (acima de 10 milímetros) na capital paulista (INPE, 2010).

A intensificação das ilhas de calor pelo aumento da temperatura prejudica a dispersão de poluentes. Com isso, espera-se que alguns poluentes tenham a sua concentração ambiental aumentada, notadamente os gases e partículas gerados a partir de processos fotoquímicos atmosféricos, aumentando a mortalidade por conta de doenças respiratórias, entre outras.

Com o aumento na frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, muitos poderão ser os impactos das mudanças climáticas na infraestrutura de transportes. No caso de ocorrência de fortes chuvas, enchentes e inundações, um sistema de transporte eficiente facilitaria a evacuação da população da área afetada, bem como o acesso a prestação de socorro a vítimas de desastres naturais e acidentes.

Em se tratando de revisão da literatura sobre o impacto das alterações climáticas na demanda de transporte, há muito pouca evidência empírica sobre mudanças no comportamento de viagem devido a condições adversas de clima. A maioria dos estudos foca na mudança modal, com foco no uso da bicicleta sob condições meteorológicas diversas e apresentam, por exemplo, a redução no percentual de viagens de bicicletas em dias frios e chuvosos e aumento percentual em dias com condições meteorológicas favoráveis (VAN BOGGELLEN, 2007; RICHARDSON, 2000 *apud* KOETSE, RIETVELD, 2007). Segundo os estudos, temperaturas baixas, vento forte e precipitação

impactam negativamente sobre o uso da bicicleta, que refletem no aumento pela procura do automóvel como forma de transporte.

KOETSE, RIETVELD (2007) se referem em seu estudo a uma pesquisa feita por KHATTAK, DE PALMA (1997) sobre as decisões por modos de viagens de passageiros em Bruxelas, em 1992. Os resultados mostram que 69% dos entrevistados, considerando o seu modo primário de transporte, têm acesso a um modo de transporte alternativo, mas que apenas 5% realmente o faz, em função da estação do ano. Isto sugere que mudanças nos padrões climáticos do verão para o inverno têm apenas um pequeno impacto na escolha modal, uma vez que apenas uma pequena porcentagem dos viajantes utiliza bicicleta para chegar ao trabalho.

Os resultados sugerem que a substituição do carro pelo transporte público no inverno é limitada. No entanto, as respostas às perguntas sobre as decisões de viajar sob condições climáticas adversas revelam que mais da metade dos usuários de automóveis mudam seu modo, a sua hora de partida ou a escolha de rota em condições climáticas adversas. Destas três possibilidades, as mudanças na hora da partida foram mais frequentemente mencionadas a ser uma opção importante em condições meteorológicas adversas (KOETSE, RIETVELD, 2007).

O planejamento de sistemas de transportes deve considerar a análise de risco para o aumento de temperatura, aumento da frequência e intensidade de precipitação, inundações e tempestades. Para isso, é importante uma integração das políticas de clima, transporte e desenvolvimento, bem como o monitoramento de dados climáticos e uma reavaliação das políticas e padrões atuais para transportes.

Considera-se que a infraestrutura de transporte, em todos os modos, possa ser vulnerável aos impactos das mudanças climáticas, mesmo em um futuro próximo. Grande parte dos debates sobre mudanças climáticas e transporte tem sido focada em mitigação dos impactos das emissões de gases de efeito estufa de automóveis. LINDQUIST (2007) relata que nos Estados Unidos, no entanto, a necessidade de vincular a mudança climática e a ciência da variabilidade, (incluindo modelagem, análise e avaliação de riscos, avaliação de impactos regionais, projeções e probabilidades), com estratégias de adaptação, independentemente da causa, aumentou na agenda de decisão do departamento de transporte dos Estados Unidos e do Conselho de pesquisa em transporte.

A tabela 2.2 apresenta uma síntese das condições e variações climáticas que afetam o sistema de transporte, mencionadas na literatura. A tabela 2.3 uma síntese dos impactos e das vulnerabilidades relacionadas ao sistema de transporte.

Tabela 2.2. Síntese dos estudos sobre as condições e variações climáticas que afetam o sistema de transporte.

Estudos	Varição de temperatura	Tempestades	Elevação do nível do mar	Deslizamento de terras	Inundações
USDOT (2002)	X	X	X		
MEYER (2006)	X	X	X		X
PETERSON <i>et al.</i> (2006)		X			X
KOETSE, RIETVELD (2007)	X	X			
LINDQUIST (2007)	X	X	X		
REPETTO (2008)					X
HEEJUNG <i>et al.</i> (2009)	X	X			
YEVDOKIMOV (2010)	X	X	X	X	

Fonte: Elaboração própria. Elaborado a partir da revisão dos trabalhos mencionados.

Tabela 2.3. Síntese dos estudos sobre impactos e vulnerabilidades relacionadas ao sistema de transporte.

Estudos	Econômicos	Humano	Sobre as estruturas/ pavimentos e trilhos	Inundações de Túneis	Segurança viária	Mobilidade urbana	Planejamento e projeto da
USDOT (2002)	X			X		X	X
MEYER (2006)			X	X			

PETERSON <i>et al.</i> (2006)			X				
KOETSE, RIETVELD (2007)	X				X	X	
LINDQUIST (2007)			X	X		X	
REPETTO (2008)			X	X			
HEEJUNG <i>et al.</i> (2009)			X			X	
YEVDOKIMOV (2010)	X	X					

Fonte: Elaboração própria.

Apesar dos trabalhos existentes na literatura não serem conclusivos em relação ao tema tratado, observa-se convergência para as condições e variações climáticas que afetam o sistema de transporte, dentre elas: variação de temperatura, temperaturas elevadas e muito baixas, tempestades (precipitação intensa), elevação do nível do mar e inundações associadas às tempestades.

Verifica-se, ainda, em relação aos impactos sobre o sistema de transporte, maior consenso sobre a vulnerabilidade da totalidade das obras de infraestrutura de transporte (rodoviária, ferroviária, portuária, aeroportuária, tuneis e pontes) em todos os seus aspectos: pavimentos, trilhos, fundações, dentre outras.

Assim, as mudanças e variações climáticas afetam a acessibilidade proveniente da infraestrutura de transporte e impactam negativamente sobre a mobilidade, tanto no padrão de viagens, quanto no incremento dos congestionamentos.

2.3.3 Alternativas de Adaptação para transportes

Atualmente é possível observar uma tendência em que os tomadores de decisão começam a aceitar o fato da mudança climática e da necessidade de explorar estratégias

de adaptação relacionadas, tais como, a implementação de medidas políticas para reduzir os custos dos danos potenciais relacionados (KOETSE, RIETVELD, 2007).

Segundo o estudo, uma observação importante é que as medidas de mitigação e estratégias de adaptação estão inter-relacionadas: grandes oportunidades de mitigação têm implicações para a urgência de se implementar medidas de adaptação.

A infraestrutura de transporte é construída para enfrentar uma ampla variação das condições meteorológicas e de clima. A perspectiva de mudanças climáticas antropogênicas significa que certas suposições sobre condições atmosféricas futuras podem estar erradas, resultando possivelmente na deterioração prematura ou falha da infraestrutura. Felizmente a vida útil é suficientemente curta para muitos tipos de infraestrutura de transporte (por exemplo, menos de 25 anos) para facilitar a relação custo-benefício de substituição usando projetos melhorados. Em outros casos, como pontes e instalações portuárias, mudanças esperadas no clima poderão ocorrer previamente, durante a vida útil esperada, possivelmente forçando a reconstrução com custos elevados, recuperação ou realocação (USDOT, 2002).

Um ajuste de longo prazo para transportes é que projetos de infraestrutura devam considerar as características relevantes das condições meteorológicas, tais como, o desempenho dos diversos modos em condições meteorológicas extremas, como altas ou baixas temperaturas, chuvas fortes, nevoeiro, vento forte, etc. É preciso estar ciente de que condições meteorológicas e de clima poderão afetar não apenas o lado da demanda no mercado dos transportes, mas também o lado da oferta. A oferta também pode ser afetada em curto prazo por variações climáticas, por exemplo, quando as operações de empresas, como ferroviárias e aeroportuárias, são interrompidas devido a condições de vento extremo (KOETSE, RIETVELD, 2007).

Experiência sobre estratégias de adaptação em transporte nos Estados Unidos foi apresentada por LINDQUIST (2007), que relata que estratégias de adaptação às mudanças climáticas em grande escala nos Estados Unidos serão principalmente tratadas em nível subnacional. Em se tratando de infraestrutura de transporte, essa adaptação terá que ocorrer nos seguintes níveis: 1) departamentos de transporte (DOT, sigla em Inglês) em cada um dos 50 estados americanos, e 2) Organizações de Planejamento Metropolitano (MPOs, sigla em Inglês), planejamento de transportes regionais e agências de apoio. Segundo o autor, grande parte dos impactos da

variabilidade climática poderão ser sentidos em todos estes níveis, com implicações negativas caso não desenvolvam estratégias de adaptação.

A respeito do potencial de perda de bilhões de dólares, a possibilidade de impactos das mudanças climáticas sobre a infraestrutura de transporte tem recebido pouca atenção. Grande parte do foco sobre clima e transporte tem sido sobre os impactos ao meio ambiente, causados por fontes de transporte, tais como emissões de automóveis. No entanto, considerações sobre adaptação aos impactos potenciais do aumento do nível do mar, mudanças na precipitação e temperatura, aumento na magnitude e frequência de tempestades severas são igualmente importantes, a forma como a infraestrutura de transporte e seus sistemas associados de governança irão responder às mudanças vem sendo relegado ao segundo plano. Isto é particularmente importante em áreas vulneráveis à elevação do nível do mar, tempestade e inundações (LINDQUIST, 2007).

Estudo desenvolvido pela Universidade de Cambridge avaliou o efeito das mudanças climáticas e seus impactos no sistema de transporte da costa do golfo, e conclui que os projetos de infraestrutura de longo prazo, principalmente para pontes, deverão considerar os impactos das altas temperaturas no futuro. Segundo o estudo, os impactos do aumento do nível do mar serão significativos para algumas regiões, e rodovias situadas em áreas de risco deverão ser redesenhadas para adaptar às mudanças como parte de estratégia de redesenho urbano. Os efeitos mais intensos sobre as rodovias serão devido ao aumento no número de tempestades severas, que poderão ser tão intensas que esforços de identificar e proteger as pontes devem ser uma prioridade (US TRB, 2008).

Estudos têm identificado os principais setores vulneráveis às mudanças climáticas que podem reduzir significativamente os danos evidenciados. Tais estudos indicaram que os problemas causados à agricultura, silvicultura e outras atividades econômicas podem ser reduzidos se os agentes econômicos se adaptarem de forma eficiente (REPETTO, 2008).

Segundo KOETSE, RIETVELD (2007), a maioria dos estudos relacionados a clima e transporte tem foco no impacto das condições climáticas atuais, embora haja também alguns onde os padrões sazonais são estudados. Com relação ao potencial de longo prazo dos efeitos das mudanças climáticas para o transporte, os padrões sazonais

podem ajudar quanto aos ajustes de longo prazo à mudança climática e contribuir para medidas de adaptação futuras e aumentar a resiliência do setor.

O planejamento de transportes deverá considerar medidas de adaptação para garantir a mobilidade das populações. Mobilidade resiliente se refere à necessidade de aumentar a resiliência climática dos sistemas de transporte (TRL, 2011). Sistemas de transporte resilientes podem também apoiar nos esforços de evacuação e prestação de ajuda no caso de ocorrência de desastres e adaptação às possíveis mudanças climáticas futuras.

O Brasil já vem experimentando em determinadas regiões episódios de danos causados às ruas e estradas em função de enchentes e deslizamentos de terra, cenário que só tende a agravar-se com a intensificação do fenômeno (INPE, 2010).

O próprio planejamento urbano está intimamente relacionado com o tema. A opção por cidades mais ou menos compactas, a definição da capacidade das vias de circulação para fins de tráfego, bem como, o estudo da localização do traçado, levando-se em conta critérios de drenagem pluvial e áreas de risco, são exemplos que refletem a imprescindibilidade da inserção da variável climática na estruturação das cidades (INPE, 2010).

A falta de integração dos diferentes modos no sistema de transporte constitui uma vulnerabilidade. Países em desenvolvimento como o Brasil, precisarão investir na integração dos diversos modos de transporte, criando assim uma mobilidade resiliente.

Estudo desenvolvido por MEYER (2006) sobre padrões para projetos de infraestrutura de transporte nos Estados Unidos avalia medidas de engenharia para adaptar ao contexto de mudanças ambientais como as mudanças climáticas. Segundo o autor, muitos estudos avaliaram os possíveis efeitos das mudanças climáticas nos projetos de infraestrutura e instalações de transporte.

Numa perspectiva regional, três cidades norte americanas foram avaliadas e foi possível concluir que os sistemas de transporte poderão ser impactados especialmente por inundações. Os seguintes componentes da infraestrutura do sistema de transporte são mais vulneráveis às mudanças climáticas e eventos climáticos extremos (MEYER, 2006 *apud* SO HOO, 2005) e deverão ser considerados em estratégias e medidas de adaptação:

- Pontes e bueiros (aumento da precipitação média anual, aumento da intensidade de eventos de precipitação, aumento do nível do mar),
- Calçadas e estradas costeiras (aumento do nível do mar e aumento da frequência e intensidade de tempestades),
- Superfícies de pavimento (aumento médio da temperatura anual),
- Drenagem superficial (aumento da intensidade de eventos de precipitação), e
- Estabilidade de encostas (aumento médio da precipitação anual e aumento da intensidade de eventos de precipitação).

Adaptação aparece como um cobenefício do transporte sustentável, e deve contribuir para o aumento da mobilidade e da resiliência das cidades. Os sistemas de transportes devem ser eficientes com base na integração modal. O IPCC já adverte para a necessidade de adoção de medidas de adaptação consistentes em novos traçados ou realocação de vias, normas para projetos e planejamento de estradas, ferrovias e outras estruturas, drenagem dos solos, para fazer frente ao aquecimento (IPCC, 2007b).

A adaptação aos efeitos das mudanças climáticas ou, mais especificamente, aos impactos da elevação do nível do mar e eventos climáticos extremos, assim como às sinergias entre eles, exigirá ações integradas e coordenadas envolvendo diferentes escalas e temas. Elas contemplarão ações no âmbito metropolitano, das bacias hidrográficas e dos territórios dos municípios costeiros, até alcançar a escala de áreas específicas (encostas, lagoas, manguezais etc.) identificadas, por exemplo, segundo critérios de vulnerabilidade (INPE, 2011; EGLER, GUSMÃO, 2013).

É importante considerar a adaptação dos sistemas de transporte, seja na integração dos diversos modos proporcionando assim o aumento da mobilidade. As ferrovias são uma alternativa de significativa importância para redução do número de veículos do sistema viário, reduzindo a queima de combustíveis e a emissão de poluentes. Nesse sentido, investimentos na ampliação das linhas de metrô e trens interurbanos deveriam ser mantidos, uma vez que transportam grandes quantidades de passageiros e reduzem o número de veículos nas ruas e avenidas (INPE, 2010).

Muitas ações que facilitam a adaptação às alterações climáticas são realizadas para lidar com eventos extremos atuais, como ondas de calor e ciclones. Muitas vezes, as iniciativas de adaptação planejadas também não são realizadas como medidas

independentes, mas incorporadas em iniciativas setoriais mais amplas, tais como planejamento de recursos hídricos, defesa costeira e planejamento de gestão de desastres (IPCC, 2007b).

Este capítulo contextualizou sobre o problema das mudanças climáticas, que dado o conhecimento atual sobre clima, as projeções apontam que as cidades de todo o mundo deverão ser impactadas, em diferentes proporções, a depender do grau de vulnerabilidade. O setor de transportes foi selecionado como um setor prioritário dado a sua importância para a mobilidade das populações em grandes centros urbanos.

É possível verificar que os transportes em cidades são responsáveis por grande parcela das emissões de gases de efeito estufa. Contudo, uma contribuição deste trabalho é a consideração dos impactos, vulnerabilidades e medidas de adaptação para o setor tendo em vista que poucos são os estudos sobre adaptação. A literatura atual disponível sobre o tema está associada à mitigação das mudanças climáticas. Por fim, o item 2.4 a seguir apresenta as projeções de clima para o Rio de Janeiro, que são utilizadas como elemento do plano de resiliência para o setor de transporte, tratado no capítulo 4, item 4.3, e auxiliará na tomada de decisão.

2.4 Projeções de Clima para o Rio de Janeiro

A Região Metropolitana do Rio de Janeiro é a maior aglomeração urbana da costa brasileira, com uma população de cerca de 11,5 milhões de habitantes em 2010. Como todo grande aglomerado urbano, a RMRJ comporta elementos (relevo, cobertura vegetal, infraestruturas, atividades produtivas, etc.), fluxos (de pessoas, veículos, cargas, serviços, etc.) e vulnerabilidades (propensão a deslizamentos de encostas, disponibilidade/qualidade das águas e riscos associados a complexos industriais, etc.) que se combinam de forma diferente conforme a parcela do espaço metropolitano que se analisa (EGLER, GUSMÃO, 2013).

Segundo os resultados do censo de 2010, 75% dos habitantes do Estado vivem na RMRJ, que já passou por muitas configurações territoriais desde que foi criada em 1974. Sua definição, atual, segundo a Lei Complementar Estadual nº133 de 2009, compreende os municípios do Rio de Janeiro, Belford Roxo, Duque de Caxias,

Guapimirim, Itaboraí, Japeri, Magé, Maricá, Mesquita, Nilópolis, Niterói, Nova Iguaçu, Paracambi, Queimados, São Gonçalo, São João de Meriti, Seropédica, Tanguá e Itaguaí.

A figura 2.3 a seguir apresenta o crescimento populacional da Região Metropolitana do Rio de Janeiro de 1991 a 2010. Observar que Mangaratiba e Cachoeiras de Macacu são integrantes da atual delimitação da RMRJ (INPE, 2011).

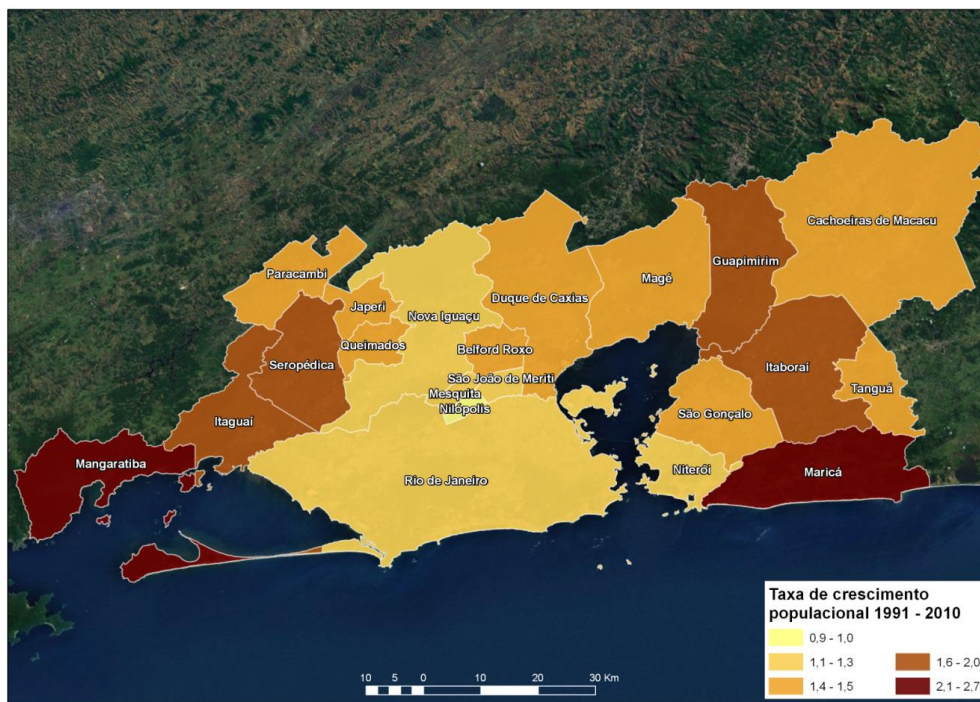


Figura 2.3: Taxa de crescimento populacional 1991-2010 dos municípios da RMRJ. Fonte: IBGE; INPE (2011).

Na condição de megacidade global da costa atlântica sul-americana, o Rio de Janeiro, no que diz respeito à população e quanto às dimensões dos riscos ambientais associados às mudanças climáticas, está situado em áreas de restingas e lagoas e com um numeroso contingente de população de baixa renda vivendo em áreas particularmente vulneráveis aos eventos meteorológicos extremos no contexto do Atlântico Sul (UN-HABITAT, 2011).

Em 2007, uma série de relatórios acerca dos impactos das mudanças climáticas sobre a cidade do Rio de Janeiro foi produzida sob coordenação do Instituto Pereira Passos. Para esta produção, os autores basearam-se nos relatórios produzidos pelo IPCC, divulgados no mesmo ano. Assim, os temas abordados foram: micro-clima e eventos climáticos extremos, drenagem urbana, ecossistemas de encostas, lagoas, manguezais, sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, saúde, visão

geoeconômica e impactos sobre a zona costeira da cidade, além de um mapeamento referente às áreas afetadas pela elevação do nível do mar.

Além dos impactos sobre o território e a população, os autores também levantaram as dificuldades enfrentadas na coleta de informações sobre o tema em relação ao município, os desafios a enfrentar e as ações mais urgentes a serem executadas. Neste sentido, foi ressaltada a precariedade dos dados meteorológicos locais, a insuficiência na quantidade e a dispersão das estações, inclusive com mudanças nas localizações, o que dificulta ainda mais o estudo sobre mudanças no clima (MAIA, 2007; BARBOSA, 2011).

Alguns municípios, que já se encontram em condições bastante precárias em termos de infraestrutura e serviços, tenderão a experimentar maiores dificuldades que para se adaptarem às mudanças climáticas. Dependendo das novas pressões que recebam em consequência da elevação do nível do mar combinada aos eventos climáticos extremos, é admissível uma evolução cada vez mais desequilibrada da equação pressões x capacidade de resposta.

Atenção especial para os municípios localizados na parte leste da baía da Baía de Guanabara por serem áreas significativas situadas na zona de risco de alagamentos (abaixo de 10 m em relação ao nível médio atual do mar). Os municípios do entorno da Baía de Guanabara, como Duque de Caxias, Nova Iguaçu e São Gonçalo se tornam especialmente vulneráveis por conta da carência de serviços coletivos, principalmente saneamento básico, oferecidos à população (INPE, 2011).

O aquecimento global pode mudar o clima da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, promovendo impactos na orla e redefinindo a linha da costa. A expectativa é que a região se torne mais quente e úmida até o final do século. As praias podem perder areia e as zonas costeiras de baixa elevação podem sofrer ainda mais com inundações.

O clima no município do Rio de Janeiro está se tornando mais úmido, principalmente na região florestada. Com relação à temperatura do ar, as análises mostram que o clima está se tornando mais quente na capital fluminense e provavelmente também na RMRJ (INPE, 2011).

Em relação aos impactos das mudanças climáticas no sistema de drenagem urbana da cidade, o aumento da ocorrência de eventos extremos deve ser visto como direcionador para solução das cheias urbanas. Segundo o autor, o fenômeno das cheias

está relacionado à falha do sistema de drenagem, que se dá, dentre outros fatores, pela ocorrência de eventos hidrológicos extremos e pelo aumento da maré no exutório⁶ da bacia, em função da elevação do nível do mar. No entanto, se estes dois fatores se somarem, como está previsto pelo IPCC, a gravidade dos problemas será ainda maior, tendo em vista que, haverá um maior volume de água a ser escoado por um sistema com menor capacidade de descarga (AZEVEDO *et al.*, 2007; BARBOSA, 2011).

Referente à vulnerabilidade das encostas frente às mudanças climáticas, de acordo com COELHO NETTO (2007), essa tende a aumentar. No entanto, não apenas em função da descarga hídrica despejada sobre as encostas durante os eventos de chuva extremos, mas, principalmente, pela redução da cobertura vegetal, que é fator fundamental para o controle da estabilidade das mesmas (BARBOSA, 2011).

Como todo grande aglomerado urbano, a RMRJ comporta elementos (relevo, cobertura vegetal, infraestruturas, atividades produtivas etc.), fluxos (de pessoas, veículos, cargas, serviços etc.) e vulnerabilidades (propensão a deslizamentos de encostas, disponibilidade/qualidade das águas e riscos associados a complexos industriais etc.) que se combinam de forma diferente conforme a parcela do espaço metropolitano que se análise.

No cenário A2 do IPCC haverá aumento generalizado de temperatura no Estado do Rio de Janeiro (ERJ), em um gradiente de maior para menor intensidade de leste para oeste. Por outro lado, foram projetadas anomalias negativas de precipitação para todo o Estado, sendo estas mais intensas na Região Centro-Sul e menos intensas nas regiões Norte-Noroeste (NOBRE *et al.*, 2008).

No que diz respeito aos valores e índices de anomalias de clima, a avaliação foi estabelecida para dois cenários (A1T e A1FI), mas a discussão/avaliação foi concentrada no cenário considerado “pior”, ou seja, aquele que trará maiores impactos, que é o A1FI — uso intensivo de combustíveis fósseis. Isto foi feito para se ter uma melhor ideia dos problemas futuros a serem enfrentados pelo ERJ e, também, porque a trajetória recente de emissões globais de carbono e o fracasso em se obter acordos internacionais de redução de emissões apontam para a manutenção do atual ritmo do aquecimento do planeta (CONFALONIERI *et al.*, 2007).

⁶ Exutório é um ponto de um curso d'água onde se dá todo o escoamento superficial gerando no interior uma bacia hidrográfica banhada por este curso.

Em relação aos valores projetados para as anomalias de chuva e temperatura para os municípios do ERJ, no período abrangido pelo estudo, deve ser enfatizado que são de intensidade suficiente para alterar processos ambientais importantes, como é o caso do ciclo das águas nos sistemas naturais, além de outros setores não analisados como, por exemplo, a produção agropecuária. É reconhecido, atualmente, que muitos dos impactos da mudança climática na saúde e bem estar da população humana ocorrem de forma indireta, com mediação de processos ambientais e sociais (CONFALONIERI *et al.*, 2007).

Para o pior cenário climático aplicado, o índice sintético de vulnerabilidade municipal (IVMp-A1FI) apontou um conjunto de municípios da macrorregião Metropolitana e seu entorno como o mais suscetível de sofrer maiores impactos do clima no futuro. Este conjunto de informações agregadas permite a identificação deste “hotspot” metropolitano, mas os indicadores parciais também podem ser utilizados para a orientação de políticas setoriais, sejam de saúde, socioeconômicas ou de proteção ambiental (CONFALONIERI *et al.*, 2007).

Para analisar as vulnerabilidades da RMRJ, CONFALONIERI *et al.* (2007) consideraram três principais decorrências da mudança climática: aumento do nível do mar, alteração da distribuição espaço-temporal da pluviosidade na RMRJ e aumento da temperatura média anual. Estes possuem efeitos na RMRJ quando analisados individualmente, mas principalmente quando analisados em conjunto. Condições extremas serão consideradas todas as vezes que for plausível sua aplicabilidade.

A seguir é apresentado um resumo sobre as vulnerabilidades relacionadas ao aumento do nível do mar, alteração da distribuição espaço-temporal da pluviosidade e aumento da temperatura média anual.

2.4.1 Aumento do nível do mar

Independente do grau de aumento do nível dos oceanos, as áreas de maior vulnerabilidade são as zonas costeiras de baixa elevação, que também são vulneráveis à ocorrência de eventos extremos, como ventos intensos, ondas de tempestade, chuvas torrenciais e períodos mais prolongados de seca. Combinados, estes eventos podem

produzir efeitos devastadores na zona costeira, com impactos sociais, econômicos, de infraestrutura e ecológicos (INPE, 2011).

No caso do Rio de Janeiro, temos uma Região Metropolitana de alcance nacional e densamente povoada quase toda localizada em terras baixas litorâneas. As praias oceânicas estão mais vulneráveis a esse perigo, pois, no caso da RMRJ, são expostas diretamente à ação das ondas, estando inclusive voltadas para a direção das ressacas que alcançam o litoral desta porção do estado. Todavia, em geral, essas praias não são mais capazes de se adaptar a uma nova condição de nível médio do mar, por retrogradação, já que são limitadas em seu pós-praia por muros, calçadões, avenidas e/ou outros tipos de construções (MANDARINO, ARUEIRA, 2012).

As áreas mais vulneráveis correspondem principalmente às planícies de inundação dos rios que deságuam nas baías da Guanabara e Sepetiba e ao entorno das lagoas costeiras das baixadas de Jacarepaguá e de Marica. Nestas áreas as margens são altamente urbanizadas e servem para o esgotamento de resíduos urbanos lançados nos rios sem tratamento (INPE, 2011), diminuindo sua resiliência além de causar outros grandes distúrbios em diversas áreas inclusive saúde pública.

A figura 2.4 apresenta o mapa que aponta as possíveis consequências, para a linha de costa da RMRJ, da elevação do nível médio do mar, como resultado das mudanças climáticas.

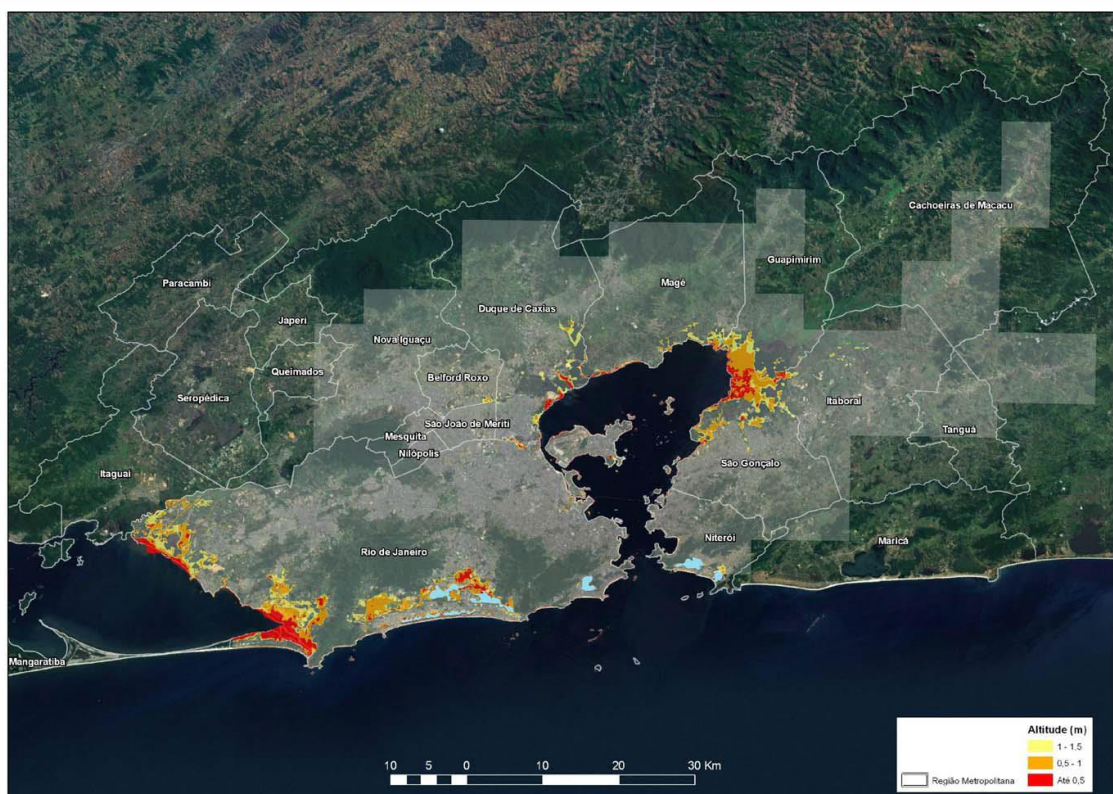


Figura 2.4. Áreas vulneráveis à redefinição da linha de costa pela elevação do nível médio do mar. Fonte: MANDARINO, ARUEIRA (2012).

No cenário mais pessimista, o Município do Rio chegaria a ter mais de 10% de sua área total atingida com a elevação do nível do mar (MANDARINO, ARUEIRA, 2012). A cidade do Rio de Janeiro tem experimentado uma maior vulnerabilidade decorrente das chamadas marés meteorológicas, que provocam além do aumento do nível do mar, a aproximação de grandes ondas e de ressacas, produzidas por ciclones no Atlântico Sul. Este cenário somado a eventos de chuvas extremas causará inundações ainda mais difíceis de escoar (INPE, 2011).

Alterações no sistema rio-planície de inundação combinadas com a elevação do nível do mar e a possibilidade de chuvas torrenciais nas encostas da Serra do Mar conferem a essas áreas, também, um elevado grau de vulnerabilidade às mudanças climáticas, principalmente considerando sua elevada densidade demográfica e produtiva (INPE, 2011).

A Região Metropolitana do Rio de Janeiro, uma das maiores metrópoles litorâneas do hemisfério sul, voltada diretamente ao Oceano Atlântico ou às baías de Guanabara e Sepetiba, dotada de significantes sistemas lagunares costeiros e manguezais, apresenta vulnerabilidade especial relacionada aos efeitos das mudanças

climáticas na superfície terrestre. A elevação do nível médio do mar em um sítio com essas características trará impactos ambientais, sociais e econômicos de diferentes ordens de grandeza (MANDARINO, ARUEIRA, 2012).

2.4.2 Alteração da distribuição espaço-temporal da pluviosidade

Estudo realizado pelo INPE (2011) observou, a partir da análise de séries históricas de variáveis meteorológicas das estações Alto da Boa Vista (de janeiro de 1967 a dezembro de 2007) e Santa Cruz (de janeiro de 1964 a dezembro de 2009) do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), como o clima do Rio de Janeiro vem mudando. Pelas análises, percebe-se que o clima no município do Rio de Janeiro está se tornando mais úmido, principalmente na região florestada.

Os totais pluviométricos anuais estão em elevação (7,8 mm/ano no Alto da Boa Vista e 2,5 mm/ ano em Santa Cruz), assim como o número de dias com precipitação maior ou igual a 30 mm e 50 mm tem ocorrido com maior frequência. As tendências na precipitação são mais marcantes no Alto da Boa Vista do que em Santa Cruz. Essa diferença pode estar associada tanto ao efeito de ilha de calor urbana. O aquecimento extra gerado pela ilha de calor no Rio de Janeiro possivelmente altera a direção e intensidade das brisas marítima e terrestre, que por sua vez podem alterar os padrões de transporte de umidade no município (INPE, 2011).

As chuvas ocorridas em abril de 2010 causaram caos nas cidades de Rio de Janeiro e Niterói, levando ao desabamento e soterramento de casas, ao alagamento de grandes parcelas dos dois municípios, além de centenas de mortes. Além do despreparo com relação a ações emergenciais em eventos de chuva extremos, o episódio mostrou a necessidade de integração de medidas de prevenção às mudanças climáticas nas políticas públicas urbanas, principalmente em relação aos grupos mais vulneráveis (BARBOSA, 2011).

Em relação à cidade do Rio de Janeiro, já pode ser observado o aumento da ocorrência de eventos de chuva extremos. É sabido que este tipo de evento é recorrente na história da cidade, assim como suas consequências mais graves, como a perda de vidas. No entanto, se faz necessário que medidas eficazes sejam tomadas buscando amenizar os efeitos destes eventos.

2.4.3 Aumento da temperatura média anual

Com relação às modificações climáticas locais, ainda que os dados não sejam precisos o suficiente para afirmar com consistência, observa-se tendências de aumento da temperatura média mensal, principalmente no inverno. Os dias tendem a se tornar mais quentes, assim com as mínimas noturnas tendem, a ser mais elevadas. A ilha de calor da Cidade, atualmente localizada na região Bangu, Realengo e entorno tende a se ampliar (MAIA, 2007; BARBOSA, 2011).

Com relação à temperatura do ar, as análises mostram que o clima está se tornando mais quente na capital fluminense e provavelmente também na RMRJ. O número de dias no ano em que a temperatura máxima é superior a 25°C exibe forte elevação no Alto da Boa Vista, com aumento de 1,5 dia/ano, enquanto os dias mais frios estão menos frequentes. Já o índice que mostra o número de dias no ano quando a temperatura mínima é superior a 20°C exibe tendência de elevação, com elevação de 0,9 dia/ano para a estação de Santa Cruz, mas não para a estação do Alto da Boa Vista, enquanto as noites com uma mudança na circulação em escala sinótica, quanto com a circulação local devido.

As projeções do modelo Eta Climático, cenário A1B do IPCC, sugerem que o clima na cidade do Rio de Janeiro deverá ficar mais quente até o final do século XXI, seguindo o padrão que já está sendo observado no município no clima presente. Projeta-se, principalmente, um aumento da maior temperatura máxima anual, aumento (redução) na frequência de ocorrência de dias e noites quentes (frios) e aumento na duração das ondas de calor (SILVA *et al.*, 2011).

Reiterando a hipótese de aumento de temperatura média anual, modelos climáticos futuros indicam que o clima no Rio de Janeiro deve ficar mais quente até o final do século 21. As projeções indicam aumento da maior temperatura máxima anual e da frequência de ocorrência de dias e noites quentes, redução de dias e noites frios, aumento da duração das ondas de calor e se espera maior frequência e intensidade nas chuvas (INPE, 2011).

Acompanham as mudanças nas temperaturas médias os períodos de estiagem e a maior concentração dos períodos de precipitação. Desta forma, a ocorrência de eventos

extremos também se altera, com “intensificação de ventos associados a tempestades e vórtices ciclônicos no Oceano, próximos ao litoral”, intensificação da ocorrência de nuvens do tipo Cumulonimbus⁷ e chuvas locais fortes, trajetórias mais litorâneas de Cumulonimbus frontais, “aumento das precipitações nas encostas litorâneas voltadas para o oceano”, “aumento da instabilidade atmosférica no verão, com correspondente aumento dos episódios de chuvas fortes e inundações”, “aumento das concentrações de ozônio ar urbano, decorrentes do aumento da frota circulante e do aquecimento urbano” e “aumento do número de queimadas nas áreas de preservação situadas no município” (MAIA, 2007; BARSOSA, 2011).

Diante do exposto, a cidade do Rio de Janeiro necessita de medidas de redução dos efeitos das mudanças climáticas em função de sua vulnerabilidade com vistas à adaptação e construção de resiliência. Considerando o grande contingente populacional vulnerável, que já vem sofrendo com os efeitos dos eventos climáticos extremos, a adoção de um plano de resiliência a este novo quadro que se apresenta é a solução ideal para nortear estas medidas a serem tomadas.

O setor de transportes foi considerado como um setor prioritário na cidade do Rio de Janeiro. No capítulo 4 deste trabalho é apresentada uma proposta de um plano de resiliência para o setor de transportes.

⁷ São nuvens associadas às precipitações do tipo convectivas. “As nuvens cumulonimbus organizadas em torno do vórtice dos ciclones tropicais trazem precipitação intensa e prolongadas por grandes áreas” (AYOADE, 1998, p. 163; BARBOSA, 2011).

Capítulo 3. A Importância de Cidades Resilientes

3.1 O conceito de Resiliência

Resiliência é um termo emprestado da física, que transita entre aspectos físicos, biológicos e psíquicos, e significa a capacidade de um corpo voltar ao seu estado natural depois de uma adversidade. Refere-se à propriedade de alguns materiais de acumular energia quando submetidos a estresse e forças externas, sem ocorrer uma ruptura. Também no campo da psicologia, o termo foi incorporado para explicar a capacidade de um indivíduo de lidar com obstáculos, pressões e situações adversas, a ponto de não entrar em crise ou surto. Na biologia, a palavra retrata o potencial de um ecossistema de retornar à condição original após perturbações ambientais (VTPI, 2014).

Resiliência (também chamado de confiabilidade e gestão de riscos) refere-se à capacidade de um sistema para acomodar condições variáveis e inesperadas, sem falha catastrófica, ou "a capacidade de absorver choques graciosamente" (FOSTER, 1993; VTPI, 2014).

Como parte da conceituação de uma estrutura para aumentar a resiliência das comunidades, esta tem sido definida como a capacidade de um sistema reduzir as chances de um choque, absorver um choque tão grande, se ocorrer (redução abrupta do desempenho) e de recuperar rapidamente após um choque (restabelecer o desempenho normal). Mais especificamente, um sistema resiliente é o que apresenta (BRUNEAU *et al.* 2003; 2006):

1. Redução das probabilidades de falha;
2. Redução das consequências de falhas, em termos de vidas perdidas, danos e consequências econômicas e sociais negativas;
3. Redução do tempo de recuperação (restauração de um sistema específico ou um conjunto de sistemas para o seu nível "normal" de desempenho funcional).

Ainda de acordo com (BRUNEAU *et al.*, 2006) resiliência para ambos os sistemas físicos e sociais pode ser definida como consistindo das seguintes propriedades:

- Robustez: a força, ou a capacidade de elementos, sistemas e outras medidas de análise para resistir a um determinado nível de estresse ou demanda sem sofrer degradação ou perda de função;
- Redundância: na medida em que elementos, sistemas ou outras medidas de análise existentes são substituíveis, ou seja, capaz de satisfazer os requisitos funcionais em caso de ruptura, degradação ou perda de funcionalidade;
- Desenvoltura: a capacidade de identificar problemas, estabelecer prioridades e mobilizar recursos quando existem condições que ameaçam perturbar algum elemento, sistema ou outras medidas de análise.
- Rapidez: a capacidade de atender as prioridades e atingir os objetivos em tempo hábil, a fim de conter as perdas, recuperar a funcionalidade e evitar futuras interrupções.

Resiliência em transportes pode ser avaliada em vários níveis (VTPI, 2014):

- A nível individual, significa que as pessoas têm opções de transporte necessárias para satisfazer as suas necessidades, mesmo sob condições incomuns e inesperadas, como quando seu automóvel quebra, se tornou deficiente físico após acidente, ou tem a sua renda reduzida.
- Ao nível da comunidade, significa que um sistema de transporte pode, com segurança e eficiência, acomodar condições incomuns, incluindo projetos de construção, emergências, eventos especiais e coleta; e que o sistema de transporte pode proporcionar acessibilidades básicas a pessoas com necessidades especiais, incluindo as pessoas com baixa renda, deficientes físicos, ou que não falam a língua local.
- Em um nível de “design”, significa que as instalações podem suportar exigências extremas e condições inesperadas, incluindo as principais falhas de equipamentos, desastres e as novas tecnologias.
- Ao nível econômico, significa que os serviços de transporte podem ser fornecidos se um determinado recurso, como o petróleo, torna-se escasso e caro.
- Em um nível de planejamento estratégico, significa que um sistema de transporte pode atender objetivos econômicos, sociais e ambientais a longo prazo sob uma ampla gama de condições futuras imprevisíveis (desenvolvimento sustentável).

Em resumo, resiliência reflete a incerteza ou incapacidade de saber qual combinação de condições irá ocorrer no futuro. Se o futuro foi previsível, Resiliência perderia a sua importância: os indivíduos e comunidades simplesmente necessitam se planejar para um conjunto de condições. Mas, sendo o futuro imprevisível, é necessário se planejar para uma ampla gama de condições possíveis, incluindo algumas improváveis de ocorrer, mas que possam resultar em danos significativos se não forem antecipadas.

A Resiliência tende a aumentar, se um sistema tem a diversidade, redundância, eficiência, autonomia e força em seus componentes críticos. Isso permite que o sistema continue a funcionar mesmo que um componente seja quebrado, se um determinado recurso se tornar escasso, se um tomador de decisão em particular não estiver disponível, etc. Permite que o sistema acomodar uma ampla gama de necessidades e condições dos usuários (VTPI, 2014).

Adaptação às mudanças climáticas pode ser entendida como uma série de respostas aos impactos atuais e potenciais da mudança do clima, com objetivo de minimizar possíveis danos e aproveitar as oportunidades potenciais. Estas respostas podem assumir diversas formas, desde infraestrutura, de engenharia, até a de adaptação por ecossistemas.

Além da adaptação a mudanças, a resiliência está relacionada ao grau de organização social capaz de aprender com desastres passados e se proteger contra riscos futuros. A capacidade de adaptação de um sistema depende de duas variáveis: vulnerabilidade, que é o grau de suscetibilidade dos sistemas (ecológicos, geofísicos e socioeconômicos) para lidar com os efeitos adversos da mudança do clima; e a resiliência. Quanto menor a vulnerabilidade de um sistema e maior a resiliência, maior será o seu potencial de adaptação.

A capacidade homeostática ou capacidade de recuperação e restauração da estrutura original do sistema submetido a certo nível de perturbação vai depender de uma série de mecanismos internos de defesa, capazes de atuar com certa eficiência antes que se rompa o limite da capacidade de resiliência, a partir do qual o sistema busca estabelecer um novo nível de equilíbrio termodinâmico, por meio daquilo que Muñoz (1998) denomina de “passagem estrutural” e as três possibilidades distintas apresentadas seguir (ROMERO; JIMÉNEZ, 2002; FIGUEIRÓ, 2011):

- Passagem Simples, quando o sistema assume uma nova condição estrutural sem que haja possibilidade de retorno das condições originais, devido à ultrapassagem dos patamares de resiliência e à manutenção dos níveis de perturbação, como ocorre com a expansão dos sistemas socioambientais urbanos.
- Passagem complexa, que ocorre quando o sistema vai sofrendo uma degradação estrutural sistemática e não tão evidente, a partir de uma sucessão de perturbações de diferentes níveis. Transcorrido certo intervalo de tempo, o retorno dos sistemas com passagens estruturais complexas às condições originais também tende a ser inviável. Os processos que levam à degradação da relação solo-vegetação em vertentes florestadas, alterando o nível de funcionalidade destes sistemas tendem a compor esta passagem estrutural complexa, a qual normalmente acaba sendo sucedida por uma passagem simples, representada pela movimentação profunda de massa na vertente.
- Passagem com inércia. Este é o único tipo cuja mudança permanece acima do limite de resiliência do sistema, permitindo, portanto, que o mesmo retorne às condições estruturais originais tão logo o foco da perturbação desapareça. Sistemas que tenham passagem com inércia não estão ligados apenas a níveis mais superficiais de perturbação, mas, principalmente, a dinâmicas mais complexas de auto-organização, o que rebaixa em muito os patamares de recuperação homeostática. É exatamente esta a característica que nos permite afirmar que os sistemas socioambientais se afastam do comportamento determinístico-linear para se definirem em função do jogo de forças dialéticas que controla as mudanças de estado do sistema.

Tal flexibilidade, segundo RIHANI (2002) é condição indispensável ao seu processo evolutivo, uma vez que, para que os sistemas dissipativos possam evoluir, eles precisam, ao mesmo tempo, a instabilidade interna que lhe predispõe à mudança e a estabilidade (resiliência) que lhe permita absorver estas mudanças sem comprometer significativamente o seu processo de auto-organização (FIGUEIRÓ, 2011).

A consequência decorrente de um acidente é função da vulnerabilidade, que esta depende da suscetibilidade de pessoas e/ou bens a serem afetados, bem como da “resiliência” dos elementos expostos. O termo “resiliência” corresponde à capacidade de resposta de uma determinada população supostamente afetada por um acidente, ou

seja, na habilidade das pessoas em reagir ao sinistro e em recuperar a condição normal, anterior ao acidente (NOGUEIRA, 2002; CERRI, NOGUEIRA, 2011).

Por sua vez, o conceito de vulnerabilidade é socialmente construído, pois um evento só se transforma em desastre quando atinge uma população com reduzida capacidade de resistência. A vulnerabilidade engloba aspectos culturais, políticos e econômicos de um lugar no enfrentamento do perigo, fato que se reflete na resiliência, que pode ser entendida como a capacidade para se recuperar dos danos. Dessa forma, fenômenos físicos de igual magnitude podem ou não se constituir em desastre ou, em outros casos, a extensão da catástrofe pode ser bastante distinta em diferentes sociedades expostas a fenômenos físicos similares. (NUNES, 2009b; ZAMPARONI *et al.*, 2011).

Quando se fala em mudança climática, resiliência pode ser entendida como o quanto uma nação ou cidade está preparada para contornar as consequências trazidas pelo aquecimento global e se adaptar a elas. Atualmente, cidades de todo o mundo começam a despertar para o problema, mas as ações ainda são muito localizadas e dizem respeito a apenas alguns dos aspectos da mudança climática, segundo estudos de órgãos internacionais (UNISDR, 2012).

Conforme já mencionado no capítulo 1, cidades resilientes são aquelas que podem efetivamente operar e oferecer serviços, mesmo sob condições de grande estresse. Elas podem absorver melhor choques e tensões como escassez de água, crise de alimentos e eventos climáticos extremos. Mais do que focar na vulnerabilidade, o foco na resiliência significa pôr a ênfase no que pode ser feito pela cidade ou comunidade por si mesma, construindo em cima do seu próprio capital natural, social, político, humano, financeiro e físico, enquanto fortalece as suas capacidades (CAMPBELL *et al.*, 2009).

Uma cidade resiliente pode ser definida como aquela que desenvolveu, de forma intensiva, centros de produção e corredores de trânsito que proporcionam múltiplas formas de transporte, permitindo a todos os cidadãos caminhar, ir de bicicleta ou usar ônibus ou metrô para ir trabalhar, fazer compras e realizar atividades de lazer.

Cidades resilientes são aquelas que podem efetivamente operar e oferecer serviços, mesmo sob condições de grande estresse. Elas podem absorver melhor choques e tensões como escassez de água, crise de alimentos e eventos climáticos

extremos. Mais do que focar na vulnerabilidade, o foco na resiliência significa pôr a ênfase no que pode ser feito pela cidade ou comunidade por si mesma, construindo em cima do seu próprio capital natural, social, político, humano, financeiro e físico, enquanto fortalece as suas capacidades (CAMPBELL *et al.*, 2009).

No Brasil, a Lei nº 12.608 de 10 de abril de 2012 institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres e apresenta como um dos seus objetivos ‘estimular o desenvolvimento de cidades resilientes e os processos sustentáveis de urbanização’.

Cada vez torna-se mais evidente a importância da resiliência e a forte conexão entre ela e a sustentabilidade dos sistemas socioecológicos. A resiliência mede a capacidade de um lar, de uma cidade ou de uma nação para absorver choques e tensões. Pode-se dizer que a resiliência é o oposto da vulnerabilidade (CAMPBELL *et al.*, 2009).

Como sistemas socioecológicos, as cidades resilientes se caracterizam por uma crescente autosuficiência e por sua capacidade para lidar com crises e voltar à normalidade depois de períodos de estresse ou desastres.

A mobilidade pode ser uma estratégia importante para aumentar a resiliência nas cidades, permitindo o transporte ou movimento para áreas longe de condições adversas ou de maior necessidade. Por exemplo, uma resposta comum a catástrofes, como furacões e guerras, é evacuar as pessoas de áreas de risco, e após tais eventos ocorrem muitas vezes há a necessidade de trazer novos recursos para ajudar nos esforços de recuperação. Um sistema de transporte eficiente é, portanto, uma parte importante da resistência global de uma comunidade.

O item 3.2 trata da questão da resiliência em cidades, aborda as vulnerabilidades existentes e a necessidade de reduzir os impactos diante das mudanças climáticas.

3.2 Resiliência em cidades

A mudança climática, tanto no longo quanto no curto prazo, na forma de secas e tempestades severas e repentinas, soma-se aos numerosos desafios que irão afligir as cidades. Atualmente o caos no clima é reconhecido como um dos mais sérios desafios ambientais, sociais e econômicos jamais enfrentados pelo mundo (IPCC, 2007b).

A civilização está cada vez mais urbana, com metade dos sete bilhões de habitantes do planeta residindo em cidades. Em um contexto de mudanças climáticas globais, as cidades tendem a ser atingidas por fenômenos climáticos extremos de maior frequência e intensidade. Tendo em vista a tendência global de concentração da população nas cidades, o planejamento urbano precisa incorporar o conhecimento das vulnerabilidades e dos riscos aos quais a população está sujeita para poder propor medidas de mitigação e adaptação que aumentem a resiliência urbana, que é a capacidade de absorver perturbações mantendo seu funcionamento normal (IPCC, 2007b; SIEBERT, 2012).

Os efeitos da urbanização e as mudanças climáticas estão convergindo de forma perigosa. As cidades são os principais contribuintes para as mudanças climáticas: embora eles cubram menos de 2 por cento da superfície da Terra, as cidades consomem 78 por cento da energia mundial e produzem mais de 60% de todo o dióxido de carbono e quantidades significativas de outros gases de efeito estufa, principalmente através da geração de energia, veículos, indústria e uso de biomassa (UN-HABITAT, 2011).

Ao mesmo tempo, as cidades são muito vulneráveis às mudanças climáticas. Centenas de milhões de pessoas de todo o mundo que vivem em áreas urbanas serão afetadas pela elevação do nível do mar, chuvas, inundações, ciclones e tempestades, que serão mais frequentes e mais fortes, e períodos de calor e frio mais extremo. Muitas das grandes cidades costeiras com populações com mais de 10 milhões de pessoas já estão sob ameaça. As alterações climáticas podem também afetar negativamente a infraestrutura e piorar o acesso aos serviços urbanos básicos e qualidade de vida nas cidades.

Assentamentos urbanos já estão em risco com o aumento do nível do mar, secas, ondas de calor, inundações e outros perigos, e com a mudança climática é esperado que estes riscos agravados. No entanto, um foco na exposição a esses riscos por si só é insuficiente para entender os impactos das mudanças climáticas sobre centros urbanos, suas populações e setores econômicos. Atenção a resiliência, desenvolvimento, a igualdade sócio-econômica e de gênero, a estrutura de governança, como determinantes-chaves da capacidade adaptativa, e ações de adaptação também são necessárias (UN-HABITAT, 2011).

As cidades podem reduzir ou aumentar os impactos de tais perigos como ondas de calor e inundações, como resultado de sua história sócio-ambiental. Atividades

urbanas, invariavelmente, alteram seu ambiente, mas dois resultados são possíveis: a degradação ambiental e a redução resiliência (UN-HABITAT, 2011).

Cidades estão se tornando rapidamente o principal espaço-foco do planejamento e da implementação de estratégias com o objetivo de erradicar a fome e a pobreza. Porém muitas cidades não conseguem lidar com esse rápido crescimento populacional e enfrentam enormes desafios na criação de empregos, na prestação de serviços básicos.

Muitas vezes, as situações econômicas e políticas muito instáveis, ou a ocorrência de desastres naturais agravam ainda mais essa condição de vulnerabilidade, por exemplo, quando se agrava a escassez de água, ou quando aumentam os preços dos alimentos, ou os impactos da mudança climática (CAMPBELL *et al.*, 2009).

As cidades são sistemas socioecológicos que podem cair em situações caóticas como consequência de desastres, guerras ou mudanças sociais, econômicas ou ambientais muito rápidas (TIDBALL, KRASNY, 2006). A longo prazo, a sustentabilidade urbana se vê desafiada por um conjunto de tendências mundiais como os preços crescentes dos alimentos e do petróleo, as mudanças climáticas e a escassez cada vez maior da água. As situações macroeconômicas e políticas instáveis, assim como os desastres naturais e ambientais, agravam estas perturbações (CAMPBELL *et al.*, 2009).

A temática da resiliência urbana, com suas múltiplas dimensões, exige uma abordagem transdisciplinar, envolvendo não apenas o planejamento urbano, mas também a geologia, a hidrologia, a meteorologia, a biologia, a sociologia e a psicologia. Para isto, é fundamental a integração de pesquisadores de diversas áreas do conhecimento (SIEBERT, 2012).

Como modelos mais evoluídos de reorganização e artificialização do território, as cidades são, simultaneamente, grandes responsáveis pelas alterações climáticas, mas também vítimas dos seus efeitos (ALCOFORADO, 2009).

Muitas cidades estão em risco de se converterem em “armadilhas de atrair desastres”, sendo vulneráveis à – entre outros problemas – escassez severa no abastecimento de alimentos, causada por inundações, secas ou geadas capazes de reduzir a produção agrícola (CAMPBELL *et al.*, 2009).

Nas áreas urbanas, os efeitos das alterações climáticas podem ser agravados pelas características próprias das cidades, como a morfologia urbana e os materiais

empregados nas edificações e no revestimento das superfícies; e também pelas atividades antrópicas, que alteram a composição da atmosfera e o comportamento das variáveis meteorológicas, como a radiação, a temperatura, a circulação do ar e mesmo a precipitação (ALCOFORADO, 2009).

A tabela a seguir apresenta medidas de mitigação, para reduzir o impacto ambiental das cidades, e de adaptação às alterações climáticas, para redução das ocupações de risco que, se incorporadas de forma efetiva ao planejamento e à gestão urbana, irão possibilitar um aumento da resiliência das cidades no cenário futuro, reduzindo assim as perdas humanas e materiais e os custos envolvidos na reparação de danos.

Tabela 3.1 – medidas de mitigação para redução do impacto ambiental das cidades.

Medidas	Setor	Mitigação associada às mudanças climáticas	Adaptação associada às mudanças climáticas	Redução de Ilhas de calor	Outros benefícios
Aumentar a arborização e a superfície ocupada por vegetação	Biodiversidade e Serviços ecossistêmicos	X	X	X	X
Reduzir a utilização do automóvel (tráfego)	Transporte	X	X	X	X
Aumentar as superfícies permeáveis	Infraestrutura/ Planejamento		X	X	
Criar sistemas de armazenamento de água	Infraestrutura/ Planejamento		X		X
Renaturalizar os rios para melhorar a retenção de água e evitar cheias	Biodiversidade e Serviços ecossistêmicos		X		X
Adequar a ocupação do solo e as infraestruturas a fenômenos hidrológicos extremos	Infraestrutura/ Planejamento		X		X
Adequar a geometria urbana às necessidades de arrefecimento e ventilação	Infraestrutura/ Planejamento		X	X	
Aumentar e melhorar os espaços públicos abertos	Infraestrutura/ Planejamento		X		X
Aumentar o albedo das superfícies urbanas através de cores mais claras	Infraestrutura/ Planejamento		X	X	
Utilizar materiais de construção de baixa condutividade	Infraestrutura/ Planejamento		X	X	

Fonte: Própria, baseada em ALCOFORADO (2009).

Muitas dessas medidas têm também outros benefícios nos planos ambiental, social e econômico. Por exemplo, o aumento da área ocupada pela vegetação, sobretudo arbórea, tem benefícios em termos de mitigação das alterações climáticas (como forma de redução do CO₂), de mitigação da Ilha de calor e de adaptação às alterações climáticas (como o aumento do conforto dos cidadãos, menor gasto de energia para arrefecimento nos edifícios próximos); tendo ainda consequências positivas adicionais em termos de biodiversidade, do comportamento hidrológico no espaço urbano (aumentando as áreas de infiltração) e dos aspectos sociais, culturais e econômicos (ALCOFORADO, 2009).

O item 3.3 apresentado a seguir traz experiências em resiliência identificadas na cidade de Nova Iorque, que elaborou um plano de resiliência às mudanças climáticas, e em Kuala Lumpur, na Malásia, que adaptou parte da sua infraestrutura para suportar eventos extremos.

3.3 Experiências em resiliência

A urbanização, a degradação ambiental, mudanças climáticas e o desenvolvimento relacionado ao processo de planejamento formam e configuram perigos. A complexidade dos sistemas e incerteza sobre o impacto do desenvolvimento e da mudança climática afeta a maneira como entendemos e gerenciamos os riscos quando construímos e expandimos as cidades.

É necessário reconhecer que as nossas suposições subjacentes podem estar erradas, e em qualquer caso, os riscos de desastres não podem ser eliminados completamente. Isso tem duas implicações para as cidades (JHA *et al.*, 2013):

1. Ao invés de focar em "design ideal de engenharia", as cidades devem adotar uma abordagem robusta para a incerteza e riscos desconhecidos que utiliza um equilíbrio das medidas ambientais e opções de uso da terra que incorporam mais flexibilidade em projetos de engenharia, e têm em conta os potenciais pontos fracos e falhas;

Os urbanistas devem compreender e incorporar os serviços ecossistêmicos naturais em projetos de infraestrutura e resiliência. Esta abordagem vai ajudar evitar que

as cidades possam ser privadas de financiamento de investimentos de larga escala que possam revelar-se obsoleto se, no futuro, os riscos mudarem.

2. Reconhecimento dos riscos residuais implica que as cidades devem melhorar continuamente a sua comunicação sobre o risco, sistemas de alerta precoce, contingência de emergência, evacuação, e planejamento de recuperação.

Os riscos de desastres e mudanças climáticas são altamente incertos. Embora as tendências de longo prazo em perdas ainda não foram atribuídas à mudança climática natural ou antropogênica, eles fazem adicionar uma camada de risco e incerteza adicional (IPCC, 2012). As alterações climáticas podem ter um efeito cumulativo sobre, por exemplo, o risco de inundações pelo aumento do nível do mar, mudanças nos padrões de chuva e mais tempestades (JHA *et al.*, 2013).

Construir resiliência nas cidades depende de decisões de investimento que priorizam gastos em atividades que oferecem alternativas que têm bom desempenho em diferentes cenários (JHA *et al.*, 2013).

Na gestão de riscos atual e planejamento para o futuro, um equilíbrio deve ser atingido entre, por um lado, as abordagens de senso comum que minimizem o impacto através de uma melhor gestão urbana e manutenção das medidas de mitigação existente e, por outro lado, as abordagens de longo alcance. Antecipação da visão de longo prazo defende e constrói resistência em face de perigos futuros, investindo em novas infraestruturas ou alterando a paisagem urbana. O objetivo é o de formular uma estratégia flexível com medidas que possam ser eficazes em termos de custos, mesmo quando os riscos são incertos (WORLD BANK, 2012; JHA *et al.*, 2013).

Infraestrutura urbana - água, saneamento, energia, comunicações e sistemas de transporte - é criticamente importante para a resposta de emergência e recuperação rápida da comunidade e sua economia. Planejamento e uso do solo baseado no risco identifica as áreas mais seguras para priorizar investimentos imediatos em desenvolvimento urbano e projetos de infraestrutura (JHA *et al.*, 2013).

Estaria a Região Metropolitana do Rio de Janeiro preparada para enfrentar os impactos das mudanças climáticas? Com mais da metade da população mundial vivendo hoje em áreas urbanas, construir cidades conectadas, resilientes e mais seguras é um desafio a ser alcançado em longo prazo. As cidades são os motores do crescimento e da dinâmica nacional, a partir de seus sistemas de governança e capacidades.

Resiliência e redução de riscos de desastres devem fazer parte do desenho urbano e das estratégias para alcançar o desenvolvimento sustentável. Indicadores urbanos (precisos, de alta confiabilidade e atualizados) são produtos chave para que tal resiliência seja alcançada, pois assim, neles podem-se basear planos de governança e planejamento urbano condizentes com as necessidades da cidade além de um engajamento inteligente coletivo. Alguns exemplos de casos de estudo de cidades que aplicaram algumas ou todas essas estratégias para lidar com os desastres, e observaram uma melhoria nos padrões sociais, econômicos e infraestruturais são apresentados a seguir. A cidade de Veneza, na Itália, que resolveu investir na proteção da herança cultural da cidade, e conseqüentemente, oportunidades de trabalhos e negócios foram geradas.

A cidade está no nível do mar e qualquer alteração nesse nível deixa a cidade vulnerável a inundações, colocando em risco o patrimônio artístico e cultural. Assim, um sistema de barreiras móveis de maré será colocado em operação em 2014, como resultado de diversas organizações que trabalham juntas rumo a uma Veneza sustentável e ‘à prova de enchentes’ (UNISDR, 2012).

Outro exemplo ainda é o do governo da Tailândia, que lançou uma ambiciosa iniciativa para melhoria de favelas e áreas de posse. Os habitantes são realocados para áreas de menor risco de desastres, diminuindo as chances de a população e da infraestrutura serem prejudicadas. Dentro do programa nacional, assentamentos ilegais podem obter terrenos legalizados por meio de uma variedade de possibilidades, como a compra direta de outro proprietário (apoiado por empréstimo do governo), negociação de contrato de arrendamento, aceitação de realocação para outro local oferecido pelo governo, ou em acordo com o proprietário da área invadida, mudar-se para uma parte do terreno em troca do aproveitamento do lote (UNISDR, 2012).

A seguir são apresentadas, de forma breve, duas iniciativas voltadas para construção de resiliência em cidades frente à mudança climática. Considerando a dificuldade de acesso a dados e informações, os itens 3.3.1 e 3.3.2 trazem um pequeno resumo sobre o Plano de Resiliência da cidade de Nova Iorque, voltado para estratégias de planejamento e políticas públicas; e a experiência em engenharia de infraestrutura de transporte da Malásia, com a construção de um túnel adaptado à ocorrência de eventos extremos, como fortes chuvas e inundações.

3.3.1 A iniciativa de Nova Iorque

A cidade de Nova Iorque é vulnerável aos eventos extremos como tempestades, ondas de calor e inundações, e está propensa a perdas causadas por desastres relacionados com o clima. Está entre as 10 cidades com população mais vulnerável a inundações costeiras, perdendo apenas para Miami em ativos financeiros expostos a inundações costeiras.

A cidade vem se destacando no cenário internacional pela sua preparação e capacidade de resposta para lidar com os desastres relacionados à ocorrência dos eventos climáticos extremos, como o furacão Sandy, ocorrido recentemente.

Um conjunto de ações para evitar que novos fenômenos climáticos extremos afetem de tão devastadora a maior cidade dos Estados Unidos foram anunciados e apresentado no relatório intitulado “A Stronger, More Resilient New York” (Uma Nova Nova York mais Forte e Resiliente), que inclui o investimento de 19,5 bilhões de dolares e mais de 250 recomendações e proposta de medidas, como a construção de proteções costeiras, promoção de novos padrões de telecomunicações e garantias para manter o fornecimento de energia, alimentos e combustíveis em momentos de crise. O plano prevê também a redução dos riscos urbanos e aumento da resiliência das infraestruturas e edifícios de toda a metrópole.

Durante o Sandy, muitas rodovias, estradas, ferrovias e aeroportos foram inundados. Ao mesmo tempo, todos os seis túneis do metrô da East River que conectam o Brooklyn e Manhattan ficaram fora de serviço devido a inundações, juntamente com o túnel *Steinway* que transporta sete trens entre Queens e Manhattan. O dano maior ocorreu à estação de metrô South Ferry em Lower Manhattan, bem como, no viaduto do metrô ligando Howard Beach, Broad Channel, e os Rockaways.

O serviço de transporte marítimo também foi interrompido no Staten Island Ferry, East River Ferry e em outras balsas privadas. O não funcionamento do serviço de balsas durante e após o furacão Sandy impossibilitou o transporte de mais de 80.000 pessoas durante, enquanto que o não funcionamento do serviço de metrô impactou na rotina de mais de 5,4 milhões de pessoas durante a semana.

O que agravou ainda os impactos do Sandy foi o caos devido à falta de energia elétrica, que dificultou o bombeamento de água para fora dos túneis subterrâneos, bem

como a limpeza destas áreas para possibilitar a retomada do serviço de transportes. As inundações deixaram as estações de metrô danificadas (PlanNYC, 2013).

A construção de resiliência e adaptação da cidade de Nova Iorque levam em conta duas tragédias recentes – o 11 de Setembro e o furacão Sandy – e valeram à cidade norte-americana o prémio mundial de resiliência urbana, atribuído pelo C40 (Cities Climate Leadership Group) e Siemens.

O plano “Uma Nova Iorque mais Forte e Resiliente”, desenvolvido pela cidade visando tornar a cidade mais resiliente e recuperar parte dos seus ícones urbanísticos e bairros, demonstra a resiliência e as medidas de adaptação às tragédias que a tem afetado.

O plano é abrangente e contém recomendações viáveis tanto para a reconstrução das comunidades afetadas pelo Sandy e aumento da resiliência das infraestruturas e construções em toda a cidade. Como parte das ações de implementação do Plano foi proposta uma estrutura de implementação de alto nível, presidida pelo prefeito da cidade.

Entre as métricas Resiliência, o Plano apresenta número ou %, a definir das pistas reconstruídas ou recuperadas e % dos activos de transporte de Nova York adaptados para a resiliência da mudança climática. Entre os marcos de resiliência selecionados em 2013 para transportes inclui:

- Criação de controladores de sinais de tráfico sobre inundações em áreas vulneráveis;
- Aquisição de inversores de energia para permitir a operação de sinais e alimentação de veículo durante quedas; e
- Primeiro exercício de planeamento para medidas temporárias para responder a extremos de clima relacionados ao trânsito, e um planeamento detalhado para selecionar Serviço de ônibus, via de trânsito de ônibus rápido em Woodhaven Boulevard.

Foram selecionadas todas as leis locais que apoiam o Plano de Resiliência, prepostas métricas por categorias, como exemplo, proteção da zona costeira, construções, transportes etc, e foi desenhada uma estratégia de articulação com o governo nacional.

3.3.2 O caso de Kuala Lumpur

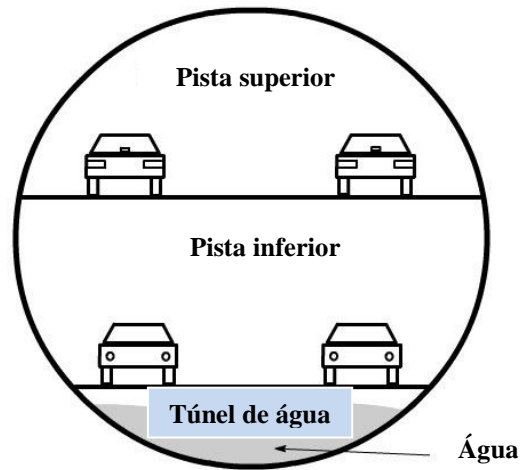
Outra experiência em resiliência, neste caso, específica para a infraestrutura de transportes é a da cidade de Kuala Lumpur, na Malásia, que adotou a execução de projetos de infraestrutura de multi-uso de transporte para lidar com as vulnerabilidades existentes provocadas pelas fortes chuvas e inundações, que representam uma ameaça para a cidade.

A cidade Kuala Lumpur é regularmente submetida a inundações que geralmente ocorrem após fortes chuvas, com duração entre três e seis horas. Após uma série de inundações devastadoras que atingiram o centro da cidade de Kuala Lumpur, com prejuízos acumulados milhões de ringgit, o Governo aprovou um conceito nunca antes visto para tentar resolver o problema da falta de mobilidade causada pelas frequentes inundações que provocam longos engarrafamentos na entrada Sul do Portal da cidade.

SMART significa Gestão de Águas Pluviais e Túnel Rodoviário (Stormwater Management and Road Tunnel), e é um projeto que o Governo Federal iniciou para amenizar o problema das enchentes no centro da cidade de Kuala Lumpur.

O projeto foi implementado por meio de uma parceria entre o setor privado, o Departamento de Irrigação e Drenagem da Malásia, a Autoridade Rodoviária da Malásia e com as agências governamentais de implantação. O túnel possui 13,2 m de diâmetro e possui 9,7 quilômetros de comprimento divididos em três níveis: o nível mais baixo é o único utilizado para a drenagem da água pluvial, e os dois níveis superiores são para o tráfego rodoviário, conforme apresentado na figura a seguir.

Figura 3.1 – Engenharia do SMART túnel em Kuala Lumpur.



Fonte: SMART (2013).

O túnel evita enchentes e inundações, e permite a drenagem, onde grandes volumes de água são desviados da área financeira da cidade para um reservatório. A combinação da área de drenagem com as vias de trânsito possui vantagens, garantindo que a ‘infraestrutura essencial’ esteja sujeita a níveis de segurança ainda maiores que o normal (UNISDR, 2012).

O objetivo principal do SMART é resolver o problema de enchentes em Kuala Lumpur a partir dos rios Klang e Sungai Kerayong e também reduzir os engarrafamentos durante os horários de tráfego intenso. O túnel começa no lago Kampung Berembang e termina no lago Taman Desa, desviando assim as enchentes para longe da confluência dos dois grandes rios que atravessam o centro da cidade.

O túnel de 4 km atua como uma rota alternativa e eficiente do Sul Portal da cidade para locais importantes como a Rodoviária Federal, a Ligação Leste-Oeste de entrada e saída do centro da cidade. Para os motoristas, o túnel reduz consideravelmente o tempo de viagem de que levava entorno de 15 minutos para apenas quatro minutos.

As duas seções superiores são estradas que atendem ao tráfego. Cada seção permite que o tráfego de viajar em uma única direção. O terceiro nível, localizado na parte inferior é o túnel de águas pluviais. Em condições normais, quando há pouca chuva e nenhuma tempestade, a via está aberta para os motoristas e o túnel de águas pluviais permanece fechado.

Durante tempestade moderada, o sistema SMART é ativado e a enchente é desviada para o nível de desvio no canal inferior do túnel. O canal superior permanece aberto para os motoristas. Durante uma inundação iminente, as duas vias superiores são fechadas ao tráfego e evacuadas. E assim, os três níveis do túnel do SMART ficam prontos para transportar as águas da inundação.

O SMART foi aberto ao tráfego em 14 de maio de 2007, após quatro anos de construção. O custo do projeto foi de cerca US \$ 514m. O túnel lida com 30.000 carros por dia e já foi utilizado 44 vezes para desviar a água da enchente (SMART, 2013).

O Centro de Controle do tráfego é monitorado 24 horas por dia por controladores de tráfego treinados. Suas funções são:

- Monitorar situação do tráfego ao longo SMART via Circuito de TV;
- Receber Informações de usuários através dos telefones de emergência ou “Helpline”;
- Prover informações aos motoristas via SMS;
- Identificar a causa do congestionamento do tráfego, tais como quebra de veículo ou acidente, e providenciar imediatamente assistência, de modo a garantir a fluidez do tráfego.

O capítulo 4 a seguir apresenta uma proposta de um plano de resiliência para o setor de transportes, onde a cidade do Rio de Janeiro foi utilizada como estudo de caso.

Conforme já abordado no item 2.4, em 2010 a RMRJ tinha uma população de 11,8 milhões em uma área de 5.327 quilômetros quadrados. A cidade do Rio de Janeiro representava mais de metade da população da área metropolitana com 6,3 milhões de habitantes e 22,5% de seu território com 1.200,28 quilômetros quadrados (FIRJAN, 2011; IBGE, 2012).

ABREU (2008) aponta alguns fatores importantes na formação da RMRJ, como o aumento da população do Rio de Janeiro, especialmente concentrada na capital; a expansão das atividades industriais; e vinculado a este contexto produtivo, o adensamento da ocupação suburbana. Esses processos urbanos criam uma demanda de serviços – abastecimento de água, energia, transporte, saneamento etc. –, que são comuns a todo o espaço metropolitano (IPEA, 2013).

A RMRJ concentra 1071 favelas e núcleos de moradias subnormais com uma população de mais de 1.7 milhões de pessoas, representando 15% da população sendo que a cidade do Rio de Janeiro concentra nas suas 763 favelas mais de 1.2 milhão de pessoas (23% da população do município). Como acontece na maior parte do país, as ocupações irregulares cresceram perto de regiões com maior oferta de trabalho, e o desafio tem sido garantir o acesso aos serviços públicos. Este quadro apresentado mostra a falta de uma lógica de governança colaborativa.

Na medida em que o processo de urbanização avança para as áreas mais periféricas, o quadro se agrava pela falta de planejamento do uso e ocupação do solo. Na RMRJ é possível observar que este cenário de crescimento desordenado é recorrente, causando consequências negativas para a população.

A cidade do Rio de Janeiro é a segunda mais populosa do Brasil, em 2013 a população foi estimada em 6,4 milhões de habitantes (IBGE, 2013). Tem sido considerada uma megacidade global da costa atlântica sulamericana e vulnerável aos riscos associados às mudanças climáticas no contexto do Atlântico Sul (UN-HABITAT, 2011). Sua importância é verificada tanto no plano da atratividade para o turismo como em sua função econômica e logística assentada no seu complexo portuário, assim como dos terminais e dutos situados na orla da baía da Guanabara que operam com a movimentação de petróleo, gás natural e seus derivados (EGLER, GUSMÃO, 2011).

A história do Rio está intimamente ligada ao meio ambiente. Na cidade nasceu a consciência internacional sobre a preservação do ambiente, quando a Rio 1992 reuniu as

principais lideranças políticas do mundo para discutir o desenvolvimento sustentável que foi retomada durante a Conferência da Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável, a Rio + 20, em 2012. Os recentes fenômenos climáticos por que passa o planeta reforçam a importância da preservação da natureza como condicionante de nossa evolução e nos convoca a repensar o modelo de desenvolvimento a ser adotado (LA ROVERE *et al.*, 2013).

O Rio de Janeiro foi uma das primeiras cidades do país a definir uma Política Municipal de Mudança Climática e Desenvolvimento Sustentável e criou também seu Fórum Carioca de Mudança Climática e Desenvolvimento Sustentável, composto por representativos segmentos do setor público, iniciativa privada e sociedade civil, cujo objetivo é contribuir na busca de soluções viáveis para adoção de políticas públicas nessa área.

A cidade elaborou o seu terceiro Inventário de emissões de gases do Efeito Estufa, se tornando uma das primeiras do mundo a testar o novo padrão mundial de inventário, instituído pelo WRI, Banco Mundial, C-40 e ICLEI, ou seja, com dados mais consistentes, confiáveis e comparáveis, reconhecidos internacionalmente (LA ROVERE *et al.*, 2013).

Também foi elaborado um plano de ação para redução das emissões da cidade que contempla as medidas que estão sendo realizadas pelo governo municipal visando atingir as metas de redução de gases do efeito estufa, previamente estabelecidas pela política climática da cidade, tais como a duplicação da malha cicloviária, a queima de Biogás, a racionalização dos transportes coletivos com a implementação dos corredores exclusivos de ônibus (Transcarioca, Transolímpica, Transoeste e Transbrasil), entre outras.

O Rio de Janeiro é marcado por um processo histórico de produção desigual do espaço urbano, cujo fenômeno da segregação é a sua expressão mais evidente. A cidade com a Copa do mundo e a caminho dos Jogos Olímpicos em 2016 passa por um conjunto de intervenções urbanísticas que incluem corredores de ônibus margeados por vias expressas, expansão do metrô, como obras de mobilidade, a revitalização da área portuária através do projeto Porto Maravilha e a criação de uma nova centralidade na Barra da Tijuca.

O Projeto Porto Maravilha está voltado para a recuperação e melhoria urbana da Zona Portuária do Rio de Janeiro, visando dinamizar a região. Além de reintegrá-la à cidade, propõe diferentes funcionalidades como turismo, entretenimento e comércio. A requalificação urbana proposta visa fomentar o desenvolvimento econômico da região portuária, bem como a criação de condições de trabalho, moradia, transporte, cultura e lazer para a população local. Numa área de 5 milhões de m², prevê ações que incidem no setor viário, na estruturação de equipamentos urbanos, regulamentação de usos e densidades, no setor social e cultural. Entretanto urbanistas apresentam questionamentos sobre seus impactos, e consequências que podem agravar o quadro social e urbanístico da região, com reflexos em toda a cidade.

A cidade do Rio de Janeiro tem de enfrentar uma série de desafios relacionados à água, saneamento, habitação, transporte, governança, proteção ambiental e desenvolvimento, a fim de alcançar um futuro sustentável, e romper com o círculo vicioso de ser “uma cidade dividida”, característica que é recorrente em todas as metrópoles brasileiras. Esses desafios podem ser caracterizados como vulnerabilidades existentes socioambientais, estruturais e organizacionais, que se somadas às vulnerabilidades associadas às mudanças climáticas poderão ter impactos mais evidentes e significativos.

No caso dos transportes, um desafio recorrente em grandes cidades é como garantir a mobilidade urbana. Os problemas de mobilidade enfrentados em grandes metrópoles têm sido discutidos em diferentes fóruns e especialistas do setor de transportes consideram ser difícil enfrentar esses problemas sem a consideração, de forma conjunta, de políticas voltadas para a melhoria do sistema de transporte coletivo e intervenções que racionalizem o uso do carro particular. Este tema será aprofundado no item 4.2, que apresenta o estado atual do setor de transporte na cidade do Rio de Janeiro.

O transporte urbano pode desempenhar um papel importante na construção de cidades resilientes, conforme mencionado no item 2.3. Um sistema de transporte público eficiente, integrado, seguro, de baixo custo e com opções e rotas alternativas para garantir a mobilidade em cidades, reduz a dependência do automóvel e do ônibus, que podem facilmente ser afetados por congestionamentos, uma crise nos meios de transporte como greves e protestos, conflitos armados e insegurança nas cidades, inundações e enchentes, e elevação dos preços dos combustíveis.

No âmbito do planejamento urbano, é fundamental uma maior integração entre estratégias visando à melhoria dos sistemas de transportes e sua relação direta com as políticas de uso do espaço urbano ou uso do solo. No que se refere à saúde, atenção deve ser dada às consequências geradas pelo tráfego intenso de veículos motorizados em grandes cidades, abrangendo desde problemas de poluição do ar e sonora, até graves acidentes em vias urbanas envolvendo veículos, seus usuários e pedestres.

O setor de transportes contribui de forma significativa para o aumento das emissões de CO₂, e conseqüentemente para o aquecimento global e as mudanças climáticas. Os setores do comércio, indústria e serviços são afetados diretamente pelas condições existentes de mobilidade urbana e seus reflexos na economia. Observa-se dessa forma um consenso sobre a grande preocupação atual com a mobilidade urbana e sua importância no contexto das grandes cidades no sentido da melhoria da qualidade de vida da população. As diferentes atividades desenvolvidas em centros urbanos demandam boas condições de mobilidade, ou seja, uma mobilidade sustentável.

Cidades ao redor do mundo são vulneráveis às mudanças climáticas e as mais desprovidas de infraestrutura, organização e planejamento do espaço urbano poderão ser mais impactadas. É necessário incluir Planos de Resiliência como instrumento de política pública para tornar as cidades mais resilientes frente às mudanças climáticas que já se fazem sentir, e que serão mais frequentes e intensas com o prosseguimento do aquecimento do planeta.

O item 4.1 a seguir apresenta alguns elementos que devem ser considerados em um Plano de Resiliência para cidades.

4.1 Elementos de um Plano de Resiliência para Cidades

Conforme abordado no item 3.1, uma cidade resiliente é aquela que tem a capacidade de resistir, absorver e se recuperar de forma eficiente dos efeitos de um evento extremo ou até mesmo de um desastre, e de maneira organizada, prevenir que vidas e bens sejam perdidos.

MAY, VINHA (2012) entendem como um projeto de adaptação todo e qualquer projeto que visa atacar, simultaneamente, no imediato e no longo prazo, as assimetrias e fragilidades de uma determinada população e/ou ecossistema que contribuem para

mantê-los em condições de vulnerabilidade limítrofe ou extrema, ao mesmo tempo em que, busca fortalecer sua resiliência.

A criação de capacidade adaptativa dos sistemas humanos é "um processo que requer o envolvimento de uma vasta gama de partes interessadas, atuando em níveis múltiplos em quase todos os setores" (CARE, 2010).

Sendo assim, requer análises da exposição presente aos choques e pressões climáticas, bem como análises baseadas em modelos dos futuros impactos climáticos. Exige um entendimento da vulnerabilidade existente entre os indivíduos, familiares e comunidades, bem como do seu ambiente institucional, político, social e biofísico (CARE, 2010; MAY, VINHA, 2012).

Conscientes de que a cidade é quem realiza a primeira resposta em situações de crises e emergências, é fundamental que os governos locais, a sociedade civil organizada, o setor privado e a comunidade científica unam esforços, integrem todos os setores da sociedade e desenvolvam soluções inovadoras que engajem suas cidades na redução das vulnerabilidades. Para isso, um plano de resiliência deve fazer parte de uma política integrada como um instrumento de ação para tornar as cidades adaptadas e preparadas para lidar com eventos que possam perturbar a sua organização e funcionamento.

A seguir são apresentados alguns elementos que devem ser considerados num plano de resiliência para cidades: governança, informação, recursos financeiros, aspectos metodológicos e ferramentas.

4.1.1 Governança

No contexto de um mundo globalizado e da necessidade de bem atender os interesses de uma sociedade democrática, o Estado teve que sofrer uma redefinição. De acordo com OLIVEIRA (2008) entre esses diversos "papéis" exercidos pelo Estado no mundo atual, merece destaque o de mediador, que está ligado ao estabelecimento de vínculos com os indivíduos e com os grupos sociais, com os quais o Estado passa a interagir com a finalidade de atribuir eficiência e efetividade às ações estatais.

O Estado passou a assumir uma postura mais consensual e relacional. Entre os novos papéis assumidos pelo Estado contemporâneo está o de mediador, ligado ao

estabelecimento de vínculos com os indivíduos e com os grupos sociais, com os quais o Estado passa a interagir com a finalidade de atribuir eficiência e efetividade às ações estatais (OLIVEIRA, 2010).

A análise das partes interessadas é uma metodologia usada para facilitar os processos institucionais e de reforma de políticas tomando em consideração, e frequentemente incorporando, as necessidades dos que têm um “empenhamento” ou um interesse nas reformas a serem consideradas (AMCOW, 2012).

De acordo com BENTO (2003), a governança pode ser incrementada através de uma reforma no aparelho de Estado, ou seja, uma reformulação na forma de administrar e prestar serviços, a fim de melhorar a eficiência da atividade do Estado e colocá-la em maior consonância com os interesses dos cidadãos.

A governança pública não é só um modelo de administrar baseado em colaboração interna do governo e deste com a sociedade, mas também calcado em valores de transparência e de *accountability*. O fundamento é atingir uma Administração Pública mais eficiente, eficaz e efetiva, reduzindo gastos e aumentando qualidade, e, acima de tudo, respeitando valores éticos e democráticos, a fim de melhorar a ação do governo de forma legítima (OLIVEIRA, 2010).

A governança é de suma importância, ela deve unir esforços de cooperação para atuar em prol da cidade. De acordo com UN-HABITAT (2013), a governança urbana pode ser definida como a soma das maneiras que muitos indivíduos e instituições, tanto públicas como privadas, planejam e gerenciam os assuntos comuns da cidade. É um processo contínuo pelo qual interesses conflitantes ou diversos podem ser acomodados, e ação cooperativa possa ser tomada. Ele inclui instituições formais, bem como arranjos informais e capital social dos cidadãos.

Sistema de governança local é muitas vezes a entidade responsável e legítima para gerenciar os impactos das mudanças climáticas. MEASHAM et al. (2011) apud AGRAWAL (2008) argumenta que instituições locais têm três papéis críticos em adaptação climática, ou seja, 1) respostas estruturadas para os impactos locais; 2) a mediação entre as respostas individuais e coletivas para a vulnerabilidade; e 3) governança para prover recursos para facilitar a adaptação. Assim, as organizações locais estão buscando caminhos pelos quais eles podem ser habilitadas a responder à mudança climática de forma a trazer benefícios locais.

Cidades contemporâneas, especialmente as metrópoles, enfrentam novos, diferentes e complexos desafios. Governança não abrange apenas o Governo e as suas ações, mas as interações, as responsabilidades e as interferências com o espaço e a sociedade que existem em todas as organizações relacionadas com a comunidade, região e área.

De acordo com JACOBI (2009) fazem parte do sistema de governança: um elemento político, que consiste em balancear os vários interesses e realidades políticas; o fator credibilidade; e a existência de instrumentos que garantam as políticas, que façam com que as pessoas acreditem nelas.

A boa governança deve garantir uma coordenação adequada entre todos os agentes envolvidos. Vários níveis governamentais, os setores produtivos e privados e organizações sociais têm de chegar a acordos sobre arranjos institucionais que favoreçam a resolução de problemas, estabelecendo prioridades e implementação de ações concretas. Governança colaborativa em multinível é necessária para cada tópico. Além disso, é importante pensar em como superar os obstáculos associados com estruturas de governança desatualizadas e como garantir metas alcançáveis.

Governança diz respeito a muitos aspectos que mostram a complexidade para promover a sustentabilidade. No caso do setor de transporte é ainda mais complexa, considerando que existem muitos agentes envolvidos a partir de diferentes níveis e responsabilidades. É importante entender o contexto das condições de criticidade e de governança, a fim de intervir em situações ambientais complexas, permitindo que a aprendizagem social e melhorar a governança ambiental (SDSN, 2013a). Desafios para avançar na governança são apresentados a seguir:

- Transparência, Responsabilidade e Eficácia: Condições necessárias para o sucesso de políticas públicas e governança em multi escala;
- Para melhorar a governança: cooperação e inovação em negociação de conflitos entre múltiplos atores por meio de práticas participativas e de coordenação entre as políticas públicas e atores sociais;
- Como exercer: Controle Social público e transparente das políticas públicas e das Instituições de Mercado;
- Inovação: Dimensões em jogo: O Estado, políticos e políticas: fator de credibilidade, fator intersectorial e instrumentos que habilitem Políticas.

A transparência do governo e a livre circulação de informação acessível sobre as decisões públicas afetam a qualidade da governança em todas as suas dimensões. Por exemplo, a não divulgação completa de informações do governo e a repressão de discussões públicas sobre uma determinada política são uma demonstração de fraqueza na governança.

Governança e planejamento inteligente envolvem mais que uma preparação infraestrutural e aceleração de energia, mobilidade e transição de recurso. É necessário um repensar fundamental e mais extensivo para transformar as estruturas urbanas de crescimento (B.A.U.M, 2013).

O Guia ‘Como Construir Cidades Mais Resilientes’, elaborado pela UNISDR (2012) apresenta um quadro geral para a redução de risco, boas práticas e ferramentas que já foram aplicadas em diferentes cidades, e trás uma serie de recomendações para os tomadores de decisão, relativas à construção de resiliência, conforme apresentada a seguir:

1. Colocar em prática ações de organização e coordenação para compreender e aplicar ferramentas de redução de riscos de desastres, com base na participação de grupos de cidadãos e da sociedade civil; construir alianças locais; assegurar que todos os departamentos compreendam o seu papel na redução de risco de desastres e preparação;
2. Atribuir um orçamento para a redução de riscos de desastres e fornecer incentivos para proprietários em áreas de risco, famílias de baixa renda, comunidades, empresas e setor público para investir na redução dos riscos que enfrentam;
3. Manter os dados sobre os riscos e vulnerabilidades atualizados; preparar as avaliações de risco e utilizá-las como base para planos de desenvolvimento urbano e tomadas de decisão. Certificar-se de que essa informação e os planos para a resiliência da cidade estejam prontamente disponíveis ao público e totalmente discutidos com eles;
4. Investir e manter uma infraestrutura para redução de risco, com enfoque estrutural, como por exemplo, obras de drenagens para evitar inundações; e, conforme necessário, investir em ações de adaptação às mudanças climáticas;
5. Avaliar a segurança de todas as escolas e centros de saúde e atualizar tais avaliações conforme necessário;
6. Aplicar e impor regulamentos realistas, compatíveis com o risco de construção e princípios de planejamento do uso do solo; identificar áreas seguras para cidadãos de

baixa renda e desenvolver a urbanização dos assentamentos informais, sempre que possível;

7. Certificar-se de que programas de educação e treinamento sobre a redução de riscos de desastres estejam em vigor nas escolas e comunidades;
8. Proteger os ecossistemas e barreiras naturais para mitigar inundações, tempestades e outros perigos a que a cidade seja vulnerável; adaptar-se às mudanças climáticas por meio da construção de boas práticas de redução de risco;
9. Instalar sistemas de alerta e alarme, e capacidades de gestão de emergências em seu município, e realizar regularmente exercícios públicos de preparação;
10. Após quaisquer desastres, assegurar que as necessidades dos sobreviventes estejam no centro da reconstrução, por meio do apoio direto e por organizações comunitárias, de modo a projetar e ajudar a implementar ações de resposta e recuperação, incluindo a reconstrução de casas e de meios de subsistência.

Para adotar esses passos, o guia institui cinco fases: organização e preparação para incorporar os dez passos; diagnóstico e avaliação dos riscos no município; desenvolvimento de um plano municipal de ação para segurança e resiliência; implantação do plano; e monitoramento e acompanhamento. Segundo o relatório, a adoção de tais passos traria como benefícios um legado de liderança (com o fortalecimento da confiança e da legitimidade nas estruturas e autoridades políticas locais), vantagens sociais e humanas (com vidas e propriedades salvas em situações de desastres ou emergências, e com uma drástica redução de fatalidades e de sérios danos) e crescimento econômico e geração de emprego (com ampliação do investimento de capital em infraestrutura) (UNISDR, 2012).

Integrar a avaliação de risco e a análise de custo-benefício dentro de um processo de tomada de decisão dinâmica, a fim de incorporar a resiliência em investimentos urbanos requer: (a) ferramentas técnicas para realizar a avaliação de risco e análise custo-benefício; (b) os arranjos institucionais para incorporar essas análises no processo de tomada de decisão; (c) a vontade política de adotar instrumentos institucionais de avaliação de riscos; e (d) a capacidade de todas as partes interessadas para ser capaz de acessar e utilizar informações e ferramentas de risco de forma eficaz (JHA *et al.*, 2013).

No atual quadro da urbanização mundial, é inquestionável a necessidade de implementar políticas públicas orientadas para tornar as cidades social e ambientalmente sustentáveis, como uma forma de se contrapor ao quadro de deterioração crescente das condições da vida urbana, em especial nos países periféricos. Os maiores desafios são a redução das vulnerabilidades e o fortalecimento de políticas públicas que promovam sustentabilidade socioambiental.

No Brasil, como acontece na maior parte do país, as ocupações irregulares cresceram perto de regiões com maior oferta de trabalho, e o desafio tem sido garantir o acesso aos serviços públicos. Este quadro apresentado mostra a falta de uma lógica de governança colaborativa. Os desastres naturais e climáticos, os problemas ligados à segurança hídrica, e a perda da biodiversidade são fatores que têm se agravado e que demandam resposta apropriada.

A governança deverá levar em consideração que os impactos da mudança climática são esperados em áreas urbanas, afetando recursos hídricos, produção de alimentos, zonas costeiras e saúde humana. Nas cidades, esses impactos se chocarão negativamente com infraestruturas urbanas, disponibilidade de água, tratamento e coleta de esgoto, energia, moradia, sistemas de transporte e mobilidade urbana, podendo aumentar danos e mortes especialmente entre a população mais pobre e, conseqüentemente, mais vulnerável.

Em geral, acredita-se que governos locais podem lidar de forma mais eficiente com a infraestrutura urbana e serviços públicos essenciais para o bem-estar da população, além de serem capazes de regular e controlar ações de indivíduos e instituições no nível local (SATTERTHWAITE *et al.*, 2007; MARTINS, FERREIRA, 2011).

Apesar do pouco acúmulo dos estudos urbanos brasileiros sobre o tema das cidades e mudança climática, está colocado o desafio de pensar e analisar como as formas atuais de ocupação do solo e reprodução do território urbano contribuem para a mudança do clima. Os modelos de gestão e formas de governança desses espaços deverão adequar-se para responder a esses processos de forma a garantir a integridade dos cidadãos (MARTINS, FERREIRA, 2011).

Deve-se levar em consideração a mudança climática global para decisões e planejamentos de médio e longo prazo. Essas medidas envolvem várias políticas,

esferas de governo e um grande número de ações que devem ser articuladas de forma a reduzir vulnerabilidade a eventos climáticos, seja em termos de variações nas médias e nos extremos, como também mudanças na frequência e na intensidade. O planejamento dessas ações deve envolver diversos atores, incluindo as populações envolvidas, o setor privado e a comunidade científica (MARTINS, FERREIRA, 2011).

É urgente que as cidades se envolvam não apenas no contexto político, mas também contribuindo em pesquisas de ponta na escala urbana, definindo soluções práticas para as áreas urbanas e periurbanas, e trabalhando com os formuladores de políticas e tomadores de decisões para assegurar que essa pesquisa seja traduzida em opções políticas locais. É necessário também aumentar a capacidade de aprendizagem das pessoas e suas habilidades para influir na administração municipal visando reduzir a sua vulnerabilidade (CAMPBELL *et al.*, 2009).

Avanços na governança ambiental precisam ser cada vez mais incorporados nos processos que envolvem os tomadores de decisão e os demais atores da sociedade com um objetivo comum: maior consenso possível quanto à forma de enfrentar os problemas ambientais que se multiplicam, e o desenho da gestão para a sustentabilidade, onde a participação descentralizada e corresponsável impulsiona o processo. Sendo assim, quando se pensa em políticas públicas, a governança deve ser pensada como um elemento chave de um plano de resiliência. Um plano de resiliência para cidades frente às mudanças climáticas deve estabelecer uma governança clara, com a definição de papéis e responsabilidades de todos os atores da sociedade.

4.1.2 Informação

O contexto mundial vive permanentemente submetido às implicações decorrentes de grandes transformações, sejam ambientais, nos cenários políticos, econômicos e tecnológicos, e nesse contexto os diversos atores sociais têm necessidade de encontrar os mecanismos mais adequados para conviver com este cenário de mudança permanente e cada vez mais veloz.

Nesse novo cenário, a informação passa a ser considerada como recurso estratégico nas tomadas de decisões, onde a agregação de valor a partir do acesso, tratamento, utilização e disseminação da informação é a chave para o sucesso. Como

um elemento essencial da democracia participativa, o acesso à informação deve ser garantido, bem como a consolidação de canais abertos para uma participação plural.

Neste sentido, o Brasil estabeleceu o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC), organismo científico nacional que tem como objetivo reunir, sintetizar e avaliar informações científicas sobre os aspectos relevantes das mudanças climáticas no Brasil.

O PBMC deverá disponibilizar informações técnico-científicas sobre mudanças climáticas a partir de avaliação integrada do conhecimento produzido no Brasil ou no exterior, sobre causas, efeitos e projeções relacionadas às mudanças climáticas e seus impactos, de importância para o país. As informações são divulgadas por meio da elaboração e publicação periódica de Relatórios de Avaliação Nacional, Relatórios Técnicos, Sumários para Tomadores de Decisão sobre Mudanças Climáticas e Relatórios Especiais sobre temas específicos.

O conceito de informação deriva do latim e significa um processo de comunicação ou algo relacionado com comunicação (ZHANG, 1988; BRAGA, 2000), mas na realidade existem muitas e variadas definições de informação. É possível também dizer que Informação é um processo que visa o conhecimento, ou, mais simplesmente, Informação é tudo o que reduz a incerteza. Um instrumento de compreensão do mundo e da ação sobre ele (ZORRINHO, 1995; BRAGA, 2000).

Para LEHMKUHL *et al.* (2008), o gerenciamento do conhecimento dentro de uma instituição será o mais importante patrimônio, e a distribuição da informação precisará de um novo modelo de tecnologia de informação e gestão. A informação é considerada como o ingrediente básico do qual dependem os processos de decisão e a gestão moderna exige que a tomada de decisão seja feita com o máximo de informação. Assim, quanto mais importante for determinada informação para as necessidades de uma instituição, e quanto mais rápido for o acesso a ela, tanto mais essa empresa poderá atingir os seus objetivos (BRAGA, 2000).

Isto leva-nos a considerar que a quantidade de informação e os dados de onde ela provém, é, para a organização, um importante recurso que necessita e merece ser gerido. E este constitui o objetivo da Gestão da Informação.

Sistema de Informação é todo sistema que, usando ou não os recursos da Tecnologia da Informação, manipula e gera informação (REZENDE, 1999;

LEHMKUHL *et al.*, 2008). Nesse contexto, segundo REZENDE, ABREU (2000), Sistemas de Informação com tecnologia da informação são grupos de telas e relatórios, geralmente gerados na unidade de TI⁸, com capacidade de tratar dados ou informações, que possuem recursos de processamento de dados, seja de uma instituição, ou até mesmo de setores de uma cidade, gerando informações oportunas aos usuários.

A gestão da informação, que tenta fazer a ponte entre a gestão estratégica e a aplicação das Tecnologias de Informação nas instituições, procura, em primeiro lugar, tentar perceber qual a informação que interessa à instituição, para de seguida, definir processos, identificar fontes, modelar sistemas. E as novas Tecnologias de Informação são os instrumentos que vieram permitir gerir a informação em novos moldes, agilizando o fluxo das informações e tornando a sua transmissão mais eficiente (gastando menos tempo e menos recursos) e facilitando, por sua vez, a tomada de decisão.

Na chamada Sociedade da Informação, esta possui um efeito multiplicador que dinamizará todos os setores da economia, constituindo, por sua vez, a força motora do desenvolvimento político, econômico, social, cultural e tecnológico. O acesso à informação e a capacidade de, a partir desta, extrair e aplicar conhecimentos são vitais para o aumento da capacidade de ação e de resposta a determinado evento.

A modernização dos instrumentos de comunicação requer uma engenharia socioinstitucional complexa para garantir condições de acesso dos diversos atores sociais envolvidos, notadamente dos grupos sociais mais vulneráveis. Trata-se, portanto, de reforçar políticas socioambientais que se articulem com as outras esferas governamentais e possibilitem a transversalidade, reforçando a necessidade de formular políticas ambientais pautadas pela dimensão dos problemas em nível metropolitano.

Atualmente o conceito de sistema inteligente de informação tem sido amplamente utilizado. Os sistemas inteligentes permitem uma rapidez e eficiência na obtenção e disseminação da informação, uma ampla participação da sociedade seja, muitas vezes reportando um incidente, bem como atuando como agente disseminador da informação. Ou seja, são os cidadãos que usam aplicativos, sensores de fabricação própria, smartphones e a internet para cooperar com a resolução dos problemas da cidade. Com isso podemos considerar o uso de telefones inteligentes (Smartphones)

⁸ O conceito de TI é recurso tecnológico e computacional para geração e uso da informação (REZENDE, ABREU, 2000).

como uma ferramenta destes sistemas, oferecendo uma nova gama de recursos ao usuário de telefone móvel.

Para acompanhar o progresso tecnológico, os sistemas de transporte também estão se modernizando, e temos, hoje em dia, os chamados Sistemas Inteligentes de Transporte, denominação dada às soluções de eletrônica, tecnologia de informação e comunicação sem fio, aplicadas ao transporte, para a melhoria da segurança, mobilidade e produtividade, redução no tempo de viagens e melhoria da qualidade. Esses sistemas inteligentes trazem a convergência entre aparelhos eletrônicos, comunicação sem fio e softwares.

A informação sobre as partes interessadas, os seus interesses e a sua capacidade de influenciar os resultados ajudará a assegurar que os processos de mudança são politicamente realistas e sustentáveis. Decisões informadas necessitam de decisores informados. A informação e as provas são essenciais para a boa defesa de uma iniciativa. Os planejadores de programas necessitam de informação técnica sobre as condições ambientais, indicadores sociais e projeções das mudanças climáticas e os planejadores e decisores políticos de alto nível irão necessitar dessa informação de forma sintetizada (AMCOW, 2012).

Em se tratando das mudanças climáticas e eventos extremos, a informação sobre o risco é fundamental para lidar com situações de emergência e para o planejamento de desastres. Considerando que o risco nunca pode ser totalmente eliminado, a resposta de emergência e o planejamento de recuperação são caminhos para reduzir os impactos, facilitando o processo de reconstrução e recuperação após um desastre.

A falta de dados e informações relativas à vulnerabilidade dos municípios quanto aos impactos da mudança do clima constitui uma lacuna nesta área do conhecimento. Informações têm sido escassas em áreas urbanas e rurais (CRABBE, ROBIN, 2006; MUKHEIBIR, ZIERVOGEL, 2007; MEASHAM *et al.*, 2011).

De acordo com MEASHAM *et al.* (2011) a falta de informação útil, confiável e relevante sobre a natureza do risco climático para o qual devemos nos adaptar vem a ser uma barreira fundamental para o planejamento em mudança climática.

Os investimentos em sistemas de alerta precoce estão entre as medidas mais custo-efetivo que qualquer país pode realizar. Um sistema de alarme integrado consiste de sensores localizados e cientificamente projetados, uma facilidade para a análise de

dados e tomada de decisões sobre os avisos, a mensagem de aviso, a capacidade de disseminação da informação e um público educado para entender a mensagem e tomar as medidas adequadas.

É preciso também aumentar a conscientização a respeito da redução de riscos urbanos e encorajar governos a investir em atividades de redução de desastres e criar uma infraestrutura mais resiliente nas cidades.

No caso das cidades, a informação constitui um componente prioritário para a sua gestão. É preciso conhecer para planejar, desenvolver e implementar ações, bem como, monitorá-las e divulgá-las. Em se tratando de políticas públicas, num plano de resiliência a informação e a comunicação devem ser incluídas como elementos chave. Deve-se pensar num sistema de gestão da informação integrado e inteligente, que englobe todos os setores e possa atender de maneira eficiente às necessidades identificadas para atuar na construção de resiliência.

4.1.3 Recursos financeiros

No Brasil, a internalização do tema adaptação nas políticas públicas é ainda bastante tímida, mesmo quando comparada com outros países da América Latina. As ações e investimentos voltados à adaptação registram um avanço significativo, refletindo a intensificação dos efeitos perversos das mudanças climáticas em diferentes ecossistemas e países de graus variados de desenvolvimento, ampliando a percepção de que as medidas de mitigação não serão suficientes para conter o ritmo e o alcance desses impactos. Por conseguinte, a temática é formalmente incorporada na agenda dos agentes públicos e privados (MAY, VINHA, 2012).

A adaptação às mudanças climáticas beneficiará a consideração de investimentos prioritários como sendo aqueles que tenham bom desempenho num amplo leque de diferentes cenários climáticos futuros, levando em conta as incertezas inerentes às projeções das alterações climáticas. Estes investimentos são referidos como investimentos de pouco ou nenhum risco e constituem uma recomendação fundamental para políticas públicas (AMCOW, 2012).

De acordo ainda com a publicação, numa instituição, uma apresentação concisa e bem argumentada sobre o melhoramento da resiliência climática ajuda a assegurar o apoio a novas estratégias de investimento nos departamentos de planejamento e entre os altos funcionários. Esta apresentação deve ser informada por uma análise da base de conhecimentos existente sobre vulnerabilidades e impactos relacionados com o clima, alinhada com prioridades de desenvolvimento de alto nível (AMCOW, 2012).

Ainda segundo estudo realizado por MAY, VINHA (2012), no tocante às iniciativas promovidas por instituições financeiras públicas mapeadas, é possível concluir que embora ainda muito associadas à mitigação, a temática da adaptação está em franco processo de internalização e várias iniciativas estão em andamento. Por serem muito recentes, ainda não produziram resultados. Contudo, considerando que a oferta de crédito no Brasil cresce em ritmo acelerado, tudo leva a crer que haverá recursos para os programas voltados à adaptação.

Os autores ainda concluem que este é o momento, portanto, para construir a linha de base (*baseline*), definir o sistema de acompanhamento e os indicadores de desempenho. Mas essa tarefa não é do setor financeiro, depende da liderança dos órgãos ambientais em estreita colaboração com a comunidade acadêmica.

Algumas iniciativas têm sido desenvolvidas com vistas em facilitar a obtenção de recursos financeiros para atuar em resiliência em cidades, como exemplo, a criação de alianças entre grandes organizações internacionais do mundo com o propósito de criar uma maior resiliência urbana com desenvolvimento social, econômico e ambiental das áreas urbanas. A aliança “Colaboração Medellín para Resiliência Urbana” tem como um dos principais objetivos facilitar o fluxo de conhecimento e recursos financeiros para tornar as cidades mais resilientes às mudanças climáticas e seus desastres.

As situações macroeconômicas e políticas instáveis, assim como os desastres naturais e ambientais, agravam as perturbações já apresentadas anteriormente como os impactos da mudança climática. Priorizar os investimentos adequados nas cidades pode ajudar a mitigar os impactos dessas perturbações a curto prazo e reduzir riscos no futuro (CAMPBELL *et al.*, 2009).

Programas bem concebidos, incluindo aqueles que envolvem a mobilidade urbana, podem desempenhar um papel importante nessas condições críticas (BAKER, 2008), amortecendo os impactos para a sociedade durante os tempos difíceis.

Abordagens financeiras para resistência às catástrofes urbanas devem reduzir os impactos negativos destas sobre as pessoas e as comunidades, o setor privado e entidades públicas. É importante que exista um orçamento para medidas de adaptação dos setores aos possíveis riscos e impactos das mudanças climáticas, bem como, recurso que possibilite o governo local atuar em construção de resiliência, e no caso de desastres, nas medidas de emergência.

Torna-se, assim, necessário compreender o escopo do envolvimento de governos locais nessas políticas sobre mudança do clima. Normalmente esses governos são responsáveis pela gestão financeira e contábil do orçamento municipal, coleta e gestão de impostos, licenciamentos e taxas (MARTINS, FERREIRA, 2011).

Identificar as ferramentas quantitativas consistentes para avaliar os investimentos públicos, a fim de tomar decisões orçamentárias e investimento, e integrar métodos baseados no risco em abordagens de custo-benefício torna possível considerar os prováveis impactos da mudança climática e de desastres pela quantificação das consequências econômicas desses eventos. Entre essas ferramentas estão:

- Avaliação de risco,
- Ordenamento do território com base no risco,
- A gestão dos ecossistemas urbanos,
- Requalificação urbana,
- Comunidade e participação das partes interessadas,
- Sistemas de gestão de desastres,
- Coleta de dados, análise e aplicação, e
- Financiamento de risco e abordagens de transferência.

Apesar de ser no nível local, na escala da cidade, do município, que muitos dos impactos da mudança climática irão ocorrer e onde grande parte dos problemas socioambientais se materializa, não se pode esperar que os governos locais cuidem do desafio sozinhos (Satterthwaite et al., 2007, Martins e Ferreira, 2011). Medidas de adaptação e mitigação necessitam de forte articulação e dependem de outros níveis de governança (Adger, 2005; Ribeiro, 2008; Martins & Ferreira, 2011). Tanto do ponto de vista do financiamento, como também da formulação, essas políticas deverão ser apoiadas pelos níveis federal e estadual, seguindo posições assumidas nas arenas internacionais, principalmente para o caso das políticas de mitigação.

Cada vez mais, as cidades são reconhecidas como atores relevantes na busca de um “crescimento econômico sem emissão de carbono”, exigindo que ajudem suas populações a lidarem com as incertezas climáticas e desastres naturais (CAMPBELL *et al.*, 2009).

Ao prestar maior atenção para códigos de edificação, transporte urbano, e a forma das ocupações, as cidades deverão contribuir crescentemente para mitigar a mudança climática, especialmente nos países em desenvolvimento, onde as cidades são as principais fontes de emissão de gases do efeito estufa.

Como em várias áreas da gestão pública, essas medidas são processos de aprendizado social, que dependem não somente de vontade política e recursos, mas, sobretudo, de conhecimento e metodologias de ações que podem ser potencializadas pelo diálogo interdisciplinar e a contribuição de diferentes atores e áreas de estudo.

Municípios são frequentemente limitados em termos de sua capacidade financeira, dado ao vasto leque de atividades em que estão envolvidos e também devido a falta de autonomia institucional. Esta falta de recursos tem sido associada a uma gestão reativa de instalações e infraestrutura (PINI *et al.*, 2007; MEASHAM *et al.*, 2011).

As autoridades municipais são frequentemente encarregadas da gestão da infraestrutura do estado ou município, além de infraestrutura local, mas sua falta de autoridade e recursos escassos inibe o planejamento efetivo do ciclo de vida (BRACKERTZ, KENLEY, 2002; MEASHAM *et al.*, 2011). Estas limitações de recursos podem levar no curto prazo a correções técnicas, em vez de abordagens integradas de longo prazo para os problemas endereçados (CRABBE, ROBIN, 2006; MEASHAM *et al.*, 2011).

Nos países em desenvolvimento, espera-se que o desafio principal será no aspecto da adaptação. Uma das portas de entrada para que as cidades se engajem com a problemática da mudança climática é por meio da gestão dos riscos de desastres, principalmente através de políticas e incentivos financeiros.

Os setores mais pobres da sociedade são mais vulneráveis aos impactos da mudança climática e eventos extremos por que eles não têm capacidade adaptativa e resiliência. Esses grupos enfrentam os maiores riscos embora contribuam pouco para gerar esse problema (CAMPBELL *et al.*, 2009).

Isso levanta questões difíceis com relação à equidade e custos a serem financiados para a adaptação desses setores, como a questão de como as cidades nos países mais pobres, com recursos limitados, poderão proteger sua população mais vulnerável e obter recursos financeiros para investir em medidas adaptativas.

Um exemplo de iniciativa no Brasil foi à criação do Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, que é um instrumento da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), instituída pela Lei nº 12.187/2009. O Fundo tem por finalidade financiar projetos, estudos e empreendimentos que visem à mitigação (ou seja, à redução dos impactos) da mudança do clima e à adaptação a seus efeitos.

Outro exemplo, na esfera local, foi a criação de um fundo específico para financiar ações de sustentabilidade, o Fundo Verde de Desenvolvimento e Energia para a Cidade Universitária da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Fundo Verde da UFRJ), iniciativa como resultado de uma parceria do Governo do Estado do Rio de Janeiro, da Light e da UFRJ, que tem como objetivo fomentar projetos de infraestrutura sustentável nos setores de geração e racionalização do uso de energia e de mobilidade urbana.

Um instrumento de financiamento importante para o Governo do Estado é o Plano Plurianual (PPA) por ser um indicativo dos programas e projetos do Governo para execução num período de quatro anos. Para se concretizarem, os programas e projetos devem estar contidos no Orçamento, que se traduz na Lei Orçamentária Anual (LOA), que deve seguir os princípios básicos estabelecidos pela Constituição Federal e pela Lei de Diretrizes Orçamentárias.

A Lei Complementar Federal, LCF nº 20/1974, cria um fundo contábil destinado a financiar os programas e projetos prioritários para a RMRJ. A Lei Complementar Estadual nº 64/1990 dispõe que este fundo passa a denominar-se Fundo de Desenvolvimento Metropolitano – FDM, que hoje está vinculado à Secretaria de Estado de Obras (IPEA, 2013).

O Decreto nº 40.486-01/01/2007, que estabelece a estrutura executiva da Secretaria de Estado de Obras, menciona também o FDM e o Fundo de Programas e Projetos Prioritários (FPPP). Porém, estes dois instrumentos ainda carecem de normas para a arrecadação que lhes dê autonomia (IPEA, 2013).

Na atualidade, os programas e projetos voltados para a RMRJ são, em sua maioria, financiados com recursos externos ou do tesouro estadual. Importantes fontes estaduais de financiamento são fundos setoriais, como o Fundo Estadual de Conservação Ambiental e Desenvolvimento Urbano – FECAM. As principais instituições de financiamento externo são: o Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID e o Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento – BIRD.

É importante conhecer as iniciativas de financiamento existentes e aproveitar as oportunidades para captar recursos disponíveis. Muitas vezes estes recursos existem e não são utilizados, seja por falta de conhecimento, ou por falta de capacidades de instituições para submeterem propostas de projetos.

Recursos financeiros constitui um elemento importante para o planejamento e financiamento das medidas de adaptação para atuar em resiliência. É importante ter a definição clara do custo detalhado de cada linha de ação e etapa de um plano de ação, a origem da fonte de recurso (de preferência do orçamento permanente do governo seja local ou nacional), e deve existir uma estrutura de governança robusta para atuar de forma eficiente.

O item 4.2 a seguir apresenta o estado atual do setor de transportes na cidade do Rio de Janeiro, incluindo a infraestrutura atual disponível e as políticas e ações existentes.

4.2 Estado atual dos transportes na cidade do Rio de Janeiro

A população do Estado está fortemente concentrada na sua Região Metropolitana, tendo o ônibus urbano como principal meio de transporte coletivo. Dessa forma, não é surpreendente a constatação de que esta modalidade seja responsável por, aproximadamente 75% das viagens realizadas em modos coletivos.

A análise sob a ótica estrutural do sistema de transportes do Rio de Janeiro mostra que os trens de subúrbio, o metrô e as barcas, por suas características tecnológicas, deveriam transportar uma quantidade significativa de usuários. No entanto a competição existente com os modos rodoviários (ônibus e vans) faz com que os

últimos, por sua maior capilaridade, sejam os sistemas que transportam o maior número de passageiros.

É importante destacar que existem mais de 200 km de vias ferroviárias atendendo 11 municípios da RMRJ e dispendo de cerca 90 estações, além de 2 linhas de metrô com 42 km no total e 33 estações, que atendem a uma parcela muito reduzida de usuários (CENTRAL, 2005; SDSN, 2013b).

Região metropolitana do Rio sofre muito com congestionamentos enormes de trânsito, opções de transporte pobres e condições, além de ter indicadores inadequados de qualidade para monitorar a qualidade e eficiência de seus serviços. Quase 45% da população depende de transporte público, e 15% faz uso de carros, seja como condutor ou passageiro. A necessidade diária de transporte coletivo em 2013 ascendeu a cerca de 9,5 milhões de passageiros (CENTRAL, 2005; SDSN, 2013b).

Considerando a população da RMRJ, o índice de mobilidade é de 1,77 viagens diárias por habitante e a taxa de imobilidade da população é de 46% (Central, 2005; SDSN, 2013b). A Tabela 4.1 apresenta a composição da taxa média de mobilidade para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro. O transporte motorizado, tanto individual como coletivo, aparece como a maior parcela da taxa global de mobilidade (1,11) em comparação ao transporte não motorizado como bicicleta e a pé, o que pode explicar, em parte, os problemas de congestionamento registrados no Rio de Janeiro.

Tabela 4.1 - Composição da taxa de mobilidade e viagens em transporte público na RMRJ (por dia).

Tipo de transporte	Mobilidade (Taxa) (Viagens/hab./dia)	Total parcial	Total geral (Taxa) (Viagens/hab./dia)	
Motorizado				
Transporte individual	0,29	1,11	1,77	
Transporte coletivo	0,82			
Não motorizado				
A pé	0,60	0,66		
Bicicleta	0,06			
Viagens em transporte público na RMRJ, por tipo	Quantidade (Num. de Viagens/dia)	(%)	Total (quantidade) (Num. de Viagens/dia)	
Ônibus (urbano e interurbano)	6,650,000	74.0	7,500,000	
Transporte complementar	1,600,000	17.5		
Metrô	360,000	4.0		
Trem	307,000	3.5		
Ferryboat	83,000	1.0		

Fonte: Elaboração própria, com base em Central (2005); SDSN (2013b).

É possível notar que ônibus (urbano e interurbano) é o principal meio de transporte de massa na RMRJ, sendo semelhante ao que ocorre em outras regiões metropolitanas do país. O número médio de viagens diárias no transporte coletivo na RMRJ tem uma grande participação de passageiros de ônibus, com 74% do total de viagens/ dia, como visto na tabela 4.1. Ao mesmo tempo, a frota de automóveis da cidade do Rio de Janeiro tem aumentado em números absolutos, contribuindo para agravar os problemas relacionados à mobilidade.

Existe ainda uma parcela de usuários que utilizava a única linha operada por bondes no Rio de Janeiro, não apresentada na tabela 4.1. Eram cerca de 2.000 passageiros transportados por dia por um sistema que atendia a um único bairro da cidade. Essa operação foi recentemente descontinuada (setembro de 2011), uma vez que o sistema não apresentava níveis de segurança satisfatórios para o transporte de passageiros. A demanda diária em 2013 por transporte coletivo foi cerca de 5% superior (9,5 milhões de passageiros) ao total apresentado na tabela 4.1, tendo como base dados fornecidos por operadores de transporte coletivo do Rio de Janeiro (SDSN, 2013b).

Quando são comparadas todas as viagens realizadas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro observa-se, que a participação relativa dos modos coletivos ainda é significativa (45%). A Tabela 4.2 apresenta o total de viagens realizadas na RMRJ por dia.

Tabela 4.2 - Viagens totais realizadas na RMRJ (por dia).

Modos	Número de Viagens	%
Coletivos	9.000.000	45
Carros (motorista / passageiro)	3.000.000	15
A pé	6.800.000	34
Bicicleta	650.000	3,3
Motocicleta	100.000	0,5
Outros (*)	450.000	2,2
Total	20.000.000	100

(*) Inclui: transporte escolar, táxis, ônibus fretados e caminhões.
 Fonte: Central (2005); SDSN (2013b).

Sendo os modos coletivos responsáveis por uma parcela significativa do número de viagens na RMRJ é importante planejar de forma adequada esses sistemas, proporcionando uma infraestrutura adequada, a segurança e a qualidade desses serviços.

É interessante observar que se forem consideradas as viagens realizadas a pé e pelos modos particulares motorizados, o total das mesmas é superior ao número de viagens realizadas por modos coletivos. O número de viagens realizadas a pé é elevado, porém tal fato não contribui para a redução de impactos verificados nos principais corredores de transportes onde congestionamentos são frequentes durante quase todo o dia. A falta de prioridade para ônibus nesses corredores é um dos motivos que contribui para esse quadro.

As viagens realizadas por bicicleta ainda são relativamente poucas (3,3%). No entanto, a cidade dispõe atualmente de mais de 250 km de ciclovias, uma das maiores redes do Brasil, o que evidencia o grande potencial do uso da bicicleta. Nesse sentido, políticas específicas que priorizem a integração entre a bicicleta e os demais modos coletivos deveriam ser adotadas (MAIA *et al.*, 2003; BALASSIANO, 2012).

De acordo com dados do Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Município do Rio de Janeiro (LA ROVERE *et al.*, 2010; 2013), em 2005, o uso de energéticos no setor de transportes foi o maior responsável pelas emissões com 65% de participação, devido, principalmente, ao modal rodoviário que emitiu 80% do total do setor de transportes. Em 2012, o setor de transportes continuou tendo a participação mais importante, respondendo por aproximadamente 40% das emissões dos setores socioeconômicos do Município. Dentro de transportes, o modal rodoviário é o mais emissor, conforme apresentado nas figuras 4.2 e 4.3.

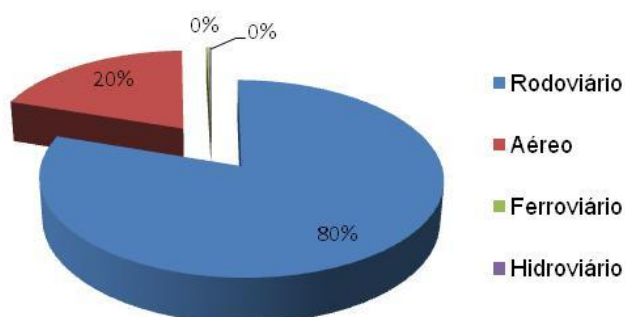


Figura 4.2 - Participação do subsetor de transportes nas emissões totais do setor de energia, município do Rio de Janeiro.

Fonte: LA ROVERE *et al.*, 2010.

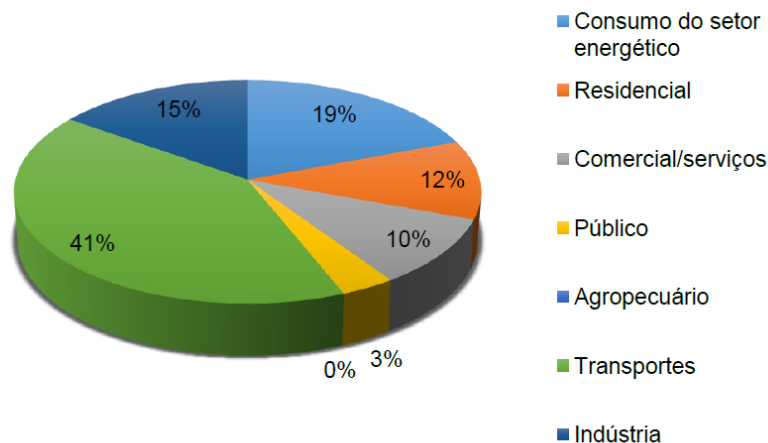


Figura 4.3 - Percentual de emissões de GEE por subsectores do setor de uso de energia do Município do Rio de Janeiro em Gg CO₂ e em 2012

Fonte: LA ROVERE *et al.*, 2013.

Em termos de emissões por energético, o uso de gás natural gerou os maiores níveis de emissão, com 35% de participação, devido principalmente ao seu uso no subsetor de transportes, que em 2005 teve grande avanço em substituição à gasolina devido à política pública adotada para incentivo do gás natural veicular (redução do IPVA) e também devido ao uso no setor industrial. Em seguida, o óleo diesel e a gasolina confirmam a predominância do modal rodoviário nas emissões do Setor de Energia.

A Tabela a seguir apresenta os valores totais obtidos no Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro para o subsetor transporte nos anos de 1996, 1998 e 2005. Os valores estão contabilizados por fontes de emissão, sendo que o somatório encontra-se em mil tCO₂eq.

Tabela 4.3 - Emissões Totais de GEE do Município do Rio de Janeiro, em 1996, 1998, 2005 e 2012 – Subsetor transporte.

Emissões totais de GEE	1996		1998		2005		2012	
	mil t CO ₂ eq	%	mil t CO ₂ eq	%	mil t CO ₂ eq	%	mil t CO ₂ eq	%
Transporte total	4.727	37,30%	5.021	37,10%	5.478	41,30%	6.753	48,20%
Transporte Rodoviário	3.879	30,60%	4.157	30,70%	4.391	33,10%	4.985	35,50%
Transporte Aéreo	848	6,70%	864	6,40%	1.063	8,0%	1.664	11,8%

Fonte: Elaboração própria com base em LA ROVERE *et al.* (2010)

Para o ano de 2012, o subsetor transporte emitiu 6.753,77 Gg de CO₂ equivalente (e), e foram consideradas além das emissões do transporte rodoviário e aéreo, o transporte ferroviário e hidroviário.

Tabela 4.4 - Emissões totais do Município do Rio de Janeiro, em 2012, CO₂ e (Gg)

Emissões totais de GEE	2012
Gg	CO ₂ e
Transportes	6.753,77
Rodoviário	4.985,51
Ferrovário	93,05
Aéreo	1.664,87
Hidroviário	10,34

Fonte: Elaboração própria com base em LA ROVERE *et al.* (2013)

O Estado do Rio de Janeiro tem como meta reduzir as emissões de transporte de 2030 em 30% em relação a 2005, adotando medidas como aumento de ciclovias, expansão e melhoria do sistema de metrô e investimento no sistema de trens e barcas. É desejável que o Rio de Janeiro mantenha seu ritmo de crescimento econômico, de forma a atender às demandas da população, porém, o deve fazer buscando caminhos modernos, com foco no desenvolvimento sustentável.

Para isso, instrumentos são necessários para avaliar as políticas de transporte e subsidiar o processo de decisão. Indicadores de transporte poderão servir como instrumento de transformação do transporte de passageiros no Rio de Janeiro. Além disto, poderão ajudar no monitoramento de políticas, a definir e medir a sustentabilidade no planejamento de transporte, bem como, corrigir uma eventualidade (SANTOS, RIBEIRO, 2013).

A cidade do Rio de Janeiro, como a maior parte da região metropolitana, está situada entre montanhas, morros, lagoas e o mar (FIRJAN, 2011). Isso faz com que o planejamento e a implementação de rotas alternativas de transporte sejam mais difíceis e custosas. O Rio tem muitas lagoas e lagos cujo potencial para o transporte não é explorado. Contudo, as profundidades não são ideais, mas seria possível criar rotas a partir da dragagem de canais. Estas lagoas estão localizadas em uma região que vivencia diariamente engarrafamentos significativos. Um sistema de transporte por vias navegáveis iria ajudar a resolver este problema de uma forma muito eficiente. Em comparação, um sistema hidroviário bem implantado como o de Veneza tem um tempo de embarque mais curto do que os observados em metrô.

Está sendo avaliada, no contexto da implantação de novos modos de transporte na RMRJ, a viabilidade de operação de barcos movidos a energia solar. Esses veículos tem grande potencial para operar em áreas lagunares, como as lagoas da Barra da Tijuca e de Jacarepaguá bem como para explorar de forma sustentável as ligações existentes e as potenciais no entorno da Baía de Guanabara. Em ambos os casos a dragagem necessária nessas áreas bem como a adoção de políticas que evitem despejo de poluentes e aquelas que incentivem a conservação ambiental são consideradas essenciais.

Outra grande oportunidade para o Rio é revitalizar áreas que estão em condições precárias, e melhorar as zonas carentes de infraestrutura. Quando áreas sem infraestrutura, comércio e lazer são desenvolvidas e melhoradas, a população local necessita se locomover menos. Para todas essas boas oportunidades apresentadas, deve haver um mecanismo de controle do crescimento da cidade e, junto com as outras ações, o investimento em transporte é feito de forma adequada.

O item 4.2.1 apresentado a seguir traz uma breve contextualização sobre a infraestrutura atual disponível e malha de transporte urbano na cidade do Rio de Janeiro.

4.2.1 Infraestrutura da cidade e do ambiente construído

Nas cidades brasileiras a gestão dos sistemas de transportes define padrões de operação, horários, rotas, frequência e demais atributos necessários para uma eficiente oferta de serviços. Da mesma forma, no que se refere ao planejamento urbano, existem organismos especialmente designados para tratar dos aspectos relativos à localização de atividades, serviços, comércio, etc., da manutenção dos locais públicos, da definição de áreas de lazer entre outras atribuições.

A importância do tratamento integrado das questões de transportes e uso do espaço urbano é um fator de grande relevância na busca da melhoria das condições de mobilidade de áreas metropolitanas. Um sistema de transporte sustentável requer a inserção de seus arredores no seu planejamento e manutenção. A cidade deve ser um lugar agradável, e assim as suas opções de transporte. Mobilidade implica em pensar e entender como a população se relaciona com as ruas e os espaços ao ar livre. Transporte sustentável melhora a forma como os espaços públicos são utilizados e concebidos.

O sistema de transportes e sua infraestrutura são indutores da ocupação espacial, uma vez que facilitam o acesso a áreas onde diferentes atividades serão desenvolvidas. Por outro lado a ocupação de um determinado espaço urbano vai demandar uma oferta de transportes adequada de forma a garantir que todos esses serviços possam ser acessados sem interferência no funcionamento das atividades realizadas. Trata-se, portanto, de uma relação que precisa ter de um tratamento integrado, o que em geral não ocorre em cidades brasileiras.

Observa-se que a abordagem do espaço público no contexto da melhoria da mobilidade em áreas metropolitanas torna-se vital para que a operação dos diferentes sistemas de transportes, os terminais de integração ou polos de realização de atividades e a comunidade possam interagir, contribuindo para o sucesso do modelo.

Atributos como acessibilidade, qualidade, conforto, integração, segurança, custo e pontualidade, entre outros, devem contribuir para promover a melhoria da qualidade de sistemas de transportes urbanos no longo prazo.

A infraestrutura da cidade do Rio de Janeiro na área de transportes é bem servida em suas ligações externas, com vias expressas, largas avenidas, túneis, pontes, viadutos, que servem ao tráfego de veículos sempre intenso.

Quanto aos meios de transporte, automóveis, ônibus, táxis, metrô, trens, barcas garantem a locomoção da população. Num passado recente os bondes também faziam parte do sistema de transporte em bairros turísticos. Contudo, a falta de governança, planejamento e manutenção impossibilitaram a continuidade deste modo tão característico da cidade e ambientalmente sustentável.

O fluxo do trânsito nas cerca de 19.400 ruas da cidade é assegurado pela Companhia de Engenharia de Tráfego que trabalha com o apoio da Guarda Municipal e da Polícia Militar do Estado. A circulação de veículos é monitorada, nas principais vias, por câmeras de vídeo, ligadas à Central de Controle de Tráfego por Área, capacitada a realizar alterações, em tempo real, na sinalização dos semáforos (CENTRAL, 2005).

As vias expressas: Linha Vermelha, com 21,4km de extensão, liga o Centro da cidade à Rodovia Presidente Dutra, na Baixada Fluminense e o Aeroporto Internacional Antônio Carlos Jobim à zonal sul, através do Túnel Rebouças. Por elas circulam, diariamente cerca de 160 mil veículos; a Via Light, com 10,8km é a opção que aproxima o vizinho município de Nova Iguaçu ao subúrbio carioca da Pavuna e a Linha Amarela, arrojada obra de engenharia, reduziu, a menos de meia hora, o percurso de automóvel, entre a Barra da Tijuca e a Baixada Fluminense.

Ao longo de seus 25km, que ligam a zona oeste à zona norte, encontram-se viadutos, pontes, passarelas, praças e os túneis da Covança. Esta via expressa teve como objetivo desafogar a Avenida Brasil, aliviar a Avenida das Américas, a Auto-Estrada Lagoa-Barra e a própria Linha Vermelha. Contudo, com o aumento crescente do número de automóveis, essas intervenções já não são mais suficientes.

O ônibus é o meio de transporte utilizado por 77% da população do Rio de Janeiro e conta com 49 empresas, que operam 449 linhas regulares, com uma frota de mais de oito mil veículos. Outros 899 ônibus ligam o Centro a diversos bairros da cidade, em 88 linhas especiais (CENTRAL, 2005).

Em conformidade com o Plano de Infraestrutura de Transportes, de responsabilidade da Prefeitura, para a Copa de 2014 e o Projeto Olímpico RIO 2016, estão em construção três vias para ônibus do sistema BRT (Bus Rapid Transit) de transporte coletivo, denominadas TransCarioca, TransOeste e TransOlímpica. Este sistema permite oferecer à população um transporte de média capacidade, utilizando ônibus articulados com capacidade para 160 passageiros ou mais, que trafegam em

corredores exclusivos e adaptados às instalações nos terminais de embarque e desembarque.

A TransCarioca, com aproximadamente 38 km de extensão, ligará a Barra da Tijuca ao Aeroporto Internacional Tom Jobim, devendo atender cerca de 300 mil pessoas por dia. A TransOeste, com 56 km de extensão e atendimento de 220 mil passageiros por dia, ligará a Barra da Tijuca a Santa Cruz e Campo Grande, na Zona Oeste.

A TransOlímpica, que ligará a Barra da Tijuca a Deodoro, numa extensão de 23 km, também servirá de via expressa para carros. Fará integração com trens da Supervia (em Magalhães Bastos e Deodoro), com a TransCarioca (no Trevo Curicica) e com a TransOeste (no Recreio dos Bandeirantes), beneficiando mais de 400 mil passageiros por dia (IPEA, 2013).

Está projetado o corredor TransBrasil, com 32 km de extensão, integrando duas rodovias federais, a BR-116 (Presidente Dutra) e a BR-040 (Rio-Juiz de Fora), e atendendo a 900 mil pessoas. De acordo com dados do Município do Rio de Janeiro, o projeto prevê a construção de mais de 30 mil metros quadrados de pontes e viadutos, além de um mergulhão de acesso ao Aeroporto Santos Dumont, que irá preservar o patrimônio paisagístico do Aterro do Flamengo (IPEA, 2013).

O metrô do Rio é pequeno e foi privatizado sob regime de concessão e opera apenas com duas linhas, por onde trafegam 26 trens para transportar diariamente, em média, 400 mil passageiros, conforme figura a seguir.



Figura 4.4 – Linhas 1 e 2 do metro na cidade do Rio de Janeiro. Fonte: Metrô Rio.

Com 14 km de extensão e quatro estações, a linha 4 do metrô comunicará os bairros da Barra da Tijuca, São Conrado, Gávea, Leblon e Ipanema. O acréscimo de usuários deste tipo de transporte é de aproximadamente 230 mil passageiros/dia. A conclusão das obras está prevista para dezembro de 2015 (IPEA, 2013).

Automóveis e táxis são responsáveis por 14% do transporte da cidade. No Rio de Janeiro circulam perto de 20 mil táxis regulares, quase todos com ar refrigerado. A maioria das 17 cooperativas e 54 associações de taxistas atende a chamados por telefone (CENTRAL, 2005).

Os trens suburbanos, importante meio de transporte dos moradores da zona norte e região metropolitana, são operados pela concessionária privada SuperVia, com um movimento diário médio de 240 mil passageiros. Trafegam por uma malha que alcança outros nove municípios: Nilópolis, Nova Iguaçu, Queimados, Japeri, São João de Meriti, Belford Roxo, Duque de Caxias, Magé e Paracambi. Cerca de 1% da população do Rio de Janeiro viaja pelas águas da Baía de Guanabara, no percurso entre o Rio e as ilhas de Paquetá e do Governador e a cidade de Niterói. O transporte pela baía é feito por barcas, aerobarcos e catamarãs.

Inserido no PAC, desde 2007, o Arco Metropolitano do Rio de Janeiro (145 km de extensão) constitui um importante empreendimento na RMRJ, sendo reconhecido como elemento de reestruturação do contexto funcional e econômico do Estado do Rio de Janeiro e, preponderantemente, da sua Região Metropolitana e do conjunto de municípios que deverão ser afetados por sua implantação. Com grande abrangência territorial e logística de transporte de veículos pesados, ligará o Porto de Itaguaí ao Município de Itaboraí, atravessando os Municípios de Itaguaí, Seropédica, Japeri, Nova Iguaçu, Duque de Caxias, Magé, Guapimirim e Itaboraí.

De acordo com a Secretaria de Estado de Obras – SEOBRAS, o trecho a ser construído pelo Estado, com 70,9 quilômetros, vai do entroncamento da BR-040 (Rio-Juiz de Fora), em Duque de Caxias, ao acesso ao Porto de Itaguaí, na BR-101, cortando as rodovias BR-040, BR-465 (antiga Rio-São Paulo), BR-116 (Via Dutra) e BR-101 (Rio-Santos) (IPEA, 2013).

Na região de abrangência do Arco, importantes empreendimentos estão sendo implantados ou já se encontram em funcionamento, tais como: COMPERJ, Complexo Industrial da Companhia Siderúrgica do Atlântico – CSA; Complexo Petroquímico de Duque de Caxias e Complexo Industrial de Santa Cruz, dentre outros. O total de investimentos é de R\$ 34,5 bilhões (IPEA, 2013).

4.2.2 Políticas e ações existentes na área de transporte

O Rio de Janeiro recebe atualmente um volume de recursos para investimentos em infraestrutura superior ao registrado nas últimas décadas. Essa mudança foi gerada em parte pela demanda latente por melhorias em mobilidade urbana (não só no Rio de Janeiro, mas também em outras regiões metropolitanas) e através de programas governamentais como o denominado “PAC da Mobilidade” (Programa de Aceleração do Crescimento).

Recursos têm sido alocados para investimentos tanto na melhoria e expansão de vias e áreas urbanas quanto na ampliação e modernização do sistema de transportes. Além desses investimentos, recursos municipais, estaduais e privados são alocados em obras de infraestrutura como forma de atender a uma demanda específica gerada pela realização da Copa do Mundo FIFA 2014 e os Jogos Olímpicos de 2016. O município

do Rio de Janeiro recebe o maior volume de investimentos e trabalha no sentido de garantir que os mesmos sejam utilizados para dar suporte ao legado necessário à região.

Os planos e programas setoriais elaborados nos últimos 23 anos para a RMRJ não possuem uma visão integrada da Região, comprometendo assim uma melhor gestão do território metropolitano. A necessidade desta gestão, tendo em vista uma maior articulação entre os poderes e as municipalidades, como resposta aos crescentes problemas comuns, tem induzido o Governo do Estado a buscar instrumentos que atendam a esta demanda (IPEA, 2013).

Em 2008, a Lei Estadual nº 5.192, de 15 de janeiro, que determina a elaboração do Plano Diretor Decenal da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, prevê a criação de uma Agência Metropolitana ou Consórcios Públicos. Em 2011 o governo estadual instituiu, por meio do Decreto nº 42.832, de 31 de janeiro de 2011, o Comitê Executivo de Estratégias Metropolitanas.

Em termos de planejamento dos transportes no Rio de Janeiro, o Plano de Desenvolvimento dos Transportes Urbanos, o PDTU-2005, foi elaborado como um grande esforço de planejamento dos transportes metropolitanos, com levantamentos e pesquisas de campo e modelagem matemática (SETRANS, 2011).

O Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (PDTU)⁹ abrange a totalidade da RMRJ e o Município de Mangaratiba. Foi elaborado, em 2003, sob a responsabilidade da Secretaria de Estado de Transportes e da Companhia Estadual de Engenharia de Transportes e Logística – Central, sendo executado pelo consórcio LOGIT-OFFICINA-JGP (Logit Engenharia Consultiva LTDA, Oficina Engenheiros Consultores Associados e JGP Consultoria e Participações LTDA).

O Plano contou com a participação de outras instituições como o Banco Mundial; Consultores Especialistas; e um Grupo Ampliado de Discussões, composto pelas seguintes entidades: CTC/SERVE; CENTRAL; Barcas S/A; CET Rio; Rio Trilhos; CBTU/AC; SETRANSPANI; SETRANS; Opportrans; SMTR; FETRANSPOR; COPPE/UFRJ; Transtur; IAC; ASEP; SMTU/RJ; SEPRE; Supervia; SINCARGA; DER/RJ; DETRO/RJ; RIOÔNIBUS; Metrô; CODERTE; IME; CIDE e Prefeituras Municipais de Magé, Duque de Caxias e São Gonçalo/DTC (SETRANS, 2011; IPEA, 2013).

⁹ PDTU. Disponível em: <<http://www.pdtu.rj.gov.br/creditos.html>>. Acesso em: 18/03/2014.

Tem como objetivo subsidiar o Governo do Estado no desenvolvimento das políticas públicas para o setor, orientando não só as ações executivas relativas aos investimentos em infraestrutura viária e sistemas de transporte coletivo – metrô, trens, barcas, terminais de integração etc. – como, também, a definição de modelos operacionais e tarifários que possibilitem otimizar o uso das redes de transporte disponíveis.

Este Plano “pretendia ser o principal instrumento de ordenamento do transporte urbano da região metropolitana, mas dependeu sempre de um modelo de governança que ainda não foi efetivamente viabilizado...” (SALANDIA, 2012: p. 34; IPEA, 2013).

Ainda, de acordo com o relatório do IPEA (2013), no momento da formulação do PDTU, a Agência Metropolitana de Transportes Urbanos – AMTU, ainda não havia sido criada, o que, só ocorreu em janeiro de 2007. O Plano está sendo atualizado sob a coordenação da SETRANS, agora com a participação da AMTU, com o intuito de avaliar resultados anteriores e elaborar novas propostas para os próximos dez anos, considerando os relevantes investimentos que estão sendo realizados na Região – com impacto sobre as necessidades de circulação de pessoas e mercadorias – e as demandas relativas aos eventos da Copa do Mundo, em 2014, e dos Jogos Olímpicos, em 2016.

O PDTU pode representar a consolidação de um primeiro desenho de governança em transportes no Rio de Janeiro. O Plano procurou sistematizar dados e consolidar as várias alternativas de intervenção no setor transportes de passageiros e de cargas, que vinham sendo tratadas de forma mais ou menos isolada ao longo de vários anos. Contudo, a falta de um plano de monitoramento das ações, a não atualização constante e a não consideração de aspectos socioambientais e de sustentabilidade o torna ainda deficiente.

Desde a elaboração do PDTU-2005 uma série de fatos foi considerada pelo governo como de fundamental importância para a atualização do processo de planejamento, a saber:

- Mudança e aceleração do uso do solo urbano e metropolitano;
- Aumento das taxas de motorização advindas das políticas de financiamento à aquisição de automóveis e do próprio aumento da renda das classes que até então tinham menor poder aquisitivo;

- Os eventos que levaram a tomada de decisão sobre prioridades de investimentos em transportes públicos com reflexos na rede atual e em implantação;
- A adoção de uma política tarifária nos transportes públicos da região metropolitana;
- A mudança da relação entre o poder público e os operadores em municípios importantes da área em estudo.

É possível perceber que o PDTU-2005 não apresenta nem trata dos aspectos relacionados à mobilidade urbana sustentável e às questões de clima, bem como a resiliência dos transportes. Pelo contrário, traz um enfoque de desenvolvimento principalmente para atender novas demandas alinhadas, por exemplo, a eventos esportivos a serem sediados na cidade. Isto demonstra a falta de planejamento adequado no médio e longo prazo. O plano destaca o aumento das taxas de motorização em especial do automóvel, advindas de políticas de financiamento, de forma positiva. Contudo, é importante considerar que o automóvel é responsável por grande parcela das emissões de gases de efeito estufa em cidades.

O relatório de atualização do PDTU apresenta o processo de definição de uma primeira versão de Rede Futura, que será simulada no horizonte de 2021. Como base nessa simulação existe uma matriz origem-destino presente, a matriz de 2016, que será alocada na Rede Mínima, composta pelos projetos existentes e daqueles que estão em processo de implementação, conforme apresentado a seguir:

- Sistema de BRT's com as linhas TransCarioca, TransOlímpica, TransOeste e TransBrasil no Rio de Janeiro e o TransOceânico em Niterói;
- Linha 3, trecho Niterói – São Gonçalo – Itaboraí;
- Linha 4 do Metrô ligando o Jardim Oceânico (Barra) e Ipanema;
- Ramais ferroviários a partir de Saracuruna (reativação);
- Sistema de VLT no centro da cidade do Rio de Janeiro;
- Arco Metropolitano, ligando Magé e Itaguaí, passando por mais oito municípios (sem transporte público).

A figura 4.5 a seguir apresenta a rede mínima de transportes para 2016, projetada a partir dos projetos existentes e em fase de implantação.

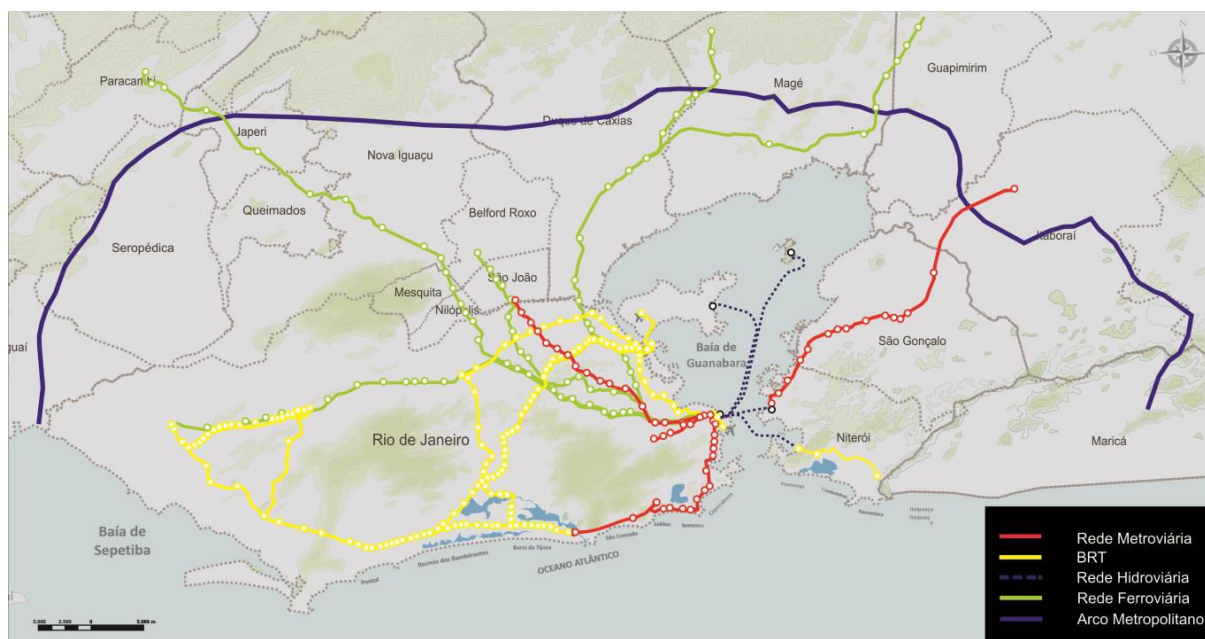


Figura 4.5 - Rede mínima de transporte projetada para 2016, Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Fonte: SETRANS (2011b)

O relatório planejamento de transportes elaborado pela SETRANS (2011b) como parte do processo de atualização do PDTU faz uma breve referência aos impactos sociais, ambientais e econômicos. No campo dos impactos sociais destaca os benefícios decorrentes da redução do tempo de viagem, do dinheiro gasto para a realização desses deslocamentos, bem como a questão dos acidentes.

Quanto aos impactos ambientais, cita impactos negativos como poluição atmosférica (local e global), poluição sonora, vibrações, impermeabilização do solo, interferência em áreas ambientalmente frágeis, entre outros. Menciona a mudança modal de usuários (do transporte particular para o público) e a redução de congestionamentos, contribuindo assim positivamente.

Em relação aos impactos econômicos, considera as mudanças que o sistema proposto pode causar na economia urbana, como exemplo, locais que tenham a sua acessibilidade aumentada podem vir a receber habitações e atividades; a redução dos custos de deslocamento de mão de obra e mercadorias pode incentivar a criação de novos empreendimentos.

Alguns projetos foram priorizados e considerados adequados para que a cidade possa dispor de um sistema integrado de transportes que além de garantir boa

mobilidade durante os eventos que serão sediados, possa implantar uma base estruturada com possibilidades de ser expandida e modernizada nas próximas décadas. No setor de transportes está sendo construída uma rede de corredores expressos para ônibus (BRT), um sistema sobre trilhos que vai operar na área central do município do Rio de Janeiro – VLT (Veículo Leve sobre Trilhos) além da expansão do sistema metroviário ligando a zona sul e a Barra da Tijuca numa extensão de 16 km.

O sistema ferroviário também recebe investimentos para compra de novas composições, melhoria das vias e sinalização e recuperação e modernização das estações de passageiros. Investimentos são também considerados na requalificação urbana no entorno de áreas de competições e de integração modal (Engenho de Dentro, Deodoro, área no entorno do Sambódromo, entorno do Parque Olímpico na Barra da Tijuca, Madureira, Vicente de Carvalho, Centro, Lagoa, Copacabana, etc.). Alguns desses projetos serão detalhados a seguir e sua avaliação considerada no contexto da futura mobilidade na RMRJ (SDSN, 2013b).

O sistema BRT está sendo implantado em 04 corredores no Rio de Janeiro. O corredor TransOeste, já em operação conecta Santa Cruz e Campo Grande à Barra da Tijuca. O corredor tem uma extensão de 56 km e transporta por dia cerca de 200 mil usuários. O grande benefício para os usuários foi a redução de tempo de viagem em cerca de 50% ao longo do corredor, de acordo com um estudo desenvolvido pelo ITDP (Instituto de Políticas de Transportes e Desenvolvimento), que avaliou os benefícios gerados nessa ligação viária com a implantação do BRT (ITDP, 2013).

O VLT terá uma extensão de 30 km e cada composição capacidade para transportar 450 passageiros ao longo de 42 estações. Um aspecto importante da implantação da rede de VLT é que o sistema vai operar de forma integrada ao sistema BRT, ao metrô, às barcas, ferrovia e integrando diferentes terminais (rodoviária, ferrovia, aeroporto).

A regulamentação de serviços de transportes deverá estar de acordo com uma política que seja abrangente e atenda a toda a área metropolitana de forma a evitar conflitos. Em geral, por falta de coordenação prévia, normas que são estabelecidas em um município estão em desacordo com normas vigentes em um município vizinho na mesma área metropolitana. Tal divergência provoca muitas vezes problemas de fiscalização e controle dos serviços, sobreposição de rotas operadas, tarifação inadequada das viagens entre outros. A integração institucional entre órgãos gestores de

transportes e de planejamento urbano torna-se um pré-requisito para a estruturação de um plano de mobilidade eficiente nessas áreas.

O transporte urbano sustentável caracteriza-se pela inovação e capacidade de adaptação às necessidades especificamente urbanas. Estas inovações incluem corredores exclusivos de ônibus, diversas opções de transporte público como metro, VLT, trens e a interconexão entre os diversos modos, possibilitando a mobilidade das populações mesmo em épocas de emergência no contexto de uma gestão de riscos frente a desastres; utilização de combustíveis renováveis de baixa emissão de carbono, contribuindo para melhorar a qualidade do ar nas cidades; pavimentação de vias com alta permeabilidade, reduzindo pontos de alagamentos, entre outras.

O item 4.3 a seguir apresenta elementos a serem considerados num plano de ação em resiliência para transportes na cidade do Rio de Janeiro.

4.3 Elementos para um plano de resiliência em transportes na cidade do Rio de Janeiro

Este item apresenta uma proposta dos elementos que devem ser considerados num plano de ação para a resiliência do setor de transportes na cidade do Rio de Janeiro. Estes elementos vão desde a consideração das projeções sobre mudança climática, conhecimento das vulnerabilidades e dos possíveis impactos no setor. Também aborda a necessidade de uma estrutura de governança e do uso de indicadores de transporte urbano sustentável como ferramenta para avaliar a sustentabilidade dos transportes e monitorar o progresso de programas, planos e ações existentes e futuras.

Os elementos devem responder às necessidades de melhores acessos à informação, conhecimento, capacidades e ferramentas para efetivamente lidar com os riscos de desastres e eventos climáticos extremos.

A seguir são apresentados os elementos que deverão ser considerados no Plano de resiliência dos transportes na cidade do Rio de Janeiro. Estes irão fornecer dados e permitir a realização de análises para subsidiar a tomada de decisão, a identificação de estratégias-chave, ações de baixo risco, entre outras medidas necessárias para construir a resiliência dos transportes, tanto aos desastres e à mudança do clima, como também à vulnerabilidade natural do setor diante das fragilidades existentes.

4.3.1 Projeções de Clima e vulnerabilidades dos transportes

Um plano de resiliência para o setor de transportes na cidade do Rio de Janeiro deve considerar o conhecimento disponível sobre mudança do clima. As projeções e cenários desenvolvidos para o Brasil, em especial para a região sudeste e, se possível, em escala local, projeções para a cidade do Rio de Janeiro.

É preciso conhecer as vulnerabilidades existentes, os possíveis riscos e as possibilidades de medidas de adaptação. Para isso deve-se considerar num plano de ação informações a partir do melhor conhecimento técnico-científico disponível, como dados do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, por exemplo, entre outros estudos de referência.

As vulnerabilidades dos transportes no Rio de Janeiro podem estar associadas à infraestrutura existente que ainda carece de melhorias, falta de integração modal, entre outros fatores.

No item 2.4 foram apresentadas as principais projeções de clima para o Rio de Janeiro, com destaque para o aumento de temperatura média anual, aumento da distribuição espaço-temporal da pluviosidade e o aumento do nível do mar.

A tabela 4.5 a seguir apresenta um resumo das principais projeções de clima para o Rio de Janeiro, bem como as vulnerabilidades, os possíveis impactos das mudanças climáticas e possíveis medidas de adaptação que possam contribuir na resiliência do setor de transportes.

Tabela 4.5 Principais projeções de clima, vulnerabilidades, impactos e possíveis medidas de adaptação para os transportes.

Projeções de Clima	Vulnerabilidades	Possíveis impactos	Possíveis medidas de adaptação relacionadas aos transportes
Aumento do nível do mar	Vulnerabilidade da zona costeira, das praias frente ao uso do solo com edificações, pavimentações etc.	Impacto na orla, redefinindo a linha da costa; as praias podem perder areia e as zonas costeiras de baixa elevação podem sofrer ainda mais com inundações	Necessidade de obras de infraestrutura, realocação da infraestrutura atual, como vias, porto marítimo, etc.
Aumento de temperatura	O clima está se tornando mais quente na capital; aumento da temperatura média anual	redução dos dias mais frios, maior frequência de dias e noites quentes	Uso de refrigeração na infraestrutura e meios de transporte
Aumento de pluviosidade	Alteração da distribuição espaço-temporal da pluviosidade; intensidade suficiente para alterar processos ambientais importantes	propensão a deslizamentos de encostas e inundações de áreas de planície; alagamentos; disponibilidade/qualidade das águas, perda da mobilidade dos sistemas de transporte	Adequar a ocupação do solo e as infraestruturas de transporte a fenômenos hidrológicos extremos
Aumento na ocorrência de tempestades e marés meteorológicas	Aumento do nível do mar; aproximação de grandes ondas e de ressacas	ressacas no mar alcançando o litoral, fortes ventos, chuvas que podem ocasionar perda de mobilidade	Adequar a ocupação do solo e as infraestruturas de transporte a suportar tempestades e marés meteorológicas
Aumento de Ilhas de calor urbana	Alteração na direção e intensidade das brisas marítima e terrestre, altera os padrões do transporte de umidade.	aumento na duração das ondas de calor; aumento da poluição	Uso de refrigeração na infraestrutura e meios de transporte; reduzir o uso de combustíveis fósseis

Fonte: Elaboração própria.

4.3.2 Governança

Estudo realizado por EGLER, GUSMÃO (2013) indica que as principais fragilidades na governança metropolitana residem em: (i) a fragilidade da capacidade de resposta dos governos locais *vis-a-vis* suas responsabilidades constitucionais; (ii) a ausência de laços de cooperação/coordenação entre os diferentes níveis de governo e, em cada um deles, entre os vários setores governamentais; (iii) a precariedade da base de dados de monitoramento de parâmetros costeiros que impossibilita a realização de previsões, de projeções de cenários e, conseqüentemente, de planos integrados de contingência.

Para que a RMRJ se torne mais resiliente, mudanças e a adoção de ações são necessárias. Os autores destacam no estudo quatro setores: saúde, planejamento urbano, energia e saneamento (EGLER, GUSMÃO, 2013).

O Rio de Janeiro, com a extinção do órgão gestor da região - Fundação para o Desenvolvimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (FUNDREM) em 1989, não retomou até hoje o equacionamento dos assuntos metropolitanos.

A RMRJ, hoje, não dispõe de um ente de gestão metropolitana para que o planejamento e as ações territoriais sejam orientados a partir de uma visão integrada do arranjo metropolitano. A primeira e única iniciativa neste sentido se dá com a criação da FUNDREM. Após sua extinção, nenhuma outra instituição é criada, mesmo que outros órgãos, conselhos e agências venham atuando, setorialmente, sob a perspectiva metropolitana (IPEA, 2013).

Com a extinção da FUNDREM, a gestão da RMRJ fica pulverizada, isto é, as questões metropolitanas passam a ser tratadas por órgãos diversos, que, dentro de suas competências, criam, em geral, suas próprias regionalizações. Alguns demonstram o reconhecimento da necessidade de tratamento diferenciado para o espaço metropolitano, atendendo a características locais (IPEA, 2013).

Atualmente, começa a haver um consenso em torno da necessidade de existir um órgão voltado para a gestão integrada – e compartilhada entre o poder público, a iniciativa privada e entes da sociedade civil organizada – da RMRJ, seguindo um modelo de governança. Visando à concretização desse propósito, o Governo do Estado criou o Comitê Executivo de Estratégias Metropolitanas (Comitê Metropolitano).

O Comitê, diferentemente da extinta FUNDREM, caracteriza-se como um ente de articulação, possibilitando o diálogo entre os diversos agentes que atuam na RMRJ. Assim, a participação das Secretarias de Estado torna-se fundamental para o diagnóstico e a definição de ações integradas, considerando que o planejamento do espaço metropolitano no Rio de Janeiro se dá de modo fragmentado.

Embora não exista um órgão gestor metropolitano, o Governo do Estado procura exercer a sua função de executar políticas públicas voltadas para a RMRJ através de planos/ programas setoriais.

A RMRJ não tem qualquer órgão governamental atuando no gerenciamento metropolitano. Portanto, o planejamento é feito sem orientação e sem visão global da região, e as diversas ações urbanas não estão ligadas entre si, comprometendo assim as metas urbanas. Sendo assim, é urgente a necessidade da criação da governança metropolitana.

O cenário atual da RMRJ é composto por:

- desigualdades sócio-espaciais expressivas;
- ausência de um planejamento integrado das políticas setoriais;
- excessiva concentração de investimentos no núcleo metropolitano (capital) reforçando o grau de centralidade e geração de empregos;
- hipertrofia do modal rodoviário com os Modais sobre trilhos e aquaviários subutilizados;
- ausência de integração intermodal e de Ligações transversais;
- Produção habitacional formal menor do que a informal, nas últimas décadas;
- deficit de saneamento ambiental;
- maior concentração de instituições de conhecimento e pesquisa, notadamente nas áreas de petróleo e gás;
- Patrimônio natural e ambiental relevantes;
- Ausência de governança metropolitana.

De acordo com dados do Governo do Estado, duas iniciativas foram articuladas com vistas a reorganizar as regiões metropolitanas. Uma de natureza federal, criando em 2008 o Grupo de Trabalho Interfederativo das regiões metropolitanas, com o propósito de discutir a questão metropolitana sob a ótica do financiamento, das políticas públicas e dos modelos de gestão. A segunda de natureza estadual assinando com Banco Mundial um acordo de cooperação para assessorar e acompanhar o estabelecimento de estruturas de planejamento e gestão, com a finalidade de criar o órgão responsável pela governança da metrópole e da implantação de políticas públicas necessárias para o seu desenvolvimento.

O Comitê Executivo de Estratégias Metropolitanas foi instituído pelo Decreto nº 42.832 de 31/01/2011 e tem como objetivo propor as políticas estratégicas para a região metropolitana do Rio de Janeiro, visando promover a gestão dos assuntos de caráter metropolitano, integrar suas demandas e planejar e executar as políticas públicas de interesse comum, relativas ao desenvolvimento da região.

Entre as metas estratégicas do Comitê estão a de formatar um modelo de desenvolvimento para a RMRJ embasado nas políticas que se pretende estabelecer para a região, considerando o cenário futuro previsto a partir do conjunto de investimentos já conhecidos e previstos na região para os próximos anos; e definir novas políticas estratégicas para a região que, ao mesmo tempo em que fortaleçam a interlocução entre os municípios metropolitanos, restabeleçam a liderança do estado na gestão dos assuntos de interesse comum aos municípios e no trato destas questões junto ao governo federal, às instituições de fomento nacionais e internacionais e demais interlocutores institucionais relevantes.

Entre as funções públicas de interesse comum destacam-se: o planejamento regional e ordenamento do território e a mobilidade e transporte; ambientais: Uso sustentável dos recursos naturais e combate à poluição e o gerenciamento de riscos; e econômicas: Economia e finanças, emprego e renda e logística e infraestrutura; sociais: políticas sociais e segurança pública; e institucionais: Sistema de informações geográficas e assistência técnica aos municípios.

As principais atribuições do Sistema Estadual de Governança Metropolitana são:

- reorganizar a região metropolitana do rio de janeiro - RMRJ;
- definir critérios para a composição da região metropolitana;
- indicar as funções públicas de interesse comum;
- definir diretrizes para planejamento regional e ordenamento do território da rmrj;
- promover a cooperação, articulação e integração entre órgãos da administração pública, estadual e municipal, e das entidades da sociedade civil e empresariais;
- promover a utilização sustentável do território da região metropolitana e de seus recursos naturais e culturais;
- reduzir as desigualdades sociais e territoriais na região metropolitana;
- contribuir para a construção e reconhecimento da identidade metropolitana.

A figura a seguir apresenta o Sistema Estadual de Governança Metropolitana.

SISTEMA ESTADUAL DE GOVERNANÇA METROPOLITANA:



Figura 4.6 – Sistema Estadual de Governança Metropolitana.
Fonte: Governo do Estado do Rio de Janeiro.

Para institucionalizar o sistema estadual de governança é necessária a aprovação de lei complementar para:

- instituir o Sistema Estadual de Governança Metropolitana com o objetivo de promover e integrar o planejamento e a implementação das funções públicas de interesse comum na região metropolitana garantindo a redução das desigualdades sociais e territoriais;
- criar o órgão de estado para a governança metropolitana com a finalidade de articular os agentes, integrar as políticas e coordenar os projetos e ações de interesse comum na RMRJ.
- constituir equipe técnica própria com a atribuição de elaborar o plano estratégico de desenvolvimento metropolitano, integrar programas e projetos de interesse comum, bem como, estruturar operações urbanas de caráter metropolitano.

É importante a participação do coletivo nas causas de seu respectivo município, diminuindo a dependência da ação e presença do Estado, simultaneamente aumentando a eficácia do mesmo e conseqüentemente tornando os municípios menos acomodados, mais ágeis e em conexão com seus habitantes.

Muitas das condições enfrentadas pelas comunidades locais referem-se a lógicas definidas a partir de outros níveis de decisão, o que limita ou, ao menos, constringe a

capacidade das comunidades em estabelecerem estratégias locais de enfrentamento do problema. Ainda assim, do ponto de vista da resiliência, tais paradoxos podem também representar oportunidades de superação. Está cada vez mais claro que sobreviverão melhor às crises os mais criativos, os que tenham capacidade de inovação, intuição para adaptar-se e utilizar a seu favor inclusive os fatos que não lhes são, a princípio, favoráveis (FIGUEIRÓ, 2011).

A comunicação entre: população e população; população e Estado, e dentro do próprio Estado aumentam por sua vez o esclarecimento das reais necessidades dos municípios e auxilia na divulgação de informação e conhecimento, algo que no momento é uma grande lacuna que a RMRJ enfrenta. O conhecimento, por sua vez, auxilia na tomada de decisões, influenciando para que estas tenham impactos positivos e encaminhem o Rio de Janeiro para um futuro mais resiliente.

É importante considerar a governança em três esferas: sociedade civil, Governo e setor privado. As parcerias público-privadas e envolvimento da sociedade civil são cruciais. Estas ações combinadas gera um ciclo positivo, possibilitando uma maior participação do coletivo e a comunicação entre os atores, ocorrendo assim, um aumento do conhecimento, que tendo impactos positivos, incentiva a uma participação mais ativa e quantitativa da sociedade civil voltada para melhoria e manutenção, isto é, basicamente no desempenho, que seu respectivo Município apresenta.

Assim, é criada uma espécie de malha que capacita a RMRJ a melhor enfrentar impactos ambientais e suas consequências, tendo maior aptidão para se adaptar com maior velocidade e menores impactos na vida da população do Rio de Janeiro. Existindo esta malha, é importante saber como prosseguir e quais são as prioridades para que a RMRJ se torne mais resiliente. A resiliência da região se dará através da resiliência em diversos setores.

Ainda existem na RMRJ profundas desigualdades sociais e espaciais, falta de integração e planejamento do setor de transporte, e excessiva concentração de investimentos na capital. Os instrumentos de regulação e de planejamento do uso da terra são frágeis, concebido para aplicação local, e não interagem com outras áreas e regiões. O controle do uso do solo e a expansão urbana são, portanto, inevitável. Esta fragmentação resulta no uso da terra e da ocupação inadequada, e déficits de infraestrutura urbana, incluindo o sistema de transporte.

A mobilização da sociedade civil na RMRJ em torno do tema mudanças climáticas/ resiliência e ainda é fraca. Outras questões mais prementes como o acesso a serviços básicos e a habitação fazem com que o tema não apareça de forma destacada na pauta desses movimentos sociais. Nesse contexto o papel dos atores públicos é central. Porém ainda são incipientes as políticas e ações públicas que buscam diminuir ou controlar situações de vulnerabilidade em áreas urbanas, especialmente no setor dos transportes.

Todavia, consideramos que a adoção de práticas visando à gestão integrada dos transportes, em particular a promoção da mobilidade urbana da população, já seria de grande importância no sentido de resguardar a RMRJ de possíveis consequências negativas oriundas de variabilidades e mudanças climáticas.

4.3.3 Indicadores de transporte sustentável

Estudo desenvolvido por GUDMUNDSSON (2001) sinaliza que as experiências norte-americanas geralmente sugerem que os indicadores podem ser mais úteis e terem mais impacto sobre a política se eles são relacionados ao desempenho do planejamento, onde os indicadores são não apenas informações, mas sinais direcionados de que burocracias e os tomadores de decisão são obrigados a responder de alguma forma. A partir do estabelecimento de metas mensuráveis para resultados tangíveis, fornecendo links formalizados para situações de tomada de decisão, e assegurar o acompanhamento pelos órgãos de auditoria independente, os indicadores baseados no planejamento poderão obter alguma força.

Para LITMAN (2008), os indicadores devem ser compreensíveis para o público em geral e útil para os tomadores de decisão. A utilidade e valor dos indicadores individuais podem variar em importância entre as fases do projeto, jurisdições e as partes interessadas. Indicadores, detalhes da análise e os dados, devem estar disponíveis para todos os interessados. Em geral, quanto mais informações condensadas em um único índice, menos significado terá para os objetivos políticos específicos.

O Rio de Janeiro vive mudanças estruturais em função da agenda esportiva que se aproxima com as Olimpíadas em 2016. O Estado irá atrair muitos investimentos. Com isso, a utilização de critérios de avaliação quanto à sustentabilidade desses

investimentos pode ser percebida como uma oportunidade para o desenvolvimento sustentável.

Vários autores notam que a seleção de indicadores deva ser impulsionada principalmente pelas questões que os indicadores devem supostamente responder (JOURDARD, GUDMUNDSSON, 2010; HAGHSHENAS, VAZIRI, 2011). Indicador deve ser facilmente compreensível, razoável, mensuráveis, possíveis de quantificar, acessível e abrangente, refletir vários aspectos do estudo, sensível a mudanças ao longo do tempo, independentes e padronizados para comparação, claramente definidos e capturar processos de longo prazo (HAGHSHENAS, VAZIRI; 2011)

A partir dessa reflexão, entende-se a importância e a necessidade de novos indicadores para mensurar a sustentabilidade, e estes devem refletir a realidade e sinalizar para a necessidade de novas políticas, bem como, promover uma reavaliação das políticas atuais rumo à sustentabilidade.

Em “The Future We Want, United Nations Conference on Sustainable Development, 2012” (UNCSD, 2012), promoção da equidade social, desenvolvimento econômico e proteção ao meio ambiente para as gerações presentes e futuras são princípios fundamentais do conceito de desenvolvimento sustentável mais atual. O documento afirma que medidas de eficiência energética são necessárias no planejamento urbano e de transporte.

A mobilidade e o transporte são fundamentais para o desenvolvimento sustentável. Um transporte eficiente de pessoas e bens deve ser ambientalmente saudável, seguro e acessível como um meio para melhorar a equidade social, a saúde e a resiliência das cidades. O transporte sustentável pode reforçar o crescimento econômico e melhorar a acessibilidade, alcançando uma melhor integração da economia e respeitando o meio ambiente (UNCSD, 2012).

Transporte é essencial para promover o bem-estar das populações, uma vez que promove a acessibilidade às diversas atividades humanas. Contudo, os transportes têm impactos econômicos, sociais e ambientais significativos e de longo prazo, sendo por isso uma dimensão importante da sustentabilidade urbana.

OCDE definiu indicadores de transporte sustentável como medidas estatísticas que dão uma indicação da sustentabilidade social, ambiental e do desenvolvimento econômico (JOURDARD, GUDMUNDSSON, 2010; HAGHSHENAS, VAZIRI, 2011).

Indicadores vêm cada vez mais sendo usados para medir e avaliar a sustentabilidade dos transportes.

Algumas tentativas têm sido feitas para desenvolver indicadores de transporte sustentável (ITS), onde alguns estudos aplicam ITS para comparar a sustentabilidade entre diferentes cidades no mundo. Indicadores de transporte sustentável devem ser desenvolvidos e usados para monitorar a sustentabilidade dos transportes (HAGHSHENAS, VAZIRI, 2011).

Existem alguns esforços para definir indicadores para o transporte urbano. A tabela 4.6, a seguir, apresenta potenciais indicadores urbanos para transporte, propostos com base no estudo elaborado por (SANTOS, RIBEIRO, 2013) para monitorar o desempenho do setor de transporte na região metropolitana do Rio de Janeiro com vistas numa mobilidade mais sustentável e tendo em conta as características e peculiaridades específicas da cidade.

Tabela 4.6. Potenciais indicadores identificados a partir de estudos, aplicáveis ao transporte urbano de passageiros.

Categoria	Indicadores	Autor/ Ano							
		HaghsHENAS & Vaziri (2012)	Litman (2009)	Litman (2011)	Joumard & Gudmundsson (2010)	OECD (1999)	Kim & Han (2011)	Pitfield & Castillo (2010)	Toth-Szabo et al. (2011)
Ambiental	Emissões de CO ₂ , per capita	X	X	X	X	X	X	X	X
	Uso do solo urbano para a infraestrutura de transporte (estradas, estacionamentos, etc.)	X	X	X	X	X			X
	Consumo de energia per capita, por combustível e modo	X	X	X	X	X		X	
	Exposição a poluição atmosférica e sonora e impactos na saúde	X	X	X	X	X	X	X	X
	Viagem de veículo por modo (não motorizado, automóvel e transporte público)		X	X		X	X	X	
	Densidade de uso do solo (pessoas e postos de trabalho por unidade de área de solo)		X			X	X		
Econômico	Custos per capita de congestionamento (tempo total gasto no trânsito)	X	X	X			X		X
	Total de despesas de transporte (veículos, estacionamento, estradas e As despesas das famílias alocadas para o transporte (% do PIB)	X	X		X				
	As despesas com transporte para o governo local (anual, por PIB)	X							
	Transparência de custos e investimentos								
	Subsídios prejudiciais e políticas fiscais verdes								
Social	Diversidade do sistema de transporte / variedade do transporte	X		X			X	X	
	Qualidade do transporte para as pessoas desfavorecidas (com deficiência, baixa renda, crianças, não-condutor, etc)	X	X	X				X	
	O acesso ao transporte público (população servida por transporte público próximo uma estação de trem, metrô, ônibus)	X	X		X	X	X	X	X
	Fatalidades e feridos em acidentes de trânsito per capita ou pessoa / Satisfação dos cidadãos e variedade e qualidade de opções de transporte (a pé, de bicicleta, caronas compartilhadas e transportes	X	X	X	X	X	X	X	X
	Segurança	X	X	X	X	X		X	X
	Saúde			X	X			X	
	A igualdade de gênero / equidade entre as sociedades e grupos				X				

Fonte: Elaboração própria, baseada em SANTOS, RIBEIRO (2013).

Estes indicadores são plausíveis e poderiam ser utilizados como indicadores para monitorar o transporte urbano sustentável na RMRJ, avaliar quanto a possível melhoria das condições de transportes e de mobilidade, levando em conta as características específicas de cada modo de transportes e das viagens realizadas na RMRJ.

De acordo com GUDMUNDSSON (2001), questões como sabermos se os sistemas de transportes estão se tornando mais ou menos sustentáveis e se as políticas de transporte estão a ajudar no cumprimento de metas têm aumentado a demanda por indicadores para medir o desempenho das políticas e dos sistemas de transportes.

Análise de política e planejamento requerem informações precisas para a orientação. Isto é particularmente importante para o planejamento de sustentabilidade, que leva em conta impactos diversos, indiretos e de longo prazo. Indicadores de transporte sustentável é uma ferramenta importante para um melhor planejamento de transporte (LITMAN, 2008).

Estudo desenvolvido por JOUMARD, GUDMUNDSSON (2010) contribuiu para o desenvolvimento de métodos para integrar eficientemente questões ambientais complexas nos processos de avaliação e decisão no que se refere a transportes. O objetivo principal foi ajudar a desenvolver métodos harmonizados para a construção de melhores indicadores de impacto ambiental com base no conhecimento existente, e integrar estes indicadores nos processos de decisão. Os elementos-chave para cumprir esses objetivos são critérios para seleção de indicadores e métodos para a análise conjunta dos impactos através da agregação ou análise de multi-critérios.

Segundo LITMAN (2008), a tomada de decisão cada vez mais incorpora conceitos de sustentabilidade, como a consideração de longo prazo de impactos econômicos, sociais e ambientais. Como resultado, há uma crescente demanda por ferramentas de planejamento adequadas, tais como indicadores de transporte sustentável.

Ainda, de acordo com JOUMARD, GUDMUNDSSON (2010) os indicadores são variáveis que podem ser utilizados para medir os diferentes aspectos da sustentabilidade ambiental do transporte, e para auxiliar a uma variedade de situações de tomada de decisão.

JOUMARD, GUDMUNDSSON (2010) definiram indicador de transporte ambientalmente sustentável como uma variável, com base em medições, que representa impactos potenciais ou reais sobre o meio ambiente, ou fatores que podem causar tais impactos, devido aos sistemas de transporte e políticas, tão rigorosos quanto possível e necessário.

O transporte urbano sustentável deve dar suporte a liberdade de movimento, saúde, segurança e qualidade de vida dos cidadãos da geração atual e futura, ser eficiente ambientalmente e possibilitar o acesso às oportunidades e serviços para todos os cidadãos.

As políticas brasileiras de transporte urbano de passageiros vêm incorporando de forma reduzida as diretrizes de sustentabilidade social e ambiental. Com isso, os indicadores desempenham um papel importante, ao sinalizar lacunas, subsidiar políticas públicas e permitir o monitoramento dessas políticas.

O principal desafio na mobilidade urbana é melhorar a qualidade de vida nas cidades, promovendo um desenvolvimento de forma sustentável, com a implementação de melhores sistemas de transporte público. O item 4.4 a seguir apresenta uma proposta de um plano de resiliência do setor de transportes na cidade do Rio de Janeiro considerando as vulnerabilidades eminentes do setor que poderão ser acentuadas com o prosseguimento das mudanças climáticas.

4.4 Proposta de um Plano de Resiliência do Setor de Transporte para a Cidade do Rio de Janeiro

Um Plano de resiliência para o setor de transportes na cidade do Rio de Janeiro frente às mudanças climáticas constitui um instrumento de política pública importante e deve estar em consonância, principalmente com as políticas nacionais, estaduais e municipais de transporte, infraestrutura e desenvolvimento, mudanças climáticas e defesa civil.

A contribuição deste trabalho é propor um Plano de Resiliência do setor de transportes, considerando que este poderá ser parte de uma estratégia macro de Resiliência para a Cidade do Rio de Janeiro que deverá contemplar outros setores da economia, ou setores prioritários a serem definidos.

Um quadro estratégico foi desenvolvido como uma ferramenta para auxiliar a proposta do Plano, e deve incluir a identificação de ações de pouco ou nenhum risco para os transportes e estratégias de planejamento, influenciando assim futuras atividades para que se tornem mais resilientes às mudanças climáticas e à variabilidade natural do clima.

O Quadro estratégico para a construção do Plano de resiliência dos transportes está dividido em três fases, conforme apresentada na figura 4.7 a seguir:

- Fase 1 – Compreender o problema
- Fase 2 – Identificar as ações em curso e planejadas
- Fase 3 – Monitoramento e controle

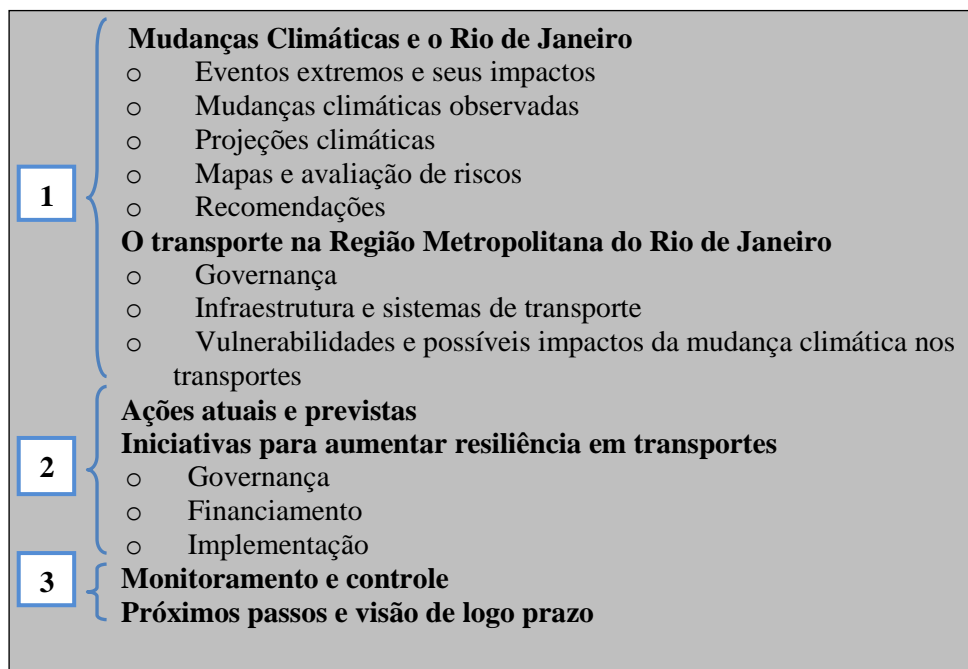


Figura 4.7 – Quadro estratégico para a construção do Plano de resiliência dos transportes. Fonte: Elaboração própria.

Dada à complexidade do tema, os desafios colocados requerem uma coordenação articulada entre financiamento, governo e comunidade acadêmica. Os atores-chave incluem decisores políticos, planejadores municipais e de outras esferas governamentais, planejadores de infraestrutura, desenvolvimento e transporte, especialistas em questões relacionadas ao clima e eventos extremos climáticos, especialistas em transportes e organizações da sociedade civil.

Uma proposta de conteúdo para um plano de resiliência em transportes é apresentada no quadro a seguir:

Quadro 4.1 – Proposta de conteúdo para o Plano de Resiliência do setor de transportes do Rio de Janeiro



Fonte: Elaboração própria.

A descrição de cada fase do quadro estratégico para construção do Plano de resiliência dos transportes é apresentada a seguir.

Fase 1 – Compreender o problema

A Fase 1 do Quadro estratégico consiste na compreensão do problema, ou seja, como as mudanças climáticas estão ocorrendo, quais os cenários e projeções futuras para a RMRJ, avaliar os possíveis riscos com a ocorrência de eventos extremos, como inundações e o aumento do nível do mar. Um diagnóstico do setor de transportes deve ser elaborado, incluindo a governança, a infraestrutura e a identificação das vulnerabilidades e os possíveis impactos a partir das projeções e cenários de clima para a cidade.

Nesta fase deverá ser considerada a participação dos tomadores de decisão, e deverão ocorrer apresentações sobre os dados e informações levantadas. É fundamental informar aos tomadores de decisão sobre o problema e deve-se também defender a resiliência climática e conhecer as perspectivas das partes interessadas.

O objetivo da Fase 1 é compreender o problema das mudanças climáticas, defender o planejamento e os investimentos sustentáveis e seguros para os transportes

como forma de conseguir um desenvolvimento resiliente às mudanças climáticas. Com isso espera-se defender a resiliência climática, conhecer as perspectivas das partes interessadas e avaliar os impactos e vulnerabilidades climáticas para informar aos tomadores de decisão. Este objetivo pode ser alcançado com as seguintes ações:

- Defender a necessidade de desenvolvimento de uma estratégia para a resiliência climática mediante consideração da informação existente sobre os possíveis impactos, os riscos e as vulnerabilidades frente à mudança climática e alinhamento com objetivos e prioridades de desenvolvimento nacional, estadual e municipal para os transportes.
- Identificar os grupos de partes interessadas e os seus interesses, visando reconhecer e reforçar as plataformas multilaterais existentes.
- Utilizar mapeamento institucional para construir uma imagem indicativa do modo como as instituições de governo, ligadas ao planejamento em transportes e ao desenvolvimento funcionam atualmente, e como a coordenação pode ser maximizada para a aplicação do Quadro, ou seja, o estado atual da governança;
- Identificar as vulnerabilidades climáticas existentes e avaliação dos impactos.

Uma apresentação concisa e bem argumentada sobre o melhoramento da resiliência climática ajuda a assegurar o apoio a novas estratégias (AMCOW, 2012). Com isso, para a Fase 1 sugere-se a elaboração de um documento técnico, como um “Relatório de Avaliação” para subsidiar as etapas seguintes de construção do Plano de Resiliência para transportes.

Conforme apresentado no item 3.3, a cidade de Nova Iorque estabeleceu um painel de mudanças climáticas que contou com a participação de cientistas e especialistas na elaboração de estudos (Assessment Reports) para subsidiar a tomada de decisão na atuação em resiliência.

Prefeitos, gestores públicos locais e tomadores de decisão devem frequentemente lidar com os impactos dos desastres de pequeno e médio impacto – e menos frequentemente com os de grande impacto – que decorrem de ameaças naturais ou provocadas pela ação humana (AMCOW, 2012). As mudanças climáticas e os eventos climáticos extremos tendem a aumentar a exposição das cidades às ameaças e riscos (UNISDR, 2012).

Os tomadores de decisão necessitam de informação que são essenciais para a defesa de uma iniciativa. Os planejadores, os atores da sociedade e os tomadores de decisão necessitam de informação técnica sobre as condições socioeconômicas e ambientais, com isso são necessários indicadores socioeconômicos, ambientais e de transporte.

Uma análise das lacunas existentes na base de informações assinalará áreas do setor de transporte que carecem de informações de referência sobre a vulnerabilidade e os potenciais impactos da mudança climática. O preenchimento destas lacunas é um pré-requisito para a identificação de investimentos e ações de pouco ou nenhum risco a serem avaliadas na Fase 2.

Fase 2 – Identificar e avaliar ações

A Fase 2 deve identificar as ações existentes e planejadas para o setor de transportes, e avaliá-las quanto aos riscos das mudanças climáticas. O plano deve considerar os investimentos de curto prazo e de implementação imediata para aumentar a resiliência climática, assim como, medidas de médio e longo prazo que possam influenciar planos futuros e a preparação de estratégias para tornar o setor de transportes preparado para lidar com as mudanças climáticas.

O item que trata das “ações atuais e previstas”, conforme proposto no quadro 4.1 deve detalhar as ações e considerar de forma transversal outros fatores que possam impactar a resiliência do setor, como exemplo, o desenvolvimento econômico e social.

A fase 2 consiste identificar oportunidades para reforçar ou construir resiliência nas ações em curso, identificando novas oportunidades inovadoras de investimento, e defender a vantagem econômica de garantir investimentos de pouco ou nenhum risco à mudança do clima. Ou seja, o objetivo desta fase é identificar e desenvolver um portfólio equilibrado de ações e opções de investimento para aumentar a resiliência dos transportes, dando prioridade às opções de pouco ou nenhum risco e defender claramente as razões econômicas para o investimento. Isto pode ser conseguido por meio de:

- Seleção dos programas, projetos e investimentos do governo relacionados com transportes, atuais e previstos, e identificação das opções para melhoria da resiliência climática.
- Reforço das plataformas multilaterais para identificar ações inovadoras e opções de investimento de pouco ou nenhum risco através de diálogo entre setores, níveis de governança e atores envolvidos no planejamento de atividades sensíveis ao clima. As opções também devem ser alinhadas com as prioridades de desenvolvimento de alto nível, para adquirirem força política.
- Estudo e pesquisas sobre opções para a resiliência climática utilizando o processo decisório para identificar as opções de pouco ou nenhum risco em termos de investimento.
- Defesa das bases econômicas e sustentáveis das opções de pouco ou nenhum risco usando uma análise econômica que inclua a utilização dos indicadores de transporte urbano sustentável, e utilizando uma análise multicritérios, se necessário.

É importante também incluir uma avaliação quanto aos investimentos em transportes quando se pensar em construção de resiliência. As principais considerações a serem refletidas quando se defende o desenvolvimento de uma estratégia de investimento resiliente incluem:

- O custo para a economia, receita do governo, PIB e empregos, se não se investir na segurança do transporte e no desenvolvimento resiliente à mudança climática, ou seja, o custo da inação.
- Até que ponto a resiliência climática dos transportes é considerada atualmente nos sistemas de planejamento e que medidas estão em curso para a integração de considerações relativas ao clima?
- De que modo o desenvolvimento resiliente às alterações climáticas melhora e contribui para as metas e objetivos de desenvolvimento a níveis regional ou nacional?
- Foram concluídos alguns estudos sobre vulnerabilidade à desastres e mudança climática (por exemplo, como parte do Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro - PDTU)?
- Quais foram os principais resultados?

Deve-se avaliar a redução dos riscos da mudança climática de programas e projetos existentes e considerados no planejamento futuro para o setor de transportes. A avaliação é utilizada com o objetivo de classificar qualitativamente as ações apresentadas em programas, e projetos de acordo com os seus riscos relacionados à mudança climática e desastres. As ações de pouco ou nenhum risco deverão ser consideradas prioritárias, bem como, deve-se sugerir medidas para redução da vulnerabilidade. Uma proposta de classificação das ações quanto aos riscos das mudanças climáticas é apresentada a seguir.

- Programas e projetos de **baixo ou nenhum risco** que dificilmente serão afetados pela mudança climática;
- Programas e projetos de **risco médio** que poderão ser afetados pela mudança climática;
- Programas e projetos de **alto risco** em termos de mudança climática e que possuem grandes chances de serem afetados, além de produzirem baixos retornos se as mudanças climáticas se concretizarem.

A figura 4.8 apresenta as etapas para análise e avaliação dos riscos da mudança climática para programas e projetos existentes e planejados, identificar os investimentos de baixo ou nenhum risco e propor medidas para reduzi os riscos.

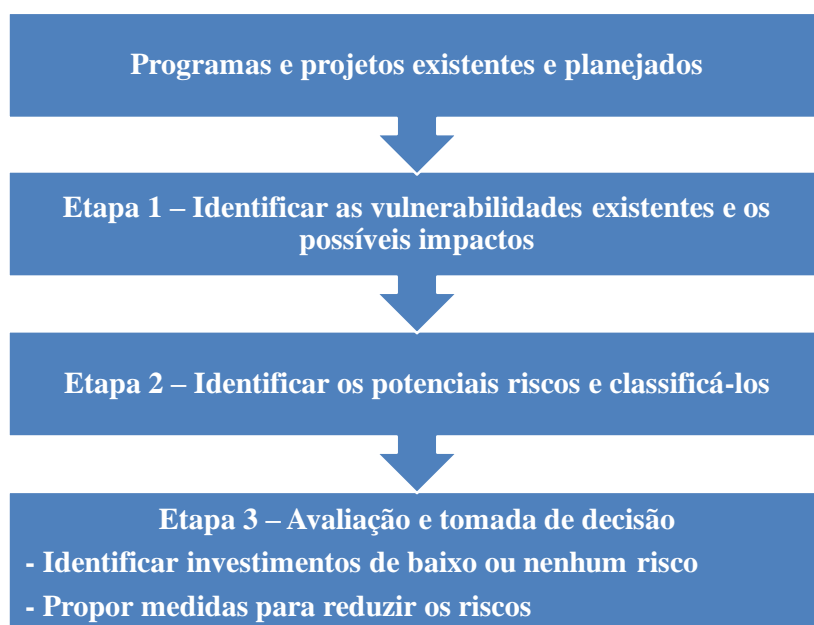


Figura 4.8 – Etapas para avaliação de programas e projetos quanto aos riscos da mudança climática.

Fonte: Elaboração própria.

As propostas para a redução do risco das mudanças climáticas em todos os cenários sobre clima são um resultado fundamental da avaliação. Existem oportunidades para reforçar a resiliência climática de projetos existentes que sejam influenciados pela mudança climática.

A pesquisa destas oportunidades traz duplos benefícios, aumentando a resiliência das iniciativas e contribuindo para o desenvolvendo da capacidade dos planejadores para a integração de riscos climáticos à medida que se planejam ações.

De acordo com AMCOW (2012) todos os programas e projetos de desenvolvimento com probabilidade de serem sensíveis ao clima, direta ou indiretamente, poderão se beneficiar de uma avaliação do risco, que pode ser aplicada aos ativos, sistemas e infraestrutura existentes.

A abordagem ajuda a identificar os riscos climáticos existentes e os potenciais riscos futuros. Em seguida identifica programas e projetos de baixo risco climático e oportunidades para a redução dos riscos nos restantes programas (por exemplo, aumentando a resiliência de uma infraestrutura planejada).

Os resultados deste processo de avaliação surgem como oportunidades de investimento, que influenciarão e trarão benefícios diretos para as atividades em curso. A avaliação resultará num amplo leque de ideias e opções de investimentos de pouco ou nenhum risco.

No caso da cidade do Rio de Janeiro, as ações e investimentos em transporte, planejados e em curso, são tratadas no âmbito do Plano Diretor de Transportes Urbanos (PDTU), que foi elaborado no período de 2003 a 2005 e tem como objetivo subsidiar o Governo do Estado no desenvolvimento das políticas públicas setoriais orientando, não só as ações executivas relativas aos investimentos em infraestrutura viária e sistemas de transporte coletivo, como metrô, trens, barcas, terminais de integração etc., como, também, definir modelos operacionais e tarifários que possibilitem otimizar o uso das redes de transporte disponíveis (SETRANS, 2011).

Constitui um Plano Estratégico e um modelo calibrado, em base georeferenciada, de forma a permitir que o planejamento de transporte da RMRJ se torne um processo contínuo, com mecanismos para sua realimentação capazes de possibilitar a sua contínua revisão/atualização.

O Governo do Estado do Rio de Janeiro, através da Secretaria de Estado de Transportes e da Companhia Estadual de Transportes e Logística – CENTRAL, iniciou a atualização do Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (PDTU-RMRJ) em 2011. O processo de atualização deste Plano tem como objetivo avaliar resultados anteriores e elaborar novas propostas no horizonte dos próximos dez anos considerando os relevantes investimentos que estão sendo realizados na Região, com impacto sobre as necessidades de circulação de pessoas e mercadorias, e as demandas relativas aos eventos da Copa do Mundo, em 2014 e Jogos Olímpicos, em 2016. Contudo, não foram identificadas considerações relativas à resiliência dos transportes frente à mudança climática.

Conforme já mencionado, os eventos poliesportivos e de lazer acelerou o desenvolvimento regional no estado e na cidade do Rio de Janeiro, e com isso, vários investimentos em infraestrutura estão sendo planejados ou já ocorrendo, como exemplo a implantação do Porto Maravilha e a revitalização de importantes áreas do centro da cidade. Estes investimentos realizados por PPP, recursos privados e investimentos públicos irão aumentar o número de empregos, áreas de lazer e cultura, entre outros na área central.

Muitos destes aspectos não haviam sido incluídos no PDTU-2005, tanto em termos da projeção das variáveis socioeconômicas quanto na elaboração de alternativas de transportes. Com a aprovação da Cidade do Rio de Janeiro para sediar vários eventos, em especial os Jogos Olímpicos de 2016, mas também outros eventos de lazer, cultura e esportes, propostas de planos estratégicos de transporte e estudos têm sido modificadas.

A figura a seguir mostra a rede de transporte proposta para ser adotada na Cidade do Rio de Janeiro para os Jogos Olímpicos.

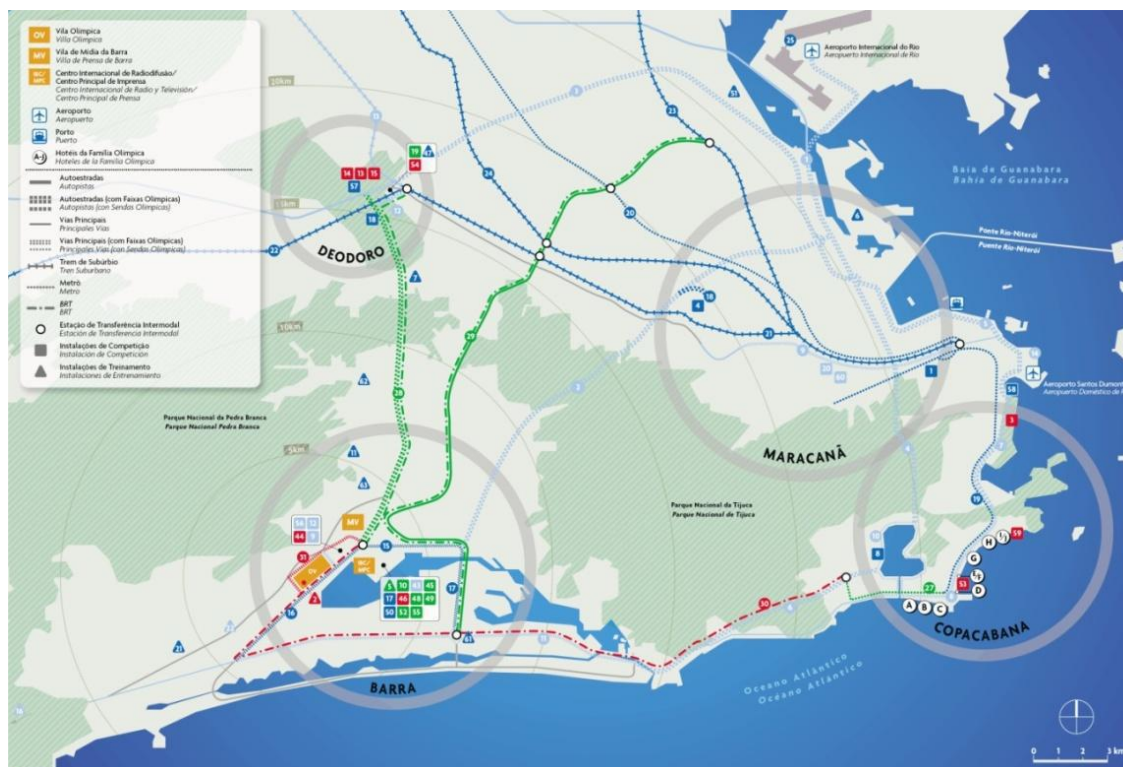


Figura 4.9 - Rede de Transporte para os Jogos Olímpicos de 2016. (Fonte: SETRANS, 2011)

Algumas ações propostas para serem implementadas e ou já em fase de implementação no âmbito do PDTU são apresentadas a seguir:

- **Implantação da linha 4 do Metro** - Após a aprovação como sede dos Jogos Olímpicos foram feitas modificações na rede com ampliação da rede de BRT's incluindo o Transoeste, a eliminação de um BRT da Barra até a Gávea e a sua substituição, com mudança do traçado, pela Linha 4 do Metro (estações Jardim Oceânico, São Conrado, Praça Antero de Quental, Jardim de Alah, General Osório, com operação Pavuna até General Osório, e entre Saens Peña e Jardim Oceânico).

Em termos gerais estas estão apresentadas na figura abaixo. Além disto, foi ampliado a Transcarioca desde a Penha até o aeroporto internacional Galeão - Antonio Carlos Jobim, que está em fase final de projeto. A Ligação em cor laranja passou a ser denominada Transolímpica e esta em fase pré-licitação de concessão de operação precedida de obra.

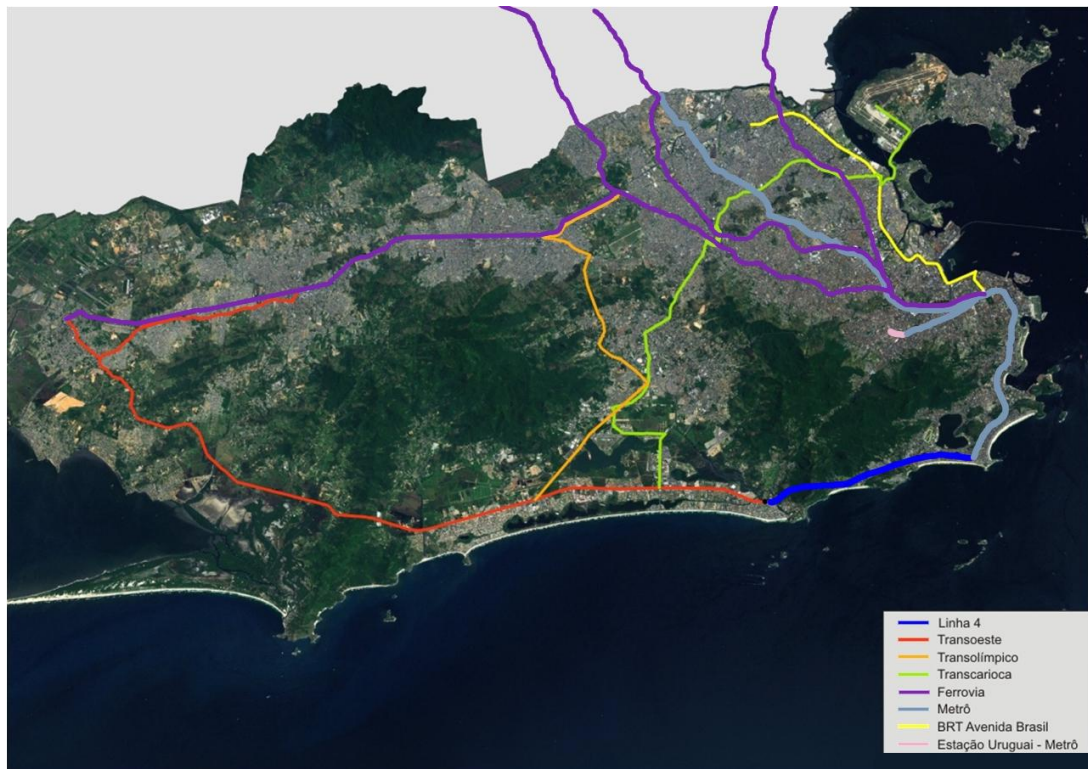


Figura 4.10 - Rede de transportes considerando implantação dos BRT's e extensões do Sistema Metroviário. (Fonte: SETRANS, 2011).

- **Implantação de BRT's** - Embora não fizesse parte dos compromissos para as Olimpíadas a Prefeitura absorveu os estudos do BRT da Av. Brasil que vinha sendo estudado pelo Governo Estadual e esta elaborando estudos específicos para adequá-lo ao seu enfoque de BRT's, agora com o nome de Transbrasil, e estendo até Deodoro.
- **Implantação de BRS** - A Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro esta adotando uma serie de medidas denominadas BRS – *Bus Rapid Service* - para aumentar a eficácia da operação das linhas de ônibus municipais, basicamente através da implantação de faixas seletivas, controle de transito, melhoria da sinalização e similares para aumentar a atratividade dos ônibus em relação aos veículos privados.

A primeira destas medidas foi adotada na Av. N.s Copacabana. Na figura a seguir é possível visualizar os vários eixos que serão objetos progressivos destas medidas em conjunto com os BRT's.

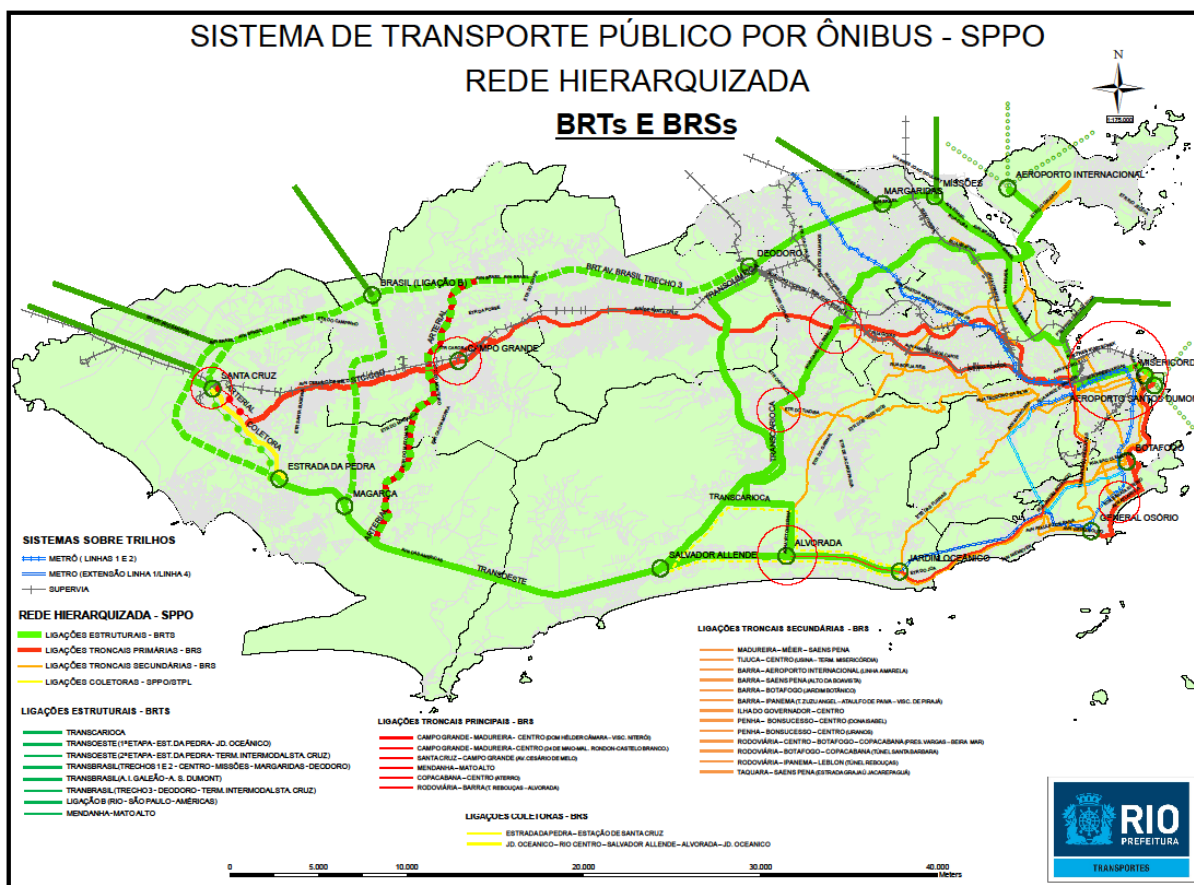


Figura 4.11 - Rede hierarquizada de transporte por ônibus (Fonte: SETRANS 2011)

- **Implantação do VLT** - Está em estudo uma rede de VLT no Porto Maravilha e no Centro Tradicional, a qual deveria ser implantada progressivamente com vistas aos Jogos Olímpicos. O traçado e características operacionais desta rede ainda não se encontram liberados, diferentemente de todas as informações dos investimentos acima, mas acredita-se que da mesma forma que aqueles os dados da rede de VLT estará disponível para ser simulada na atual fase de planejamento dos transportes da RMRJ.
- **Melhoria do sistema ferroviário** - No que se refere ao sistema ferroviário não existem linhas novas, mas uma revisão deveria ser feita no que se refere a aumento da frequência e a um melhor padrão operacional das linhas, com um impacto significativo no processo de escolha modal pelos usuários, ainda mais facilitado pelo modelo de integração tarifária que foi implantado.

As estratégias de investimento de pouco ou nenhum risco deverão ser integradas no planejamento. É importante desenvolver estratégias de financiamento e investimento e integrar a resiliência climática no planejamento.

Conforme figura 4.8, os programas e projetos existentes e planejados, o que inclui as ações em transportes no Rio de Janeiro propostas neste trabalho para serem avaliadas quanto aos riscos da mudança climática são apresentadas na tabela 4.7.

Tabela 4.7 – Ações em transporte na RMRJ.

Programa, projetos ou ações em transporte	Descrição	Curto prazo, médio ou longo prazo
Implantação do BRT	Sistema de transporte por ônibus rápido (BRT- Bus Rapid Transit) com as linhas TransCarioca, TransOlimpica, TransOeste e TransBrasil no Rio de Janeiro e o TransOceânico em Niterói	Curto prazo
Implantação do BRS	Sistema de transporte por BRS – <i>Bus Rapid Service</i> - para aumentar a eficácia da operação das linhas de ônibus municipais	Curto prazo
Implantação do VLT	Sistema de VLT (Veículo Leve sobre Trilho) no centro da cidade do Rio de Janeiro	Curto prazo
Melhoria dos trens	Melhoria dos Ramais ferroviários a partir de Saracuruna (reativação)	Curto prazo
Linha 3 do metrô	Implantação da Linha 3 do metrô no trecho Niterói – São Gonçalo – Itaboraí	Curto prazo
Linha 4 do metrô	Implantação da Linha 4 do Metrô ligando o Jardim Oceânico (Barra da Tijuca) e Ipanema	Curto prazo

Fonte: Elaboração própria.

As ações identificadas no PDTU 2011 foram avaliadas quanto aos possíveis riscos das mudanças climáticas. A metodologia de avaliação adotada foi com base na identificação dos possíveis riscos de acordo com as projeções de clima de clima para a RMRJ, apresentadas no item 2.4, e com base na revisão da literatura sobre riscos, vulnerabilidades e impactos das mudanças climáticas nos transportes apresentada no item 2.4.2, buscou-se classificar o risco como baixo risco ou nenhum risco; risco médio e alto risco, conforme tabela 4.8 a seguir.

Tabela 4.8 - Classificação qualitativa das ações em transportes quanto aos riscos das mudanças climáticas na RMRJ

Programa, projetos ou ações em transporte	Vulnerabilidades	Possíveis Riscos	Classificação quanto ao risco
Implantação do BRT	Aumento no nível do mar	Inundação, impactos na infraestrutura do sistema BRT; interrupções, danos em áreas próximas à zona costeira	risco baixo
	Aumento na frequência e intensidade de eventos climáticos extremos como fortes chuvas e tempestades	Acidentes, impactos na infraestrutura do sistema BRT; atrasos no tempo de viagem; interrupções, danos e falhas	risco médio
	Aumento da temperatura média anual	Impactos na infraestrutura do sistema BRT; danos na pavimentação pela expansão do asfalto devido às altas temperaturas	risco baixo
Implantação do BRS	Aumento no nível do mar	Inundação, impactos na infraestrutura do sistema BRS; interrupções, danos em áreas localizadas próximo à zona costeira	risco baixo
	Aumento na frequência e intensidade de eventos climáticos extremos como fortes chuvas e tempestades	Acidentes, impactos na infraestrutura do sistema BRS; atrasos no tempo de viagem; interrupções, danos e falhas	risco médio
	Aumento da temperatura média anual	Impactos na infraestrutura do sistema BRS; danos na pavimentação pela expansão do asfalto devido às altas temperaturas	risco baixo
Implantação do VLT	Aumento no nível do mar	Inundação, impactos na infraestrutura do sistema VLT; interrupções, danos em áreas próximas à zona costeira	risco médio
	Aumento na frequência e intensidade de eventos climáticos extremos como fortes chuvas e tempestades	Acidentes, impactos na infraestrutura do sistema VLT; atrasos no tempo de viagem; interrupções, danos e falhas	risco baixo
	Aumento da temperatura média anual	Impactos na infraestrutura do sistema VLT; danos no sistema de trilhos pela expansão provocadas por altas temperaturas e falhas	risco baixo
Sistema de trens	Aumento no nível do mar	Inundação, impactos na infraestrutura ferroviária; interrupções e danos em áreas próximas à zona costeira	risco baixo
	Aumento na frequência e intensidade de eventos climáticos extremos como fortes chuvas e tempestades	Acidentes, impactos na infraestrutura ferroviária; atrasos no tempo de viagem; interrupções, danos e falhas	risco baixo
	Aumento da temperatura média anual	Impactos na infraestrutura ferroviária; danos no sistema de trilhos pela expansão provocadas por altas temperaturas e falhas	risco baixo
Linhas 3 e 4 do metrô	Aumento no nível do mar	Inundação, alagamentos e impactos na infraestrutura; interrupções e danos em áreas próximas à zona costeira	risco baixo
	Aumento na frequência e intensidade de eventos climáticos extremos como fortes chuvas e tempestades	Atrasar as atividades de construção, enfraquecer ou desgastar o solo e bueiros que suportam estradas, túneis e pontes; inundações de sistemas subterrâneos e estações	risco baixo
	Aumento da temperatura média anual	Impactos na infraestrutura metroferroviária; danos no sistema de trilhos pela expansão provocadas por altas temperaturas e falhas	risco baixo

Fonte: Elaboração própria

É possível verificar que a partir de uma avaliação qualitativa dos riscos dos projetos frente aos eventos extremos, o BRT, BRS e VLT poderão ter um risco médio de acordo com a vulnerabilidade do sistema pela ocorrência de eventos climáticos extremos, como fortes chuvas, ocorrência de tempestades, e o aumento do nível do mar. Para os demais projetos o risco foi considerado baixo.

As perspectivas das partes interessadas em relação às preocupações urgentes sobre a segurança dos transportes e os riscos climáticos variam com as suas funções e responsabilidades. A análise das partes interessadas é uma técnica muito usada para identificar as partes relevantes e os seus interesses e pode ser utilizada em todas as fases do Plano de resiliência.

Conforme abordado no item 4.2.2, existe na Região Metropolitana do Rio de Janeiro um ensaio de governança metropolitana, porém ainda desorganizado, que pode ser identificado no sistema de transporte que está sendo implementado com o Plano de Desenvolvimento dos Transportes Urbanos (PDTU). A Figura 4.12 apresenta uma proposta organizacional para governança em transportes na RMRJ.

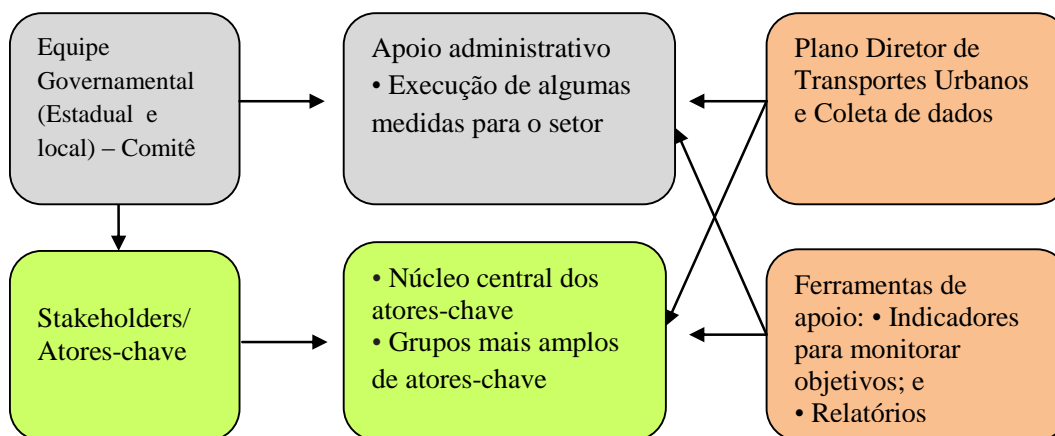


Figura 4.12 – Elementos organizacionais de Governança para o transporte na RMRJ. (Fonte: Elaboração própria)

A governança deve incluir uma rede de partes interessadas que estão envolvidas no transporte e temas relacionados como energia, planejamento, mudanças climáticas e as medidas de adaptação, bem como proprietários de tecnologia, profissionais, empresários, comunidades e representantes dos setores relacionados.

A estrutura organizacional permitirá monitorar e gerenciar as ações e metas do Plano de Resiliência para Transportes. Deve-se considerar ao ensaio de governança mínimo existente como o Comitê Executivo de Estratégias Metropolitanas, no âmbito estadual, a Agência Metropolitana de Transportes Urbanos como ente municipal, e o PDTU como instrumento que contempla as ações de desenvolvimento em transportes no Plano de resiliência. A figura a seguir apresenta uma proposta de articulação a ser construída entre as esferas estadual e municipal, e a criação de um Comitê Gestor do Plano de Resiliência dos Transportes.

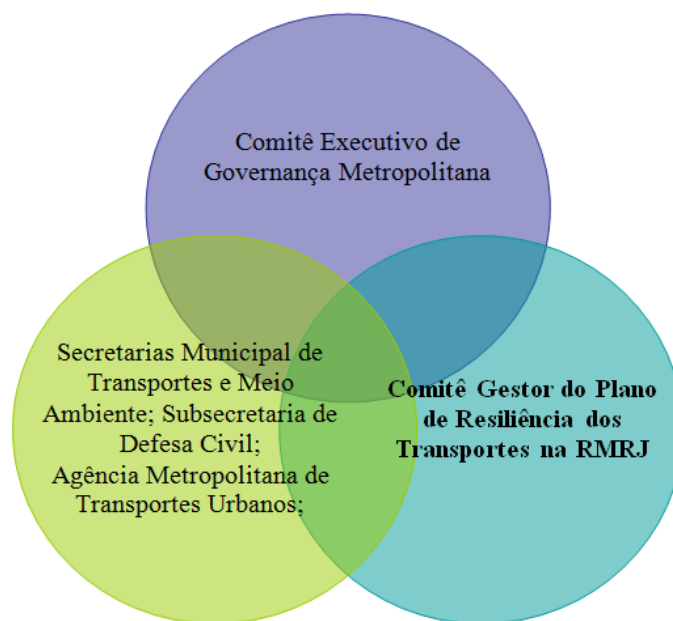


Figura 4.13 – Proposta de articulação governamental para o Plano de resiliência dos transportes. (Fonte: Elaboração própria)

O Quadro 4.2 apresenta os potenciais atores-chave a serem envolvidos na participação de uma estrutura de governança em transportes.

Quadro 4.2 – Potenciais atores-chave a serem envolvidos numa estrutura de governança.

- ✓ Os departamentos governamentais responsáveis pela formulação de políticas e regulamentação (por exemplo, Secretaria de Transporte e Meio Ambiente e Agência Metropolitana de Transportes Urbanos);
- ✓ Indústrias do setor privado e público, associações e empresas que estão envolvidas na prestação de serviços de transporte e são vulneráveis a impactos das mudanças climáticas;
- ✓ No setor privado, os usuários de tecnologia e /ou fornecedores que poderiam desempenhar um papel fundamental no desenvolvimento/ adaptação de tecnologias para o transporte;
- ✓ A comunidade financeira, que provavelmente irá fornecer a maior parte do capital necessário para o desenvolvimento de tecnologia e implementação de projetos (por exemplo, melhorar a tecnologia para o transporte);
- ✓ Famílias, comunidades, empresas de pequeno porte, que são os usuários de transporte;
- ✓ ONGs envolvidas com o tema, com promoção dos objetivos ambientais e sociais, e que fornece dados e indicadores;
- ✓ As instituições que prestam apoio técnico tanto ao governo, setor privado e indústria (por exemplo, as universidades, a indústria de P&D, *think tanks* e consultores);
- ✓ Os sindicatos de transportes, grupos de usuários, e meios de comunicação;
- ✓ Divisões de Países de empresas internacionais, responsáveis por investimentos importantes para a política de transportes; e
- ✓ Organizações internacionais/ doadores.

Fonte: Elaboração própria, baseado em (UNDP, 2009)

Além da avaliação dos planos existentes, podem-se identificar e desenvolver novas oportunidades para resiliência climática. As parcerias intersetoriais ou entre níveis de governo podem resultar em diálogos, inovação e propostas.

O foco deve permanecer na utilização e reforço de plataformas estabelecidas de partes interessadas ou atores-chave, embora possa ser necessário estabelecer e personalizar núcleos de partes interessadas para o contexto específico, ou para um tema específico que precise ser tratado.

As parcerias para identificação de novas oportunidades devem identificar prioridades estratégicas de pouco ou nenhum risco; trabalhar em setores que tenham sinergia com o de transportes para identificar investimentos resilientes à mudança climática, bem como reunir instituições de pesquisa, universidades e órgãos de governo para melhorar a pesquisa com vistas à tomada de decisão.

Os investimentos de pouco ou nenhum risco requerem um planejamento detalhado para financiamento e implementação e têm o potencial de atrair financiamento de uma grande variedade de fontes, incluindo fontes convencionais e fluxos de financiamento emergentes para a adaptação e mitigação climáticas. Conforme mencionado 4.1.3, para a RMRJ já existe como instrumentos financeiros, o Fundo de Desenvolvimento Urbano (FDM) e o Fundo de Programas e Projetos Prioritários (FPPP), além de operações de crédito externo, nacionais e internacionais que precisam ser utilizadas de forma eficiente.

De modo geral, as políticas públicas setoriais deve levar em conta uma análise da viabilidade de investimentos, assegurando que os investimentos de pouco ou nenhum risco, incluindo às mudanças climáticas, façam parte do portfólio de ações existente. Adicionalmente, as competências adquiridas durante o processo de construção de políticas são mantidas e as questões relacionadas com a resiliência climática podem tomar uma posição de maior relevo na agenda do governo, levando a uma maior integração do tema no planejamento.

Fase 3 – Monitorar e controlar as ações

O objetivo da Fase 3 é monitorar e controlar as ações implementadas, bem como, estabelecer um planejamento para as iniciativas de curto médio e longo prazo. Recomenda-se também monitorar o progresso da implementação dos investimentos, definir indicadores de monitoramento, estabelecer um processo de revisão para acompanhar a implementação de investimentos de pouco ou nenhum risco e futuros ciclos de atualização do Plano de Resiliência dos transportes.

A presente proposta é mais do que propor um Plano de resiliência para transportes. O próprio processo para a elaboração do plano a partir do quadro estratégico possibilita “aprender na prática” e ajuda a criar resiliência climática, capacidade institucional e consolidar parcerias, podendo trazer os seguintes benefícios:

- identificar os bons resultados e as áreas que precisam ser reforçadas;

- adaptar o Quadro aos contextos e competências, seja, nacional/estadual/municipal, relacionada aos demais setores e sua relação com a mudanças climáticas;
- fortalecer parcerias de sucesso que devam ser consolidadas;
- estabelecer um fórum para um consenso sobre o caminho a seguir;
- disseminar boas práticas para futuras iniciativas relacionadas.

A definição e o uso de indicadores, conforme abordado no item 4.3.4 é imprescindível nesta etapa. A tabela a seguir apresenta uma ideia de indicadores de transporte urbano sustentável, elaborada a partir da revisão da literatura sobre o tema, apresentada no item 4.3.4.

Tabela 4.9 – Potenciais indicadores a serem considerados no Plano de Resiliência dos transportes

Categoria	Possíveis indicadores
Ambientais	Emissões de CO ₂ , per capita
	Uso do solo urbano para a infraestrutura de transporte (estradas, estacionamentos, etc.)
	Consumo de energia per capita, por combustível e modo
	Exposição a poluição atmosférica e sonora e impactos na saúde
	Viagem de veículo por modo (não motorizado, automóvel e transporte público)
Econômicos	Densidade de uso do solo (pessoas e postos de trabalho por unidade de área de solo)
	Custos per capita de congestionamento (tempo total gasto no trânsito)
	Total de despesas de transporte (veículos, estacionamento, estradas e serviços de trânsito)
	As despesas das famílias alocadas para o transporte (% do orçamento)
	As despesas com transporte para o governo local (anual, por PIB)
Sociais	Transparência de custos e investimentos
	Subsídios prejudiciais e políticas fiscais verdes
	Diversidade do sistema de transporte / variedade do transporte
	Qualidade do transporte para as pessoas desfavorecidas (com deficiência, baixa renda, crianças, não-condutor, etc)
	O acesso ao transporte público (população servida por transporte público próximo a uma estação de trem, metrô, ônibus)
	Fatalidades e feridos em acidentes de trânsito per capita ou pessoa / km
	Satisfação dos cidadãos e variedade e qualidade de opções de transporte (a pé, de bicicleta, caronas compartilhadas e transportes públicos)
Segurança	
Saúde	
A igualdade de gênero / equidade entre as sociedades e grupos	

Fonte: Elaboração própria

Vale ressaltar que a tabela 4.9 apresenta uma ideia de indicadores que poderão ser considerados no Plano de Resiliência. Será necessário verificar quanto à disponibilidade dos dados a serem coletados, bem como a confiabilidade da fonte de dados.

O uso de indicadores possibilitará controlar as ações do Plano, que envolve o monitoramento dos resultados para garantir que estes estejam de acordo com o planejado. Recomenda-se que esta etapa considere:

- O gerenciamento e o controle de mudanças;
- A medição e inspeção do desempenho das ações, para verificar a aderência ao plano e a tomada de medidas para pôr o projeto de volta aos trilhos, quando ocorrerem variações;
- A avaliação da eficiência das ações corretivas.

Em geral, quanto maior e mais complexo for um projeto, mais difícil e caro vai ser realizar seu monitoramento e controle. Há projetos, entretanto, que por sua complexidade e curta duração, podem forçar que seu controle seja muito estruturado e sofisticado.

Como tratado anteriormente, a informação e comunicação são essenciais para uma gestão adequada. Para facilitar este procedimento, existem as reuniões de controle e acompanhamento de projetos.

Devido às constantes mudanças sociais, econômicas, políticas e legais, as administrações públicas municipais não possuem mais margem para o desperdício de recursos e de processos, faz-se cada vez mais necessário à otimização dos recursos e processos públicos para atender as demandas da sua comunidade (SALDANHA, et al., 2006).

Outro ponto importante a ser considerado no planejamento estratégico é pensar no longo prazo. Atualmente as ações de governo são pensadas num curto prazo, muito em função do período eleitoral que ocorre a cada 4 anos. Um exemplo é o PPA, plano de governo que expressa o planejamento de curto prazo e evidencia os programas de trabalho do governo para um período de quatro anos especificados em diretrizes, objetivos, metas da administração para as despesas de capital e outras delas decorrentes, e para as relativas aos programas de duração continuada.

A figura a seguir sumariza uma ideia do processo de planejamento da cidade do Rio de Janeiro para o Plano de Resiliência dos transportes.

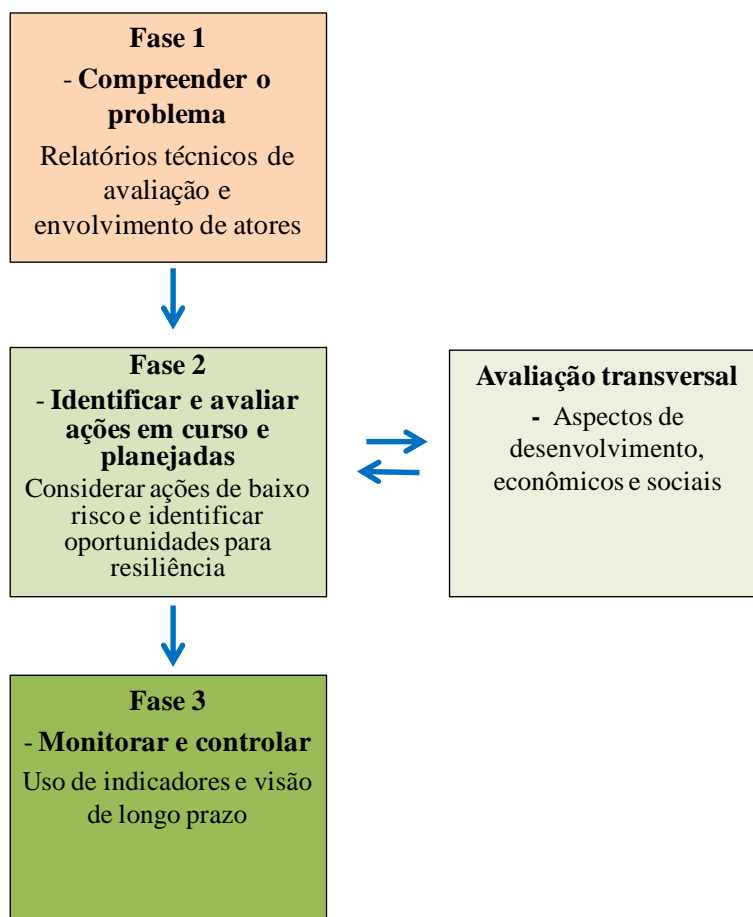


Figura 4.13 – Processo de planejamento para construção do Plano de Resiliência dos transportes. Fonte: Elaboração própria

Conclui-se propondo que se entenda "Cidades Resilientes" com o um a estratégia de Estado, mais do que um plano formulado explicitamente. A Proposta enfatiza fortemente a ideia de um planejamento Sistemático, continuado e intersetorial.

O capítulo 5, apresentado a seguir, traz as principais constatações e conclusões do trabalho e recomendações para trabalhos futuros.

5 Conclusão

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) em seu Quinto relatório, afirma que o ser humano é o principal responsável pelo aquecimento global. Conforme abordado no capítulo 2, a influência humana sobre o sistema climático é clara e evidente na maioria das regiões do planeta, a partir da compreensão do sistema climático, das crescentes concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera e o aquecimento observado.

Segundo o relatório, até o fim do século 21, há pelo menos 66% de chance da temperatura global se elevar pelo menos 2°C em comparação com o período entre 1850 e 1900. A mudança na temperatura da superfície da Terra no final do século 21 pode exceder 1,5°C no melhor cenário e, provavelmente, deve exceder 2°C nos dois piores cenários.

O aquecimento global já é uma realidade, e apesar da necessidade de atuar na redução das emissões de gases de efeito estufa (mitigação), a adaptação é imprescindível. A mudança climática pode causar perdas entre 0,2% e 2% do PIB dos países se as temperaturas subirem perto de 2°C. O impacto dependerá do padrão de desenvolvimento de cada nação, da concentração de renda, do grau de pobreza, da exposição ao risco das populações e de muitos outros fatores ligados à capacidade de adaptação aos fenômenos climáticos.

No Brasil, os principais resultados científicos consensuais das projeções regionalizadas de clima envolvendo os diferentes biomas do Brasil, mostram que a temperatura média global irá se elevar em todas as regiões, contudo os padrões de chuva poderão variar, com redução de chuva para as regiões norte e nordeste e aumento para as regiões sul e sudeste.

As cidades contribuem para o aquecimento global, devido às emissões de gases de efeito estufa decorrentes principalmente pelo consumo de energia de origem fóssil. Ao mesmo tempo, as cidades onde vivem centenas de milhões de pessoas de todo o mundo, serão afetadas pelos eventos extremos de clima.

Os efeitos da urbanização associados à mudança do clima estão convergindo de forma perigosa. Considerando que a mudança climática não cria o problema social, mas agrava o que já existe, a vulnerabilidade dos assentamentos humanos aumentará com a elevação do nível do mar, inundações fluviais, os períodos de maior calor e a

propagação de doenças. Com isso, desastres poderão ocorrer com maior frequência em virtude dos impactos de eventos climáticos extremos.

As mudanças climáticas podem piorar o acesso aos serviços urbanos básicos, incluindo os transportes, e a qualidade de vida nas cidades. As áreas urbanas estão emergindo com a capacidade de resposta à adaptação e mitigação da mudança climática. As soluções podem ser apresentadas com estratégias que permitirão a conservação da biodiversidade, a mobilidade urbana, o fornecimento de água potável e a melhoria da qualidade do ar para todos, bem como, uma ampla gama de outros serviços para as cidades e seus habitantes.

A mudança climática, tanto no curto quanto no longo prazo, na forma de secas e tempestades severas e repentinas, soma-se aos numerosos desafios que irão afligir as cidades. A mudança climática deverá ter impactos significativos em quatro setores na maioria das cidades: o sistema local de energia; demanda e fornecimento de água, e tratamento de esgoto; transporte e saúde pública.

No entanto, as cidades irão desempenhar um papel fundamental na capacidade das nações para alcançar o desenvolvimento sustentável e poderão servir como verdadeiros laboratórios para experimentar práticas relacionadas a soluções com vistas no que deva ser uma cidade resiliente e sustentável.

Este trabalho considerou como estudo de caso o setor de transporte na cidade do Rio de Janeiro, dada à sua vulnerabilidade frente à ocorrência de eventos extremos de clima e a desastres, bem como, a importância da mobilidade urbana na vida das populações.

A Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) concentra mais de 11 milhões de habitantes e apresenta uma série de características sociais, ambientais e institucionais que a tornam particularmente vulnerável. Além da vulnerabilidade natural dada aos problemas existentes, a cidade sofre constantemente com os efeitos dos extremos de precipitação, que causam enchentes, deslizamentos de terra com perdas de vida.

Considerando que um número significativo de pessoas pobres e vulneráveis vive em assentamentos precários, a essa vulnerabilidade social soma-se a vulnerabilidade ambiental decorrente do processo de expansão desordenada da metrópole, que traz consigo implicações negativas, inclusive para os transportes.

Nesse sentido, os atores públicos envolvidos na gestão dos transportes na RMRJ enfrentam um enorme desafio: superar vulnerabilidades presentes, reduzir os riscos e promover medidas de adaptação como forma de construir resiliência.

Os sistemas de transporte são vulneráveis aos efeitos meteorológicos e climáticos. A literatura atual disponível sobre o tema apresenta que os transportes são sensíveis às condições de tempo e clima e as avaliações concentram-se nas mudanças das condições meteorológicas que são diretamente relevantes para o setor.

Em se tratando das vulnerabilidades existentes na cidade do Rio de Janeiro, que podem impactar diretamente nos transportes, é possível destacar a própria deficiência de uma infraestrutura adequada. Eventos como greves, protestos e recentes manifestações que vêm ocorrendo nas principais capitais brasileiras, inicialmente motivadas pelo aumento da passagem de ônibus, aumentam a precariedade do serviço de transporte, bem como, a ocorrência de acidentes. Dada a fragilidade dos transportes em várias cidades, qualquer contratempo pode ser o início para desorganizar e até promover o colapso no sistema.

Todos esses fatores de estresse já causam impactos nos transportes, como aumento no tempo de viagens devido aos extensos congestionamentos, a paralisação do sistema público de transporte como metrô e ônibus, podendo ocasionar a imobilidade em centros urbanos. Com as mudanças climáticas, a infraestrutura poderá ser impactada negativamente, assim como o acesso aos serviços de transporte, e a qualidade de vida nas cidades.

Considerando que a cidade do Rio de Janeiro historicamente é assolada por chuvas fortes, mais frequentes e prolongadas, e tem sofrido com a ocorrência de inundações e deslizamentos de encostas. Convém ressaltar que o processo de mudanças climáticas em escala global tem grande probabilidade de aumentar a frequência e intensidade deste tipo de evento adverso e outros associados.

A vulnerabilidade engloba aspectos culturais, políticos e econômicos de um lugar no enfrentamento do perigo, fato que se reflete na capacidade de resposta. Conforme tratada no capítulo 3, a resiliência pode ser entendida como a capacidade para se recuperar dos danos. Está relacionada ao grau de organização social capaz de aprender com desastres passados e se proteger contra riscos futuros.

Quando se fala em mudança climática, resiliência pode ser entendida como o quanto uma nação ou cidade está preparada para contornar as consequências trazidas pelo aquecimento global e se adaptar a elas.

Quanto menor a vulnerabilidade de um sistema e maior a resiliência, maior será o seu potencial de adaptação. A mudança climática poderá intensificar as vulnerabilidades existentes e agravar ainda mais os impactos nos transportes. Este trabalho considerou a necessidade de se construir resiliência no setor de transportes frente às mudanças climáticas.

Como dito, as cidades são os motores do crescimento e da dinâmica nacional, a partir de seus sistemas de governança e capacidades. Desta forma, a resiliência e a redução de riscos de desastres devem fazer parte do desenho urbano e das estratégias para alcançar o desenvolvimento sustentável.

Construir cidades conectadas, resilientes e mais seguras é um desafio a ser alcançado em longo prazo. Para se construir resiliência à mudança climática em cidades, uma atenção especial deve ser dada ao setor de transportes. Considerando que a infraestrutura e o sistema de transportes urbanos são criticamente importantes para a resposta de emergência, recuperação rápida da comunidade e da sua economia, é fundamental se ter um plano de resiliência para o setor.

Na RMRJ, aproximadamente 45% da população depende de transporte público, e 15% faz uso de carros, seja como condutor ou passageiro. A necessidade diária de transporte coletivo em 2013 ascendeu a cerca de 9,5 milhões de passageiros. Sendo assim, garantir uma mobilidade urbana sustentável com um sistema de transporte seguro é uma forma de aumentar a resiliência.

A RMRJ não dispõe de um órgão governamental responsável pelo gerenciamento metropolitano eficaz. Portanto, o planejamento é feito sem orientação e sem visão global da região, e as diversas ações urbanas não estão ligadas entre si, comprometendo assim as metas urbanas. Desta forma, também é urgente a necessidade da criação da governança metropolitana.

Existe na RMRJ um ensaio de governança metropolitana, porém ainda desorganizado, que pode ser identificado no sistema de transporte que está sendo implementado com o próprio Plano de Desenvolvimento dos Transportes Urbanos (PDTU).

Uma das contribuições deste trabalho é propor elementos para o Plano de Resiliência do setor de transportes, considerando que este poderá ser parte de uma estratégia macro de Resiliência para a Cidade do Rio de Janeiro.

Um Plano de resiliência para o setor de transportes constitui um instrumento de política pública importante e deve estar em consonância, principalmente com as políticas nacionais, estaduais e municipais de transporte, infraestrutura e desenvolvimento, mudanças climáticas e defesa civil.

Um quadro estratégico, dividido em três fases, foi desenvolvido como uma ferramenta para auxiliar a proposta de construção do Plano de resiliência. A Fase 1 do Quadro estratégico consiste na compreensão do problema relacionado à mudança climática, como a ocorrência de eventos extremos de clima, as projeções futuras, as vulnerabilidades e os possíveis riscos com o prosseguimento do aquecimento global.

Nesta fase é importante também a realização de um diagnóstico do setor transporte, a identificação do modelo de governança e a infraestrutura atual. Por fim, buscou-se identificar as vulnerabilidades e os possíveis impactos a partir das projeções de clima para a cidade.

A Fase 2 deve identificar as ações existentes e planejadas para o setor de transportes, e avaliá-las quanto aos riscos das mudanças climáticas. O objetivo desta fase é identificar e desenvolver um portfólio equilibrado de ações e opções de investimento para aumentar a resiliência dos transportes, dando prioridade às opções de pouco ou nenhum risco e defender claramente as razões econômicas para o investimento.

Uma outra contribuição deste trabalho foi a proposta de classificação das ações em transportes quanto aos riscos das mudanças climáticas na RMRJ. Foram selecionadas algumas ações apresentadas no PDTU, e realizada uma avaliação inicial classificando qualitativamente as ações como de risco baixo, médio ou alto.

Foi possível verificar que alguns dos projetos em curso e planejados para a cidade do Rio de Janeiro apresentam um baixo risco para as variáveis: aumento do nível do mar; aumento na ocorrência de eventos extremos; e aumento de temperatura média.

Das ações apresentadas, apenas os projetos de implantação de *Bus Rapid Transit* (BRT), *Bus Rapid Service* (BRS) e Veículo Leve sobre Trilho (VLT) poderão apresentar um risco médio de acordo com a vulnerabilidade do sistema pela ocorrência de eventos climáticos extremos, como fortes chuvas, ocorrência de tempestades e elevação do nível do mar.

O plano deve considerar os investimentos de curto prazo e de implementação imediata para aumentar a resiliência climática, assim como, medidas de médio e longo prazo que possam influenciar planos futuros e a preparação de estratégias para tornar o setor de transportes preparado para lidar com as mudanças climáticas.

É importante identificar oportunidades para reforçar ou construir resiliência nas ações em curso, como opções inovadoras de investimento, além de defender a vantagem econômica de garantir investimentos de pouco ou nenhum risco à mudança do clima.

Este trabalho também propõe elementos organizacionais para governança em transportes na RMRJ, um modelo de articulação a ser construída entre as esferas estadual e municipal, com a criação de um Comitê Gestor do Plano de Resiliência dos Transportes, e apresenta os potenciais atores-chave a serem envolvidos na participação de uma estrutura de governança em transportes. Foi possível verificar que sem uma estrutura bem definida e robusta de governança, será difícil implementar ações e monitorá-las.

Na Fase 3 deve-se “monitorar e controlar” as ações implementadas, bem como, estabelecer um planejamento para as iniciativas de curto, médio e longo prazo. Recomenda-se também monitorar o progresso da implementação dos investimentos, definir indicadores de monitoramento, estabelecer um processo de revisão para acompanhar a implementação de investimentos de pouco ou nenhum risco e futuros ciclos de atualização do Plano de Resiliência dos transportes com vistas na construção de uma visão de longo prazo.

Com base na revisão da literatura atual sobre indicadores de transporte sustentável, este trabalho apresenta uma ideia de potenciais indicadores a serem considerados no Plano de Resiliência dos transportes. Por fim, é apresentada uma proposta de planejamento da cidade do Rio de Janeiro para construção do Plano de Resiliência dos transportes.

Concluindo, a RMRJ é vulnerável tanto aos aspectos socioeconômicos e ambientais, como especialmente à ocorrência de extremos de clima. O setor de transporte carece de um sistema de governança bem definido, com a definição clara dos atores, responsabilidades, recursos financeiros entre outros aspectos.

Vale destacar que a mudança climática ainda não é considerada como um componente transversal no planejamento da cidade do Rio de Janeiro. É necessário haver estudos sobre vulnerabilidades das mudanças climáticas, com a identificação dos setores mais impactados nas cidades como forma de subsidiar políticas públicas. No Brasil é preciso pensar na segurança hídrica, alimentar e energética. O setor de transporte também é vulnerável e pode ser avaliado de forma transversal associado ao problema, por exemplo, de segurança energética.

Neste sentido, o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas tem o papel de realizar avaliações sobre o estado atual da mudança climática no Brasil, e isto inclui o conhecimento de vulnerabilidades nas cidades brasileiras, contribuindo assim no preenchimento de lacunas.

Com relação a medidas de adaptação, estas deverão responder a um contexto específico de acordo com as vulnerabilidades de cada cidade. Considerando que existe uma única forma de enfrentar o problema, é preciso desenvolver uma estratégia adaptada para cada situação.

Os planos de resiliência, como outros planos de ação em política pública devem integrar os diferentes níveis de governo, a população e todos os demais atores envolvidos no processo. É fundamental que existam consultas às partes interessadas nas etapas do processo de planejamento das cidades.

6 Bibliografia

ABREU, Maurício de Almeida. A Evolução Urbana do Rio de Janeiro. Ed.: 4°. Rio de Janeiro: IPP, 2008.

ADGER, N., et al. Adapting to Climate Change: Thresholds, Values, Governance, 1st ed. Cambridge University Press, 2009a.

ADGER, N., et al. Are there social limits to adaptation to climate change? *Climatic Change* 93 (3), 335–354, 2009b.

ADGER, W.N. Scales of governance and environmental justice for adaptation and mitigation of climate change. *Journal of International Development*, v. 13, n. 7, p. 921-931, 2005.

AGRAWAL, A. (2008) The role of local institutions in adaptation to climate change. In: Papers of the Social Dimensions of Climate Change Workshop. The World Bank, Washington DC, March 5–6, 2008.

ALBER, G.; KERN, K. Governing climate change in cities: modes of urban climate governance in multi-level systems. In: OECD CONFERENCE ON COMPETITIVE CITIES AND CLIMATE CHANGE, 2008, Milan. *Anais...*, 2008.

ALCOFORADO, M.J. (coord.); ANDRADE, H.; Oliveira, S.; FESTAS, M.J.; ROSA, F. Alterações climáticas e desenvolvimento urbano. Série Política de Cidades, 4. Lisboa: DGOTDU, 2009.

ALMEIDA, Francisco Alberto Severo de. A Governança Corporativa em Empresa Pública e a Visão de suas Práticas pelos Stakeholders. Rio de Janeiro: ANPAD (Anais), 2008.

AMCOW, 2012: Segurança da Água e Desenvolvimento Resiliente às Alterações Climáticas: Quadro Estratégico. Investir na segurança da água com vista a um crescimento e desenvolvimento resilientes às alterações climáticas. Conselho Ministerial Africano sobre a Água (AMCOW). Disponível em: http://www.gwp.org/Documents/WACDEP/SF_WaterSecurity_PORT_FINAL_WEB.pdf.

AMUSING PLANET. SMART Tunnel in Kuala Lumpur: A Storm Water Tunnel With Built-in Motorway. Disponível em: <http://www.amusingplanet.com/2013/05/smart-tunnel-in-kuala-lumpur-storm.html>.

AYOADE, J. O. **Introdução a Climatologia para os trópicos**. 5ª Ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1998. pp. 159-179.

AZEVEDO, José Paulo Soares de; MIGUEZ, Marcelo Gomes & MAGALHÃES, Luiz Paulo Canedo de. Parecer Temático – Drenagem Urbana. In: **Protocolo do Rio, Estudos e Pesquisas – Seminário Rio: Próximos 100 anos**. Instituto Pereira Passos, 2007, Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: http://portalgeo.rio.rj.gov.br/protocolo/pcontrol/documentos/drenagem_jose_paulo_1.Pdf.

B.A.U.M. Intelligent Cities – Routes to a Sustainable, Efficient and a Livable City. Ed.: Bundesdeutscher Arbeitskreis für Umweltbewusstes Management (B.A.U.M.) e.V.; ISBN 978-3-925646-59-1; ALTOP Verlag, 2013.

BAKER, J.L, 2008, Impacts of financial, food and fuel crisis on the urban poor, Directions in urban development, World Bank Global Humanitarian Forum, 2009, Human Impact Report. Climate Change: The anatomy of a silent crisis.

BALASSIANO, R. (2012) Mobilidade Urbana no Âmbito da Economia Verde. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável – FBDS.

BARBOSA, Paula Sousa de Oliveira. Mudanças climáticas e as cidades: reflexões a partir do município do Rio de Janeiro. XII Simpurb, 2011. Disponível em: <http://xiisimpurb2011.com.br/app/web/arq/trabalhos/b4bc3609de6a17a1cf870c2db4513793.pdf>

BENTO, Leonardo Valles. Governança e Governabilidade na Reforma do Estado: entre eficiência e democratização. Barueri: Manole, 2003.

BORGES, Adairlei Aparecida da Silva; ROCHA, Eduardo Venâncio; BENACHIO, Marcus Vinícios; FERREIRA, William Rodrigues. Impactos ambientais no setor de transporte. **De Magistro JCR**, v. 3, p. 1-10, 2010.

BRAGA, Ascensão. A Gestão da Informação. Millenium. N.º 19, 2000. Disponível em: http://www.ipv.pt/millenium/19_arq1.htm. Acesso em novembro de 2013.

BRASIL – **Plano Nacional sobre Mudança do Clima – PNUMC** – Brasil, 2008. Disponível em <www.mma.gov.br>.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Mudanças climáticas e ambientais e seus efeitos na saúde: cenários e incertezas para o Brasil** / BRASIL. Ministério da Saúde; Organização Pan-Americana da Saúde. – Brasília: Organização Pan- Americana da Saúde, 2008.

BRUNEAU, M., Chang, S., Eguchi, R., Lee, G., O'Rourke, T., Reinhorn, A., Shinozuka, M., Tierney, K., Wallace, W., von Winterfelt, D., 2003. *A Framework to*

Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities, EERI Spectra Journal, Vol.19, No.4, pp.733-752.

BRUNEAU, Michael and REINHORN, Andrei. Overview of the Resilience Concept. Proceedings of the 8th U.S. National Conference on Earthquake Engineering. April 18-22, 2006, San Francisco, California, USA. Disponível em: <http://wwwcivil.eng.buffalo.edu/~bruneau/8NCEE-Buneau%20Reinhorn%20Resilience.pdf>

CAMPBELL, M. C.; Dubbeling, M.; Hoekstra, F.; Veenhuizen, R. V., 2009: Construindo cidades resilientes. Revista de Agricultura Urbana no. 22 – Julho de 2009. Disponível em: http://www.ruaf.org/sites/default/files/rau22_completo.pdf.

CARE. O que é adaptação às mudanças climáticas? Outubro de 2010. Disponível em: http://www.careclimatechange.org/files/adaptation/O_que_e_%20a_adaptacao_a_mudanca_climatica.pdf.

CENTRAL (2005) Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Relatório Síntese. Governo do Estado do Rio de Janeiro, Companhia Estadual de Engenharia de Transporte e Logística.

CENTRAL (2005) Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Relatório Síntese. Governo do Estado do Rio de Janeiro, Companhia Estadual de Engenharia de Transporte e Logística.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE) (a). **Mudanças do clima no Brasil: vulnerabilidade, impactos e adaptação**. Revista Parceria Estratégicas, Brasília, n. 27, 2008.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE) (b). Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). **Subsídios para uma agenda nacional de ciência, tecnologia e inovação relativa à vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2008.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). **Climate Change**. Brasília: Center for Strategic Studies and Management, 2009.

CERRI, L. E. da S.; NOGUEIRA, F. R. Mapeamento e gestão de riscos de escorregamentos em áreas de assentamentos precários, 2011, p. 289. Gestão de áreas de riscos e desastres ambientais G393 [recurso eletrônico] / Solange T. de Lima-

Guimarães, Salvador Carpi Junior, Manuel B. Rolando Berríos, Antonio Carlos Tavares. - Rio Claro: IGCE/UNESP/RIO CLARO, 2012.

CHANG, H.; LAFRENZ, M.; JUNG, I., FIGLIOZZI, M.; PLATMAN, D. 2009: **Potential Impacts of Climate Change on Urban Flooding**: Implications for Transportation Infrastructure and Travel Disruption. Road Ecology Center.

CHAPMAN, L., 2007. Transport and climate change: a review. *Journal of Transport Geography*. Volume 15, Issue 5, September 2007, Pages 354–367

COELHO NETTO, Ana Luiza. Ecosistemas de Encostas. In: **Protocolo do Rio, Estudos e Pesquisas – Seminário Rio: Próximos 100 anos**. Instituto Pereira Passos, 2007, Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: http://portalgeo.rio.rj.gov.br/protocolo/pcontrole/documentos/encostas_analuiza_1.Pdf.

CRABBE, P.; ROBIN, M. (2006) Institutional adaptation of water resource infrastructures to climate change in Eastern Ontario. *Climatic Change* 78(1):103–133.

CUTTER, S. L.; FINCH, C. Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards. Vol. 105 no. 7. 2301–2306, doi: 10.1073/pnas.0710375105, 2008.

CUTTER, S. L. MITCHELL, J. T. Scott, M. S., 2000: Revealing the Vulnerability of People and Places: A Case Study of Georgetown County, South Carolina Volume 90, Issue 4, pp. 653–831.

CUTTER, S.L.G.I. Science, Disasters, and Emergency Management, 2003. *Transactions in GIS*, 7(4), pag. 439-445.

DA SILVA et al. / *Transport Policy* 15 (2008). *Multiple views of sustainable urban mobility: The case of Brazil. Transport Policy* 15 (2008) 350–360. *journal homepage: www.elsevier.com/locate/tranpol. 2008 Elsevier.*

EGLER, C. A. G.; GUSMÃO, P. P., 2013. Gestão Costeira e adaptação às mudanças climáticas: O caso da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada*.

FIGUEIRÓ, A. S. Mudanças ambientais na interface floresta-cidade e riscos associados: uma análise a partir dos sistemas dissipativos, 2011, p. 230. *Gestão de áreas de riscos e desastres ambientais G393* [recurso eletrônico] / Solange T. de Lima-Guimarães, Salvador Carpi Junior, Manuel B. Rolando Berríos, Antonio Carlos Tavares. - Rio Claro: IGCE/UNESP/RIO CLARO, 2012.

FUNDAÇÃO CEPERJ. Anuário Estatístico do Estado do Rio de Janeiro, 2011.

GARCIAS, C.M.; DA SILVA, C.M, 2011: Meio urbano e mudanças climáticas - estudo de caso do município de Castro, PR. Revista de pesquisa em arquitetura e urbanismo programa de pós-graduação do instituto de arquitetura e urbanismo IAU-USP.

GOUVEIA, Camila Ferreira; FERREIRA, William Rodrigues. **Mobilidade urbana em pequenas cidades a experiência de Sacramento/MG**. Observatorium JCR, v. 2, p. 34-55, 2010.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Disponível em: <<http://www.rj.gov.br/web/casacivil>>. Acesso em: novembro de 2012.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/guest/exibeconteudo?article-id=2633453>>. Acesso em 29/01/2013.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: Rio, de sede do Governo às Olimpíadas [Rio, from seat of government to the Olympics]. Rio de Janeiro: FIRJAN; 2011.

HALLEGATTE, S; HENRIET, F; CORFEE-MORLOT, J, 2011: The economics of climate change impacts and policy benefits at city scale: a conceptual framework. *Climatic Change* (2011) 104:51–87.

HAROLD FOSTER (1993), “Resilience Theory and System Evaluation,” in J.A. Wise, V.D. Hopkin V D and P. Stager (editors), *Verification and Validation of Complex Systems: Human Factor Issues*, NATO Advanced Science Institutes, Series F: Computer and Systems Sciences, Vol.110, Springer Verlag (New York), pp.35-60.

IBGE, 2013. Estimativa da população da cidade do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=330455>>. Acesso em maio de 2014.

IBGE: IBGE divulga as estimativas populacionais dos municípios em 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2011> Brasil: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2012.

IEA, 2013. Policy Pathways: A Tale of Renewed Cities. International Energy Agency, Paris, 98 pp.

INPE, 2011. Vulnerabilidade das megacidades brasileiras às mudanças climáticas: Região Metropolitana do Rio de Janeiro. 31p., INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

INPE, 2010: **Vulnerabilidade das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas**: Região Metropolitana de São Paulo. Sumário Executivo. 2010, pp. 27-28. Disponível em: <http://www.planetaverde.org/mudancasclimaticas/index.php?ling=por&cont=documentos>, acesso realizado em 28.07.2010>.

IPCC, 2007a. Summary for Policymakers. In: S.Solomon, D. Qin, M. Manning, M. Marquis, Z. Chen, K. Averyt, M.B.Tignor & H.L. Miller (eds.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK. Disponível em <https://www.ipcc-wg1.unibe.ch/publications/wg1-ar4/ar4-wg1-spm.pdf>

IPCC, 2007b. *Climate Change 2007: climate change impacts, adaptation and vulnerability*. 2007. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (eds) Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Disponível em: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/contents.html

IPCC, 2012: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. In: [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. *A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 p.

IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC, 2014a: Summary for policy makers. In: *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* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel,

A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32.

IPCC, 2014b: Summary for Policymakers, In: Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC, 2014c: Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, In: Chapter 8, Transport, Final Draft. Disponível em: http://report.mitigation2014.org/drafts/final-draft-postplenary/ipcc_wg3_ar5_final-draft_postplenary_chapter8.pdf. Acesso em: 23/01/2014.

IPEA, 2013. Governança metropolitana no Brasil. Relatório de Pesquisa: Relatório 1.1. Caracterização e Quadros de Análise Comparativa da Governança Metropolitana no Brasil: Arranjos Institucionais de Gestão Metropolitana Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

INSTITUTO PEREIRA PASSOS (IPP). Os dados mais recentes sobre a população de favelas na cidade do Rio de Janeiro. **Série Estudos Cariocas**. nº 20020202, fev. 2002. IPP, 2002, Rio de Janeiro.

INSTITUTO PEREIRA PASSOS (IPP), 2012. Estatísticas Municipais do Rio de Janeiro. IPP - Instituto Pereira Passos, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em <http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/>

ITDP (2013) Impact Analysis of TrasOeste Bus Rapid Transit in Rio de Janeiro. Institute for Transportation and Development Policy, April.

JACOBI, P.R. Governança da água no Brasil. In: Ribeiro, Wagner Costa (org.). *Governança da Água no Brasil: uma visão interdisciplinar*. Annablume Editora, São Paulo, 2009. pp. 35-59.

JHA, Abhas K., Todd W. Miner, and Zuzana Stanton-Geddes, eds., 2013: Building Urban Resilience: Principles, Tools, and Practice. Directions in Development. Washington, DC: World Bank. doi:10.1596/978-0-8213-8865-5. License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0.

KOETSE & Rietveld, 2007: Climate Change, Adverse Weather Conditions, and Transport: A Literature Survey. Mark J. Koetse, Piet Rietveld.

LEGGETT, J. **Aquecimento global: o relatório do Greenpeace**. Editor responsável: Jeremy Leggett; tradutores Alexandre Lissovsky et al. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1992.

LEHMKUHL, G. T.; DA VEIGA, C. R.; RADOS, G. J. V. A tecnologia de informação como ferramenta de auxílio à gestão da informação e do conhecimento: um estudo de caso do PRC – Programa de repasse do conhecimento no setor elétrico. *Biblos*, Rio Grande, 22 (1): 19-29, 2008.

LEI Nº - 12.187, DE 29 de Dezembro de 2009 - **Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências**.

LINDQUIST, 2007: Climate Change and Adaptive Strategies in Sub-national Transportation Planning Agencies in the United States. Eric Lindquist, Ph.D. Institute for Science, Technology and Public Policy. Texas A&M University College Station, TX USA. Prepared for presentation at the 2007 Amsterdam Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change.

LITRE, G.; BURSZTYN, M. Percepções e Adaptação aos Riscos Climáticos e Socioeconômicos na Pecuária Familiar do Bioma Pampa. VI Encontro Nacional da Anppas, 18 a 21 de setembro de 2012. Belém - Pará – Brasil.

LOMBARDO, M. A., 1985: Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec. 210p.

MAIA, A.D.G., Braga, M.G.C., Balasiano, R., Faria, E.O. (2003) Potencial de Uso da Bicicleta como Modo de Transporte Integrado no Município do Rio de Janeiro. Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino de Transportes – XVII ANPET, Rio de Janeiro.

MAIA, Luiz Francisco Pires Guimarães. Micro-Clima e Eventos Climáticos Extremos. In: **Protocolo do Rio, Estudos e Pesquisas – Seminário Rio: Próximos 100 anos**. Instituto Pereira Passos, 2007, Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: http://portalgeo.rio.rj.gov.br/protocolo/pcontrole/documentos/clima_luizmaia_1.Pdf

MANDARINO, F. C.; Arueira, L. R., 2012. Vulnerabilidade à elevação do nível médio do mar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Coleção Estudos Cariocas. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, Secretaria da Casa Civil; Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos. IPP, Rio de Janeiro.

MANDARINO, F. C; Arueira, L. R, 2012: Vulnerabilidade à elevação do nível médio do mar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Nº 20120702. Julho – 2012. Felipe Cerbella, Luiz Roberto Arueira - IPP/Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.

MARENGO, J. A, 2009: Impactos de extremos relacionados com o tempo e o clima – Impactos sociais e econômicos. Boletim 8 do Grupo de Pesquisa em Mudanças Climáticas - GPMC. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - Centro de Ciências do Sistema Terrestre. São Paulo, Brasil.

MARTINE, G., 2007: The State of World Population. In: [A. Marshall. (ed.)] United Nations Population Fund (UNFPA). New York, (NY).

MARTINS, R. D.; FERREIRA, L. D. C. Um a revisão crítica sobre cidades e mudança climática: vinho velho em garrafa nova ou um novo paradigma de ação para a governança local? RAP — Rio de Janeiro 45(3):611-41, Maio/jun. 2011.

MAY, Peter H; VINHA, Valéria da. Adaptação às mudanças climáticas no Brasil: o papel do investimento privado. **Estud. av.**, São Paulo, v. 26, n. 74, 2012. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142012000100016&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 04 de julho de 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142012000100016>.

MEASHAM, T.G; Preston, L. B; Smith, T. F; Brooke, C.; Gorddard, R.; Withycombe, G.; Morrison, C. Adapting to climate change through local municipal planning: barriers and challenges. *Mitig Adapt Strateg Glob Change* (2011) 16:889–909.

MEHROTRA, S. et al., 2009: Framework for City Climate Risk Assessment (World Bank, 2009); available at go.nature.com/t2zbra

MEYER, M. D. 2006: **Design Standards for U.S. Transportation Infrastructure: The Implications of Climate Change.** Georgia Institute of Technology.

MMA – MINISTÉRIO DE MEIO AMBIENTE. **Contribuições do Brasil para a Mitigação da Mudança do Clima**, dezembro 2009.

MOSER, S. C.; EKSTROM, J. A. A framework to diagnose barriers to climate change adaptation. In *PNAS*, Early Edition, 2010

MOTTA, R. A., 2009. **Benefícios Ambientais em Decorrência da Implantação de Sistemas de Transporte Rápido e de Alta Capacidade de ônibus - O Caso do Transmilênio.** 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

MUEHE, D. & Neves, C. F., 2008. Vulnerabilidades físicas da orla. In: Gusmão, P.P; Carmo, P. S.; Vianna, S. B. 2008. Rio, Próximos 100 anos. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, Secretaria da Casa Civil; Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos. IPP/SMU, Rio de Janeiro.

MUKHEIBIR P, Ziervogel G (2007) Developing a Municipal Adaptation Plan (MAP) for climate change: the city of Cape Town. *Environ Urban* 19(1):143–158.

MUÑOZ, J. Paisaje y Geossistema. Una aproximación desde la Geografía física, In: MARTÍNEZ DE PISÓN, E. (Ed.). Paisaje y Medio Ambiente. Valladolid: Fundación Duques de Soria, 1998. p. 45-56.

NAE 2005: Mudança de Clima, Vol. I: **Negociações internacionais sobre a mudança de clima; vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança de clima.** Cadernos NAE, Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, NAE-SECOM 2005. Brasília, 250 pp.

NOBRE, C.A, et al., 2011b: Projeto Megacidades, Vulnerabilidades e Mudanças Climáticas. Relatório Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Centro de Ciência do Sistema Terrestre do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais CST/INPE. <http://www.riocomovamos.org.br/arq/vulnerabilidade2011.pdf>.

NOBRE, C.A., Salazar, L., Valeriano, D., Fidalgo, E. & Scarano, F.R. 2008. Mudanças climáticas e possíveis alterações nos biomas da Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro. SEA. Rio de Janeiro. Não publicado. 63 p.

NOBRE, C.A; A.F.; Young, J.A. Marengo; P.H.N. Saldiva; A.D. Nobre; A.T. Ogura; O.Thomaz; M. Valverde; G.O.O. Párraga; G.C.M. da Silva; A.C. Silveira; G. O. Rodrigues, 2011a Vulnerabilidades das Megacidades Brasileiras as Mudanças Climáticas: Região Metropolitana de São Paulo. In: [Motta, R.S.; J. Hargrave; G. Luedemann; M.B. Gutierrez, (eds.)]. Mudança do clima no Brasil: aspectos sociais, economicos e regulatórios. Brasília. IPEA, Capítulo 13, p. 233-258.

NUNES, L.H. Compreensões e ações frente aos padrões espaciais e temporais de riscos e desastres. **Territorium**, v.16, n.1, p. 181-189, 2009(b). Disponível em: <<http://www1.ci.uc.pt/nicif/riscos/Territorium16.htm>>. Acesso em: mar. de 2010.

OJIMA, R. Perspectivas para adaptação frente às mudanças ambientais globais no contexto da urbanização brasileira: cenários para os estudos de população. In: HOGAN, D.J.; MARANDOLA JR., E. (Org.). População e mudança climática: dimensões humanas das mudanças ambientais globais. Campinas: Ed. Unicamp, 2009. p. 191-204.

OLIVEIRA, Gustavo Justino. Contrato de Gestão. São Paulo: RT, 2008. 320 p.

OLIVEIRA, Gustavo Justino. Governança Pública e Parcerias do Estado: a relevância dos acordos administrativos para a nova gestão pública. Disponível em: <www.ambitojuridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=5177>. Acesso em: 6 jun. 2010.

OLIVEIRA, Gustavo Justino. Governança, governabilidade e accountability: Qualidade na Administração Pública, 2010. Disponível em: <http://concursospublicos.uol.com.br/aprovaconcursos/demo_aprova_concursos/administracao_publica_04.pdf>. Acesso em 06 de junho de 2014.

PBMC, 2013a: Contribuição do Grupo de Trabalho 1 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Sumário Executivo GT1. PBMC, Rio de Janeiro, Brasil. 24 p. Disponível em: http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/MCTI_PBMC_Sumario%20Executivo%204_Finalizado.pdf. Acesso em: 29/10/2013.

PBMC, 2013b: Contribuição do Grupo de Trabalho 2 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Sumário Executivo do GT2. PBMC, Rio de Janeiro, Brasil. 28 p. Disponível em: http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/MCTI_PBMC_sumario_executivo_impactos_vulnerabilidades_e_adaptacao_WEB_3.pdf. Acesso em: 10/11/2013.

PDTU. Disponível em: <<http://www.pdtu.rj.gov.br/creditos.html>>. Acesso em: 19/02/2013.

PETERSON, T.C; MCGUIRK, M.; HOUSTON, T.G; 2006: Climate Variability and Change with Implications for Transportation. Peterson, McGuirk, Houston, Horvitz, and Wehner.

PINI, B.; WILD RIVER, S.; MCKENZIE, F.M.H. (2007) Factors inhibiting local government engagement in environmental sustainability: case studies from rural Australia. Aust Geogr 38(2):161–175.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/guest/exibeconteudo?article-id=3365814>>. Acesso em: 29/01/2013.

REPETTO, R. 2008: The Climate Crisis and the Adaptation Myth. Yale school of forestry & environmental studies.

REZENDE D. A.; ABREU, França Aline. Tecnologia da informação aplicada a sistemas de informação empresariais. São Paulo: Atlas, 2000.

REZENDE, Denis Alcides. Engenharia de Software e sistema de Informação. Rio de Janeiro: Brasport, 1999.

RIBEIRO, S. K. **A importância do setor de transportes no Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas – IPCC**. TRANSPORTES, volume XV, número 1, junho de 2007. ISSN: 1415-7713. Disponível em: <http://www.revistatransportes.org.br/index.php/anpet/article/viewFile/41/30>.

RIBEIRO, S. K., et al., 2000, **Transportes e mudanças climáticas**. 1 ed, Muauad, Rio de Janeiro.

RIBEIRO, W.C. Impactos das mudanças climáticas em cidades no Brasil. *Parcerias Estratégicas*, v. 27, p. 297-321, 2008.

ROMERO, A.G.; JIMÉNEZ, J.M. El paisaje en el ámbito de la Geografía México: UNAM, 2002.

ROSENZWEIG et al., 2010. Cities lead the way in climate-change action. Scientists should do the research to help mayors prepare for a warming world, say. Vol 467, *Nature*, p. 909.

ROSENZWEIG, C., Solecki, W., hammer, S. & Mehrotra, S. *Climate Change and Cities: First Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network* (Cambridge Univ. Press, 2011).

ROSENZWEIG, C., W. D. Solecki, S. A. Hammer, S. Mehrotra, 2011: *Urban Climate Change in Context*. *Climate Change and Cities: First Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network*, C. Rosenzweig, W. D. Solecki, S. A. Hammer, S. Mehrotra, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 3-11.

ROSS, J. L., 2004: *Águas Pluviais Urbanas*. In: *Geografia de São Paulo 2. A metrópole do séc. XXI*. [Carlos, F.e A.U. Oliveira, (Org.)] Editora Contexto. São Paulo.

SALANDÍA, Luis Fernando Valverde. Análise do rebatimento espacial de planos setoriais na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: 2012. Relatório Final para apresentação ao Comitê Executivo de Estratégias Metropolitanas. Niterói, Rio de Janeiro, 2012.

SALDANHA, G. S; Peixoto, F. B; Estrada, R. J. S. **PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA MUNICIPAL**. Encontro Luso-Brasileiro de Estratégias, 2006. Disponível em: <http://www.ead.fea.usp.br/eadonline/grupodepesquisa/publica%20C3%A7%C3%B5es/rolando/46.htm>

SALDIVA, P.H. et al. **Association between air pollution and mortality due to respiratory diseases in children in Sao Paulo, Brazil: a preliminary report.** Environmental Research, v. 65, n. 2, p. 218-225, 1994.

SANTOS, A. S., 2008: **Vulnerabilidades socioambientais diante das mudanças climáticas projetadas para o Semi-árido da Bahia** / Andréa Souza Santos. Brasília.

SATTERTHWAITE, D. et al. Building climate resilience in urban areas among urban populations in low- and middle-income countries. London: Center for Sustainable Urban Development, 2007.

SDSN, 2013a: Governance in Rio de Janeiro. International Workshop. UN Sustainable Development Solutions Network: “Rio Sustainability Initiative”. Available at <http://fbds.org.br/fbds/IMG/pdf/doc-736.pdf>.

SDSN, 2013b: Urban mobility in Rio de Janeiro. International Workshop. UN Sustainable Development Solutions Network: “Rio Sustainability Initiative”. Available at <http://fbds.org.br/fbds/IMG/pdf/doc-737.pdf>.

SETRANS, 2011a. PDTU 2011: Atualização do Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Relatório 1 Revisão das informações disponíveis, 05/07/2011. Disponível em: <http://download.rj.gov.br/documentos/10112/1464227/DLFE-59010.pdf/Relatorio1Revisaodasinformacoesdisponiveis.pdf>

SETRANS, 2011b. PDTU 2011: Atualização do Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Relatório 7 – Atividade 6.7 – Planejamento de Transporte e Plano de Ações para Viabilizar a Alternativa Mínima - Parte 2. Atualização do Plano Diretor de Transporte Metropolitano do Rio de Janeiro, 10/04/2013. Disponível em: <http://www.rj.gov.br/web/setrans/exibeconteudo?generica&acaomenu=menufunc%28%27PDTU%27%29;&article-id=626280>

SILVA, Wanderson Luiz; DEREZYNSKI, Claudine; CHAN, Chou Sin. Tendências Observadas e Projeções Futuras de Extremos Climáticos na Cidade do Rio de Janeiro, 2011. Disponível em:

SMART. Stormwater Management and Road Tunnel. Flood and traffic congestion solutions for KL City Center. Disponível em: <http://smarttunnel.com.my/smart/what-is-smart/>

Spirn, A., 1995: O jardim de granito: a natureza no desenho da Cidade. 360 p.

Stern Review 2006. Disponível em: <www.sternreview.org.uk>. Acesso em julho de 2006.

Sustainability UNS-GsH-IPoG: Resilient People, Resilient Planet: A Future Worth Choosing. New York: United Nations; 2012.

TIDBALL, K.G. and KRASNY, M. 2006, From Risk to Resilience: What Role for Community Greening and Civic Ecology in Cities? In: Environment and Urbanization, September.

TRL. 2011: Resilient Mobility. Creating an adaptive future for transport.

UNCSD.: The Future We Want: Outcome document adopted at Rio+20 — United Nations Conference on Sustainable Development. UNCSD; 2012 . Available at: <http://www.uncsd2012.org/thefuturewewant.html>.

UNDP, 2009. Handbook for Conducting Technology Needs Assessment for Climate Change. Advance document. September 2009.

UN-HABITAT, 2011. *Cities and climate change: global report on human settlements – 2011*. 279p., Earthscan, Washington, DC, USA. ISBN: 9781849713719. Disponível em: http://www.unhabitat.org/downloads/docs/GRHS2011_Full.pdf

UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction), 2011: Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction: Revealing Risk, Redefining Development. Geneva. <http://www.unisdr.org/we/inform/publications/19846>.

UNITED NATIONS, 2008: United Nations Expert Group Meeting on Population Distribution, Urbanization, Internal Migration and Development. Economical and Social Affairs. New York.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Coordenação dos Programas de Pós Graduação em Engenharia (COPPE). **Mudanças climáticas e segurança energética no Brasil**. Rio de Janeiro, Coppe/UFRJ, 2008.

UNU-IHDP, UNEP: Inclusive Wealth Report 2012: Measuring Progress Toward Sustainability. Cambridge University Press: Cambridge; 2012.

US TRB, 2011: Potential Impacts of climate change on U.S. Transportation. Committee on Climate Change and U.S. Transportation. Transportation Research Board, Special Report 290.

USDOT, 2002: Center for Climate Change and Environmental Forecasting, 2002: The Potential Impacts of Climate Change on Transportation. Federal Research Partnership Workshop. October 1-2. Summary and Discussion Papers.

VICTORIA TRANSPORT POLICY INSTITUTE (VTPI). Evaluating Transportation Resilience: Evaluating The Transportation System's Ability To Accommodate Diverse, Variable and Unexpected Demands With Minimal Risk, 2014. TDM Encyclopedia. Disponível em: www.vtpi.org. Acesso em abril de 2014.

WORLD BANK, 2012. Cities and Flooding: A Guide to Integrated Urban Flood Risk Management for the 21st Century. Washington, DC: World Bank/IBDR. <https://www.gfdr.org/gfdr/urbanfloods>.

WORLD BANK. World Development Report, 2010: Development and Climate Change (World Bank, 2010).

WORLD BANK. 2012. Cities and Flooding. A Guide to Integrated Urban Flood Risk Management for the 21st Century. Washington, DC: World Bank/IBDR. <http://www.gfdr.org/gfdr/urbanfloods>.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (WBCSD). **Move Sustain. The Sustainable Mobility Project**. 2002.

YEVDOKIMOV, Y. 2010: "Climate Change and Transportation", in Climate Change and Variability, Sciyo (Ed.), pp. 427-438.

ZAMPARONI, C.A.G.P.; NUNES, L. H. Desastres naturais de origem atmosférica e seus impactos em Moçambique, 2011, p. 380. Gestão de áreas de riscos e desastres ambientais G393 [recurso eletrônico] / Solange T. de Lima-Guimarães, Salvador Carpi Junior, Manuel B. Rolando Berríos, Antonio Carlos Tavares. - Rio Claro: IGCE/UNESP/RIO CLARO, 2012.

ZHANG, Y. 1988. Definitions and Sciences of information. Information Processing & Management, V.24, nº4.

ZORRINHO, C. 1995. Gestão da Informação. Condição para Vencer. Iapmei pg.15.