

Estratégia de Adaptação às Mudanças Climáticas da Cidade do Rio de Janeiro



Prefeito da Cidade do Rio de Janeiro

Eduardo Paes

Secretário Municipal de Meio Ambiente

Carlos Alberto Vieira Muniz

Subsecretário Municipal de Meio Ambiente

Altamirando Fernandes Moraes

Coordenação Geral

Nelson Moreira Franco - Gerente de Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Sustentável -
Secretaria Municipal de Meio Ambiente

Técnicos da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro

SMAC

Brasiliano Vito Fico
Carlos Papera Fernandes
Danielle Simas
José Miguel Carneiro Pacheco
Elizabeth Mojon
Isis Volpi
Jeferson Pecin
Marcelo Hudson
Marcos Borges
Maria da Glória Lopes

Comlurb

Danielle Silva
Paulo Jardim

COR

Pedro Ribeiro

Defesa Cívica

Airton da Silva Moraes

FPJ

Andrea Cardoso
Luiza Helena Nunes Laera

Geo Rio

Ricardo Neiva D'Orsi

IPP

Adriana Vial
Alcides Carneiro
Cecilia Nicolai
Felipe Mandarino
Luiz Roberto Arueira da Silva

Rio Águas

Álvaro Alfredo Lemos
Paulo Fonseca

Seconserva

David Cohen Nissan

SMDS

Tereza Maria da Silva

SME

Gloria Ibiapina
Jacqueline Silva

SMH

Luiz Froes Garcia

SMHC

Ana Maria Luna de Oliveira

SMO

Edson Mendonça
Gisele Sant'anna de Lima
Ricardo Santos de Almeida

SMS

Cristina Lemos
Monica Branco Vieira
Valeria Saraceni

SMTR

Antonio Carlos Velloso
Luis Cesar Peruci do Amaral

SMU

Alice Mendes de Freitas
Ana Carolina Amaral Martins
Daniel Mancebo
Estela Hessel Fontenele
Eungenia Vitória C. Loureiro
Luiza Barros Dias
Maria Luiza Korencleuder
Mariana Barroso
Pedro Renault de Barros Correia
Thaís Garlet

Técnicos de outras instituições

Câmara Metropolitana RJ

Luiz Firmino Martins Pereira

CEDAE

Paulo Henrique Pereira Reis

CICLUS

Adriana Felipetto
Ana Paula Valinho Perdigao Martins

PET/COPPE / UFRJ

Rômulo Orrico

INEA

Anselmo Frederico Neto
Leonardo Daemon

ITDP Brasil

Bernardo Serra
Gabriel Tenenbaum de Oliveira
Iuri Moura

Light

Fernando Pompeu dos Santos Filho
Maria Young

SEA

Bruno de Hollanda
Diogo Kouri

Setrans

Sergio Marcolini

Equipe Centro Clima/COPPE/UFRJ

Prof. Emilio Lèbre La Rovere, D.Sc - Coordenador Geral

Denise da Silva de Sousa, D.Sc - Coordenadora Executiva

Cenários climáticos

Wanderson Luiz Silva – CEPEL

Giovannini Luigi - Centro Clima/COPPE/UFRJ

Inundação (POLI/UFRJ)

Prof. Marcelo Gomes Miguez

Francis Miranda

Osvaldo Rezende

Anna Beatriz C. Franco

Flavia Sipres

Lilian Yamamoto

Dearley Brito Liberato

Elevação NMM/Lagoas/Baias/Praias (PENOCOPPE/UFRJ)

Prof. Cláudio Neves

Maria Clara Albuquerque Moreira

Elevação NMM/Complexo

Lagunar de Jacarepaguá (PENOCOPPE/UFRJ)

Prof. Paulo Cesar Colona Rosman

Monica Young

Laura Aguilera

Saúde (FIOCRUZ)

Diana Marinho

Profa. Martha Barata

André Périssé

Cristina Costa Neto

Felipe Vommaro

Livia Marinho da Silva

Mariana Pinheiro de Carvalho

Ativos ambientais (Centro Clima/COPPE/UFRJ)

Giovannini Luigi

Gabriela Ushida

Cenário de mudança de uso e cobertura do solo

Prof. Cláudio Egler – Prof. Sênior/UFGD -

Prof. Colaborador/UFRJ

Ilha e onda de calor (Meteorologia/UFRJ)

Prof. Luiz Claudio Pimentel

Mauricio Soares

Nilton Moraes

Corbiniano Silva

Anselmo Pontes

Leonardo Aragão Ferreira da Silva

Escorregamento de massa (PEC/COPPE/UFRJ)

Prof. Mauricio Ehrlich

Thiago Martins

Urbanização e Habitação

Profa. Angela Maria Gabriella Rossi - PEU/POLI/UFRJ

Bárbara César Barros - PEU/POLI/UFRJ

Fernanda Westin Wills - Centro Clima/COPPE/UFRJ

Mobilidade urbana

Daniel Fontana Oberling - CentroClima/COPPE/UFRJ

Édipo Ázaro - PET/COPPE/UFRJ

Infraestruturas estratégicas (Centro Clima/COPPE/UFRJ)

Vivien Green Short Baptista FRJ

Heliana Vilela de Oliveira Silva

Estrutura metodológica para definição do Índice de Vulnerabilidade (IME)

Adriano de Paula Fontainhas Bandeira

Estagiários (Engenharia Ambiental/POLI/UFRJ)

Ana Beatriz Pradel

Carlos Eduardo Paes

Fernanda Carolina A.S. Brandão

Lucas Renzo

Luiza Costa Caldas

Mateus Amaral da Silva

Tamara Fain

Apoio administrativo (LIMA/COPPE/UFRJ)

Carmen Brandão Reis

Projeto gráfico e diagramação

Pedro Bürger (colaboração de Caio Carneiro e Elza Ramos)

Clara Klein – Desenho Industrial/EBA/UFRJ

Agradecimentos

Aos técnicos das Secretarias Municipais, Empresas, Autarquias e Fundações da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro (PCRJ), da Secretaria Estadual do Ambiente (SEA), da Companhia Estadual de Águas e Esgoto do Rio de Janeiro (CEDAE) e do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), pela relevante contribuição ao estudo no âmbito do Comitê Gestor;

Às Empresas estatais e privadas, pelo fornecimento de dados e informações;

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), pela disponibilização de dados do modelo climático.

Apresentação

Em 2015, o Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas (Centro Clima/COPPE/UFRJ), mantendo a parceria estabelecida com a Gerência de Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Sustentável, da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC), deu início ao “Estudo Técnico de Apoio ao Desenvolvimento do Plano de Adaptação da Cidade do Rio de Janeiro às Mudanças Climáticas” (ETA/PA).

O ETA/PA propõe um mapa de caminhos para reforçar a gestão do risco climático, aliado à geração de oportunidades. Os resultados foram consolidados na presente “Estratégia de Adaptação às Mudanças Climáticas da Cidade do Rio de Janeiro”, que compreende um conjunto de iniciativas orientadas para reduzir a potencial exposição e a sensibilidade da CRJ frente aos perigos climáticos e fortalecer a capacidade institucional e de pessoas. Como ação pública, a adaptação é um processo dinâmico e a estratégia desenhada considera um horizonte de longo prazo e fornece subsídios para o Plano de Adaptação.

Para a sua consecução, foi essencial a participação de especialistas, incluindo técnicos das secretarias, fundações, empresas e autarquias municipais e instituições do Estado do Rio de Janeiro, detentores do conhecimento sobre o funcionamento da máquina pública e da Cidade. Tal arranjo possibilitou a melhor compreensão das ameaças climáticas, a construção do Índice de Vulnerabilidade - composto pelo Índice de Sensibilidade e o Índice de Capacidade Adaptativa -, para os Sistemas de Interesse Urbanização e Habitação, Mobilidade Urbana, Saúde e Ativos Ambientais, e a avaliação de Infraestruturas Estratégicas, do ponto de vista da exposição aos perigos climáticos, além da definição de propostas e iniciativas mais adequadas à realidade da CRJ.

Destaca-se a realização de estudos inéditos para avançar na compreensão das ameaças, como a construção do índice de suscetibilidade a inundações, que identifica e hierarquiza os setores mais suscetíveis a falhas da rede de drenagem; a interação das ilhas e ondas de calor com as características meteorológicas, para melhor compreender a influência no desconforto térmico e na saúde da população; e a avaliação de mudanças no uso e cobertura do solo e projeção da expansão urbana, considerando os investimentos previstos em mobilidade, para o melhor planejamento urbano. Destaca-se, também, o estudo sobre a elevação do nível médio do mar e ondas, que evidenciou o aumento do número de ressacas nas últimas décadas, assim como o referente à sub-bacia do rio Guerengüê-Arroio Pavuna, sobre a potencial vulnerabilidade costeira e hidrológica, sob novo cenário climático.

Devido à urgência de respostas, é necessário, porém, reforçar a capacidade institucional e dos Cariocas para lidar com os efeitos decorrentes das ameaças, tendo em vista avançar na construção da Agenda Climática da CRJ pautada na resiliência e no desenvolvimento sustentável.

Nesse contexto, a Estratégia de Adaptação apresenta os principais passos para a adaptação da CRJ, enfatizando-se a necessidade básica de preencher lacunas de conhecimento a partir de estudos complementares focados, prioritariamente, na compreensão dos perigos a ameaça. Todavia, ainda que o caminho para a obtenção de um quadro consistente sobre os riscos associados às mudanças climáticas seja longo, nada impede que ações de resposta sejam tomadas desde já, para reduzir a potencial exposição e a vulnerabilidade avaliadas.

Índice

Sumário Executivo	8
Adaptar é preciso	10
A nossa Cidade	13
Porque adaptar	14
Nossa abordagem	15
O que nos espera	18
Envelhecimento e desaceleração do crescimento da população	19
Expansão da área urbana	20
Mudança do clima	22
As mudanças climáticas projetadas	22
O que nos ameaça	24
Elevação do nível médio do mar e ondas	25
Escorregamento de massa	27
Ilha e onda de calor	29
Inundação	31
Nossa exposição e vulnerabilidade	34
Área de Planejamento 1 - AP 1	35
Área de Planejamento 2 - AP 2	36
Área de Planejamento 3 - AP 3	37
Área de Planejamento 4 - AP 4	38
Área de Planejamento 5 - AP 5	39
Ativos Ambientais	40
Nosso caminho	42
Próximos passos	72
Referências bibliográficas	74
Apêndice 1	76
Avaliando a potencial exposição dos Sistemas de Interesse e Infraestruturas Estratégicas aos perigos climáticos	77
Índice de Suscetibilidade do Meio Físico a Inundações	78
Índice de Suscetibilidade a Escorregamento de Massa	80
Altas Temperaturas – Ilha e Onda de Calor	82
Apêndice 2	84
Iniciativas relacionadas aos perigos climáticos	

Sumário Executivo



A Cidade do Rio de Janeiro (CRJ) está cada vez mais engajada no enfrentamento da questão climática, compreendendo a necessidade de pensar no futuro, mas agir desde agora. Com esse entendimento, a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro (PCRJ), por intermédio da Gerência de Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Sustentável, da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC), demandou o **“Estudo Técnico de Apoio ao Desenvolvimento do Plano de Adaptação da Cidade do Rio de Janeiro às Mudanças Climáticas”** (ETA/PA), cujos principais resultados constam na presente **“Estratégia de Adaptação às Mudanças Climáticas da Cidade do Rio de Janeiro”**.

Este documento fornece subsídios para a elaboração do Plano de Adaptação da CRJ, pelo qual devem ser estabelecidos caminhos para a adaptação que tenham, por objetivo, assegurar a proteção do patrimônio natural e construído e preservar as relações econômicas e socioculturais face às mudanças do clima, em prol da atual e futuras gerações.

A metodologia para a avaliação da exposição e vulnerabilidade dos Sistemas de Interesse e exposição das Infraestruturas Estratégicas foi desenvolvida pelo Centro Clima/COPPE/UFRJ. Para a consecução das várias etapas do estudo, foi criado um Comitê Gestor, do qual participaram especialistas da PCRJ e de outras instituições.

Os perigos climáticos eleitos como sendo de relevante interesse para a CRJ - elevação do nível médio do mar e ondas, escorregamento de massa, ilha e onda calor e inundação - foram definidos a partir da análise de estudos prévios sobre a vulnerabilidade da Cidade às mudanças climáticas e validados em reuniões dos Grupos Técnicos, no âmbito do Comitê Gestor. Adicionalmente, foi elaborado um cenário de uso e cobertura do solo, para 2040.

Os perigos foram avaliados para o presente (2016) e futuro (2040), considerado, neste último caso, o modelo climático regionalizado do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Os resultados são apresentados por Áreas de Planejamento (AP), em conformidade com a abordagem territorial do macroplanejamento existente.

A presente avaliação indica que a CRJ é potencialmente exposta aos perigos climáticos avaliados. Como consequência, observou-se a potencial vulnerabilidade no presente e a possibilidade de agravamento no futuro. Para aperfeiçoar a avaliação da exposição e vulnerabilidade, foram propostas iniciativas para identificar, avaliar e quantificar os perigos.

A necessidade de melhor compreender a potencial exposição vulnerabilidade não impede que ações de resposta sejam tomadas, desde agora, para reduzi-las. Estas ações fazem parte desta Estratégia de Adaptação, orientada para a incorporação de soluções inovadoras que considerem a diversidade e complexidade do território e que promovam a melhor qualidade de vida e bem-estar da população, entendendo ser o Carioca o protagonista na construção da capacidade adaptativa às mudanças climáticas.

A Estratégia de Adaptação está fundamentada em seis Eixos Estratégicos:

- A. Fortalecer a capacidade institucional e humana;
- B. Garantir a conservação e integridade dos ecossistemas e o uso racional e sustentável dos recursos naturais;
- C. Fomentar a promoção da saúde da população frente às mudanças climáticas;
- D. Conduzir a ocupação e uso do território de forma a promover a qualidade urbano-ambiental;
- E. Garantir a mobilidade urbana eficiente e sustentável; e
- F. Garantir o funcionamento das Infraestruturas Estratégicas sob condições climáticas adversas.

O primeiro Eixo Estratégico fornece a base para a construção do caminho de adaptação, enquanto que os demais possuem abordagem setorial e temática. A cada eixo são associadas linhas de ação, iniciativas e atividades, bem como áreas/regiões focais, prioridade e atores envolvidos. Destaca-se a importância da integração das diferentes iniciativas em andamento na CRJ e a necessidade de elaboração do Plano de Adaptação, com base na Estratégia de Adaptação. Ainda, deve-se implementar um programa de monitoramento e avaliação para o conjunto de ações do Plano, para validação e ajustes, quando necessário, tendo em vista garantir a eficácia das ações, em prol da resiliência e sustentabilidade da Cidade.

Adaptar é
preciso



Há forte consenso internacional e nacional de que as mudanças climáticas decorrentes do aquecimento global já são uma realidade. Ao mesmo tempo, a humanidade marca sua entrada no Terceiro Milênio com pouco mais de 50,0 % da população residindo em cidades. A tendência de crescimento desse percentual aponta para o fato de que, mais do que nunca, o *habitat* humano é urbano¹.

O estilo de vida das sociedades interfere no ecossistema global e vem comprometendo o equilíbrio climático, sendo necessário, além de envidar esforços para limitar o aumento da temperatura, aprender a lidar com as consequências. Nesse sentido, a adaptação deverá considerar as incertezas e riscos agravados pela mudança no clima.

As cidades são especialmente vulneráveis aos perigos climáticos, como inundação, escorregamento de massa e rressaca, os quais podem ser potencializados sob novos cenários climáticos e comprometer, em níveis sem precedentes, o patrimônio natural e também edificado, incluindo infraestruturas, com interrupção de serviços essenciais. O comprometimento da segurança hídrica, energética e alimentar, da mesma forma, poderá refletir negativamente na economia e na saúde da população, afetando, em particular, os grupos mais vulneráveis - idosos, crianças e deficientes físicos -, especialmente aqueles que vivem em condições de pobreza extrema.

Apesar de haver muitas incertezas associadas aos cenários climáticos, não se pode transferir o risco para as próximas gerações. Ao serem postergadas, as consequências podem ser agravadas e afetar a todos. Perdas financeiras causadas por eventos climáticos extremos já foram comparadas a prejuízos relacionados a recessões econômicas em grandes cidades. Além disso, a inação do estado, no que se refere à proteção dos cidadãos contra consequências da mudança do clima, já está sendo cobrada via ação judicial.

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC*) define adaptação como o “processo de ajustes ao clima atual ou futuro e seus efeitos. Em sistemas humanos, adaptação visa moderar o perigo ou explorar oportunidades, enquanto que, nos sistemas naturais a intervenção humana pode facilitar a adaptação ao clima futuro e seus efeitos.”²

A temática engloba outros conceitos:

Perigo: potencial ocorrência de um evento físico natural ou induzido pelo homem ou uma tendência ou um impacto físico que possa causar perda de vida ou prejuízo, ou outros impactos à saúde, assim como perdas e danos a propriedades, infraestruturas, meios de sobrevivência, prestação de serviços, ecossistemas e recursos ambientais. O termo perigo se refere, usualmente, a eventos físicos relacionados ao clima ou tendências ou seus impactos físicos.

Exposição: presença de pessoas, meios de subsistência, espécies ou ecossistemas, funções, serviços e recursos ambientais, infraestrutura ou bens econômicos, sociais ou culturais em locais que podem ser afetados adversamente.

Sensibilidade: grau em que um sistema/espécie é afetado, negativa ou benéficamente, pela variabilidade das mudanças do clima.

Capacidade de adaptação: habilidade de um sistema, instituição, pessoas e outros organismos de se ajustar a um determinado dano, para aproveitar ou para responder às consequências.

Vulnerabilidade: propensão ou predisposição a ser adversamente afetado. A vulnerabilidade engloba uma variedade de conceitos e elementos, incluindo sensibilidade ou suscetibilidade a danos e a ausência de capacidade de lidar e se adaptar.

Risco: potencial para consequências em que algo de valor esteja em questão e o resultado é incerto, reconhecendo a diversidade de valores. Normalmente, é representado como a probabilidade de ocorrência de eventos perigosos ou tendências, multiplicada pelo impacto, caso este evento ou tendência ocorra.

Resiliência: capacidade de um sistema social, econômico e/ou ambiental de lidar com um evento perigoso ou distúrbio, respondendo ou se reorganizando, de forma a manter sua função essencial, identidade e estrutura, enquanto, também, mantém a capacidade de adaptação, aprendendo e se transformando.

Ou seja, agir é imperativo. Contudo, sabe-se que é impossível extinguir totalmente os riscos futuros, devido ao desconhecimento da magnitude dos perigos e das consequências dos danos. Nesse ambiente de incertezas, a adaptação permite lidar melhor com os riscos e torná-los mais gerenciáveis para as comunidades, instituições públicas e privadas. Além disso, aponta caminhos que contribuem para reduzir os efeitos dos perigos no ambiente construído e natural e potencializar oportunidades, para a promoção do bem-estar e da qualidade de vida da população e resiliência dos ecossistemas naturais.

Em países em desenvolvimento, a imediata demanda em suprir as necessidades humanas fundamentais - habitação, saneamento, mobilidade, educação e saúde - não é vista como adaptação, que, de forma equivocada, é preterida na pauta da agenda governamental. Decerto que o atendimento a tais demandas é o primeiro passo no processo de adaptação, que pressupõe, dentre outros aspectos, a redução da vulnerabilidade, pois torna a população melhor preparada para responder a situações adversas do clima e mais resiliente.

Nesse contexto, a CRJ já iniciou o processo de planejamento de adaptação, cujo **“Estudo Técnico de Apoio ao Desenvolvimento do Plano de Adaptação da Cidade do Rio de Janeiro às Mudanças Climáticas”** (ETA/PA), que fundamenta a Estratégia de Adaptação aqui apresentada, servirá de base para a elaboração do Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas da Cidade do Rio de Janeiro. Nesse documento, deverão ser detalhadas e priorizadas iniciativas e metas, prevista a alocação de recursos técnicos, humanos e financeiros, estabelecido cronograma de implantação e rotina para acompanhamento de ações e revisão do Plano.

Na 21ª Conferência das Partes (COP21), da UNFCCC, em Paris (2015), foi enfatizada a necessidade de se aumentar a capacidade adaptativa aos impactos adversos das mudanças climáticas e fomentar a resiliência ao clima.

No contexto nacional, foi publicado o Plano Nacional de Mudanças Climáticas, que objetiva “promover a gestão e redução do risco climático no país frente aos efeitos adversos da mudança do clima, de forma a aproveitar as oportunidades emergentes, evitar perdas e danos e construir instrumentos que permitam a adaptação dos sistemas naturais, humanos, produtivos e de infraestrutura.”³

Em Londres, a Associação das Seguradoras Britânicas fez a previsão de que a maior inundação poderia gerar impactos econômicos comparáveis aos da recessão de 2009, assim como ameaçar vidas humanas e paralisar os meios de transporte.

Em Nova York, o Furacão Sandy foi um forte alerta da dimensão dos potenciais impactos de extremos climáticos, com 44 mortos e prejuízos econômicos em torno de 19 bilhões de dólares.

As primeiras ações judiciais contra a inação do estado no enfrentamento às mudanças climáticas já foram tomadas pela corte da cidade de Haia, Holanda, em 2015. A corte ordenou ao governo daquele país que, em cinco anos, reduzisse as emissões de GEE em, pelo menos, 25,0 %. O caso foi liderado pela Fundação Urgenda, baseando-se nos princípios universais da Declaração dos Direitos Humanos de que o estado deve proteger seus cidadãos.⁴

A nossa Cidade

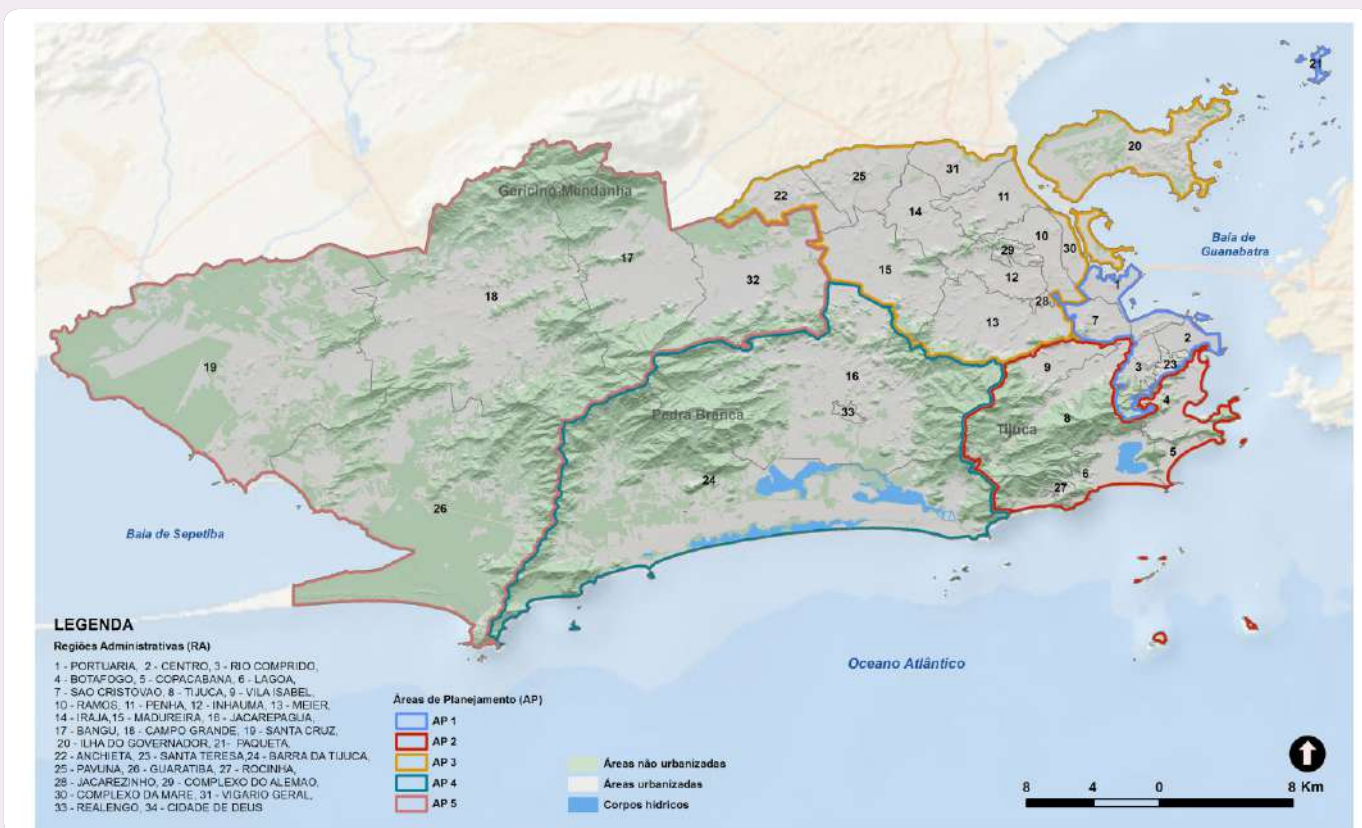
A CRJ, com cerca de 6,5 milhões de habitantes (população estimada para 2016)⁵, é a maior cidade costeira, o segundo centro econômico e o mais conhecido e importante polo turístico do País⁶. Exerce forte papel político, econômico, social, cultural e institucional no cenário nacional e, rotineiramente, é palco de grandes eventos, nacionais e internacionais.

Do ponto de vista administrativo, é dividida em cinco Áreas de Planejamento (AP), compostas por 33 Regiões Administrativas (RA) e 161 bairros.

A identidade visual da CRJ é fortemente associada a elementos paisagísticos, que incluem maciços florestais e baías, uma das quais, a de Guanabara, é ladeada por cartões postais de projeção internacional, como o Pão de Açúcar. As praias complementam a identidade visual, ao lado do Complexo Lagunar de Jacarepaguá e da Lagoa Rodrigo de Freitas, emoldurada pelas praias de Ipanema e Leblon e afloramentos rochosos de be-

leza e imponência ímpar, a exemplo do Corcovado. A natureza não está isolada espacialmente da densa malha urbana e de seus símbolos arquitetônicos, mas ambos se comunicam extensamente e evocam, na população, o sentimento de identidade, de pertencimento, justificando a alcunha de “Cidade Maravilhosa”.

A região de inserção da CRJ apresenta elevada variabilidade espacial e temporal de elementos meteorológicos. Os maciços florestais influenciam o comportamento regional da temperatura, ventos, evaporação e nebulosidade, mas, principalmente, da precipitação. Ao alcançarem altitude da ordem de 1.000 m, condicionam a penetração da brisa marinha em direção ao interior, além de atuarem como barreira às chuvas. Restringem, assim, a disponibilidade da umidade em partes da Zona Norte (AP 3) e Zona Oeste (AP 5), usualmente as mais quentes e secas, em franco contraste com a Zona Sul (AP 2), onde a brisa marinha atua como forte elemento de arrefecimento do ar.



Áreas de Planejamento e Regiões Administrativas

Fonte: Elaboração própria (2016), com base em dados do IPP

Porque adaptar

A CRJ possui histórico de desastres naturais recorrentes indissociável da forma como se processou a expansão da malha urbana, que favoreceu a elevada concentração de pessoas e edificações entre os morros e o mar, lagoas e baías, frequentemente em áreas de risco de inundação e escorregamento de massa ou muito expostas a agentes oceânicos, como ressacas. Não são incomuns eventos que causaram prejuízos materiais e econômicos em grande escala e que, da mesma forma, predispueram a população a surtos de doenças e, em casos extremos, vitimaram pessoas.

A peculiar topografia condicionou a expansão urbana, incluindo a malha de ruas e avenidas, que, por seu turno, orientou o espraiamento radial da Cidade, a partir do litoral. O processo de produção do espaço urbano tornou frequente a prática de desmorte de morros, ocupação das encostas, drenagem de áreas úmidas e redefinição do contorno da orla por sucessivos aterramentos, o que contribuiu para o aumento da exposição de pessoas e do patrimônio público e privado aos perigos climáticos. Nesse contexto, ao promover a extensiva alteração dos espaços naturais e a não priorização da implantação de espaços livres/verdes, foi comprometida uma gama de serviços ecossistêmicos, a exemplo da preservação dos recursos hídricos, manutenção da estabilidade de encostas e o arrefecimento do calor intraurbano.

A iniquidade social e a insuficiência de políticas habitacionais são fatores que, da mesma forma, agravam a vulnerabilidade, ao induzir a população carente a ocupar áreas de risco (encostas, áreas propensas a inundações), onde, inclusive, a provisão de infraestruturas e serviços urbanos é deficitária. Por outro lado, é importante salientar que a população de maior renda também ocupou áreas de risco, como as encostas, a faixa marginal de lagoas e áreas costeiras. A diferença entre ambas as classes reside na capacidade de lidar com os perigos climáticos.

Dessa forma, ao atuar na redução da vulnerabilidade para a promoção da adaptação, é criada a oportunidade de desenvolvimento urbano sustentável, com proteção da integridade dos ecossistemas naturais.

Nossos Sistemas de Interesse e Infraestruturas Estratégicas



Urbanização e Habitação

Compreende as duas principais dimensões do ambiente urbano: o ambiente construído, no qual se insere o sistema de habitação social, e o sistema de espaços livres e áreas verdes.



Mobilidade Urbana

Envolve os serviços de transporte público e a infraestrutura de vias rodoviárias estruturantes, arteriais e coletoras, calçadas e ciclovias.



Saúde

Refere-se à população em condições suscetíveis a doenças que podem ser, direta e indiretamente, influenciadas pelo clima – doenças cardiovasculares, dengue, leptospirose, leishmaniose cutânea e visceral e diarreia em menores de cinco anos.



Ativos Ambientais

Inclui os maciços florestais de Geriçó-Mendanha, Pedra Branca e Tijuca, as baías de Guanabara e Sepetiba, a Lagoa Rodrigo de Freitas e o Complexo Lagunar de Jacarepaguá e 24 praias, entre oceânicas e de baías.



Infraestruturas Estratégicas

Compreende os setores essenciais para o funcionamento da Cidade no dia-a-dia e em momentos de crise. Foram classificados em três categorias: Resposta (instituições responsáveis por garantir a segurança e integridade da população), Operação (instalações intrinsecamente ligadas ao funcionamento diário da Cidade) e Educacional (instituições de ensino básico e fundamental).

Nossa abordagem

A avaliação da exposição e da vulnerabilidade foi realizada para os Sistemas de Interesse **Urbanização e Habitação, Mobilidade Urbana, Saúde e Ativos Ambientais**. Foram avaliadas, adicionalmente, **Infraestruturas Estratégicas**, porém apenas do ponto de vista da exposição aos perigos climáticos.

A seleção dos Sistemas de Interesse e Infraestruturas Estratégicas foi baseada em estudos prévios sobre a vulnerabilidade da CRJ e definida no âmbito do Comitê Gestor, o qual foi instituído para viabilizar e orientar os estudos conduzidos pelas equipes de trabalho nas suas respectivas expertises.

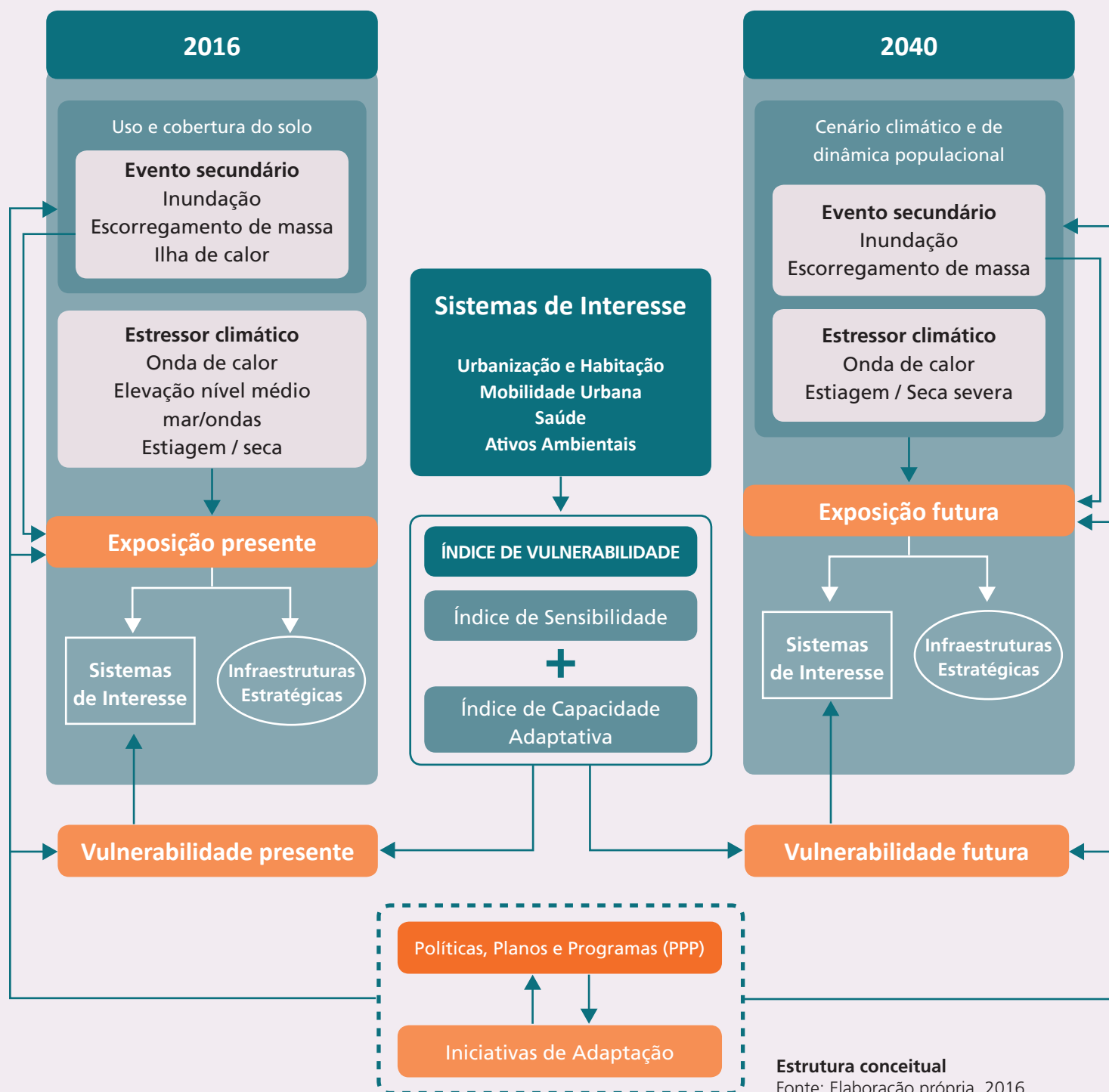
A abordagem metodológica da avaliação dos Sistemas de Interesse foi estruturada com base na identificação e mapeamento da vulnerabilidade da Cidade às mudanças climáticas, por meio da elaboração do Índice de Vulnerabilidade, composto pelo Índice de Sensibilidade e pelo Índice de Capacidade Adaptativa.

A avaliação da vulnerabilidade objetiva identificar o grau em que Sistemas de Interesse - naturais e humanos - estão predispostos de serem adversamente afetados pelos perigos climáticos. Esse conhecimento é fundamental para identificar estratégias de adaptação mais adequadas para reduzir os efeitos dos perigos sobre tais sistemas e inclui, entre outras, o fortalecimento da capacidade institucional e de pessoas, em consonância com o planejamento e a gestão estratégica da Cidade.

Para subsidiar a avaliação, foram elaborados estudos para avançar no conhecimento dos perigos e de projeção do uso e cobertura do solo e dinâmica populacional, para 2040.

Em relação às Infraestruturas Estratégicas, foram mapeados os perigos e selecionados alguns setores urbanos essenciais, com o intuito de identificar a potencial exposição e possíveis consequências.

Em função das especificidades das estruturas envolvidas e à escassez e acesso limitado a dados, não foi realizada a avaliação de vulnerabilidade. Porém, com base em informações bibliográficas, foi possível extrapolar algumas observações e efetuar a análise preliminar de sensibilidade, o que contribuiu para o direcionamento de estratégias de ação para a redução da potencial exposição.



A avaliação da exposição e da vulnerabilidade foi desenvolvida para o presente (2016) e futuro (2040), adotando, como referência, as RA e AP. As AP foram consideradas a principal referência territorial para a apresentação final dos resultados, uma vez que são utilizadas para a definição de prioridades na alocação de investimentos públicos e privados, no âmbito do macroplanejamento. Com relação aos Ativos Ambientais, a avaliação foi realizada separadamente para Matos Florestais, Lagoas, Baías e Praias, diferindo da lógica espacial adotada para os demais Sistemas de Interesse e Infraestruturas Estratégicas.

O processo construtivo envolveu diferentes atividades nas fases de planejamento, desenvolvimento e desenho da estratégia. Para a sua consecução, foi essencial a participação de especialistas, incluindo técnicos das secretarias, fundações, empresas e autarquias municipais e instituições do Estado do Rio de Janeiro, que são detentores do conhecimento sobre o funcionamento da máquina pública e da Cidade. Tal arranjo possibilitou a melhor compreensão das ameaças climáticas e respostas dos diferentes Sistemas de Interesse e Infraestruturas Estratégicas, bem como a definição de propostas e iniciativas mais adequadas, considerando a realidade da Cidade.

Planejamento	Etapa 1	• Reunião de abertura (<i>kick-off</i>) • Levantamento de planos de adaptação às mudanças climáticas em cidades • Identificação preliminar de objetivos, escopo e resultados esperados • Identificação preliminar das partes interessadas • Definição do escopo e Comitê Gestor (CG)
Desenvolvimento	Etapa 2	• Construção de fluxogramas de causa-efeito • Definição de indicadores de Sensibilidade e Capacidade Adaptativa • Montagem de questionários (adaptado do modelo multicritério AHP) • Aplicação dos questionários • Análise dos resultados • Definição dos índices de Sensibilidade, Capacidade Adaptativa e Vulnerabilidade
	Etapa 3	• Mapeamento dos perigos - Índice de suscetibilidade à inundações - Índice pluviométrico crítico para escorregamento de massa - Onda e ilha de calor - Elevação do nível médio do mar (NMM) e ondas • Cenário de mudanças climáticas (Eta/HadGEM2-ES; RCP 8.5) • Cenário de dinâmica populacional (2040) • Estudo de caso-piloto bacia do rio Guerenguê-Arroio Pavuna – Lagoas de Jacarepaguá • Construção dos índices de Sensibilidade, Capacidade Adaptativa e Vulnerabilidade
	Etapa 4	• Avaliação da exposição e vulnerabilidade - Exposição presente - Vulnerabilidade presente e futura - Levantamento de Políticas, Planos e Programas (PPP)
	Workshop	• Apresentação dos resultados preliminares da avaliação de vulnerabilidade • Coleta de contribuições para a elaboração da Estratégia de Adaptação
Estratégia	Etapa 5	• Conclusões da avaliação de vulnerabilidade • Levantamento de iniciativas de adaptação em planos de cidades • Pré-seleção de iniciativas de adaptação • Definição de linhas e iniciativas de adaptação

Processo construtivo

Fonte: Elaboração própria, 2016

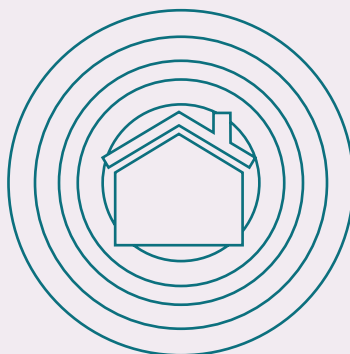
O que nos espera



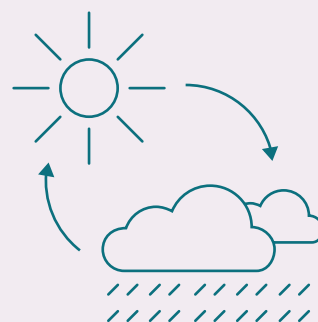
Além das mudanças relacionadas ao clima, foi considerada a tendência de envelhecimento e desaceleração do crescimento da população e a expansão da área urbana, que podem trazer reflexos na exposição e vulnerabilidade futura.



Envelhecimento e desaceleração do crescimento da população



Expansão da área urbana



Mudança do clima

Envelhecimento e desaceleração do crescimento da população

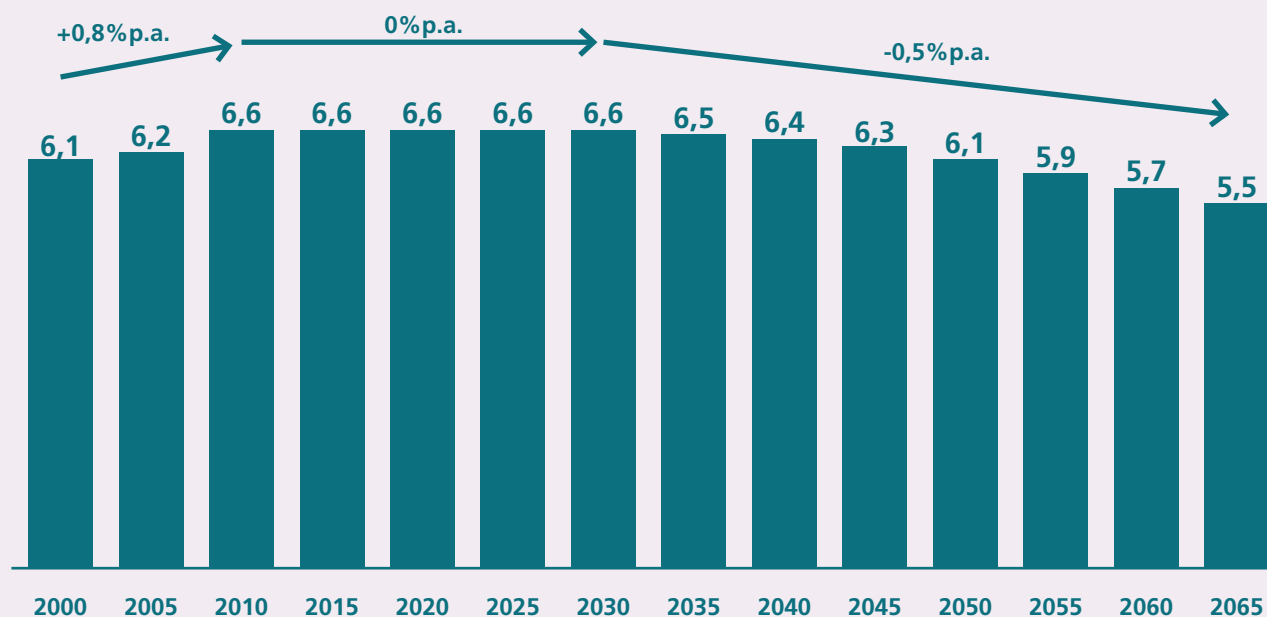
O crescimento populacional deverá se manter no curto prazo, mas com tendência de desaceleração da ordem de 0,5 % ao ano, a partir de 2030. Até 2065, os idosos passarão a representar cerca de 36,0 % da população, muito acima, portanto, dos atuais 16,0 %, e o número de nonagenários quintuplicará. No mesmo período, o número de jovens com até 19 anos cairá pela metade.

O cenário tendencial (*baseline*) mostra crescimento da participação apenas na AP 2, que, em 2040, representaria cerca de 18,0 % da população, enquanto que, na AP 3, que concentra o maior efetivo demográfico, a participação seria a mesma, desde 2015 até a década de 40.

Os reflexos desse crescimento se fazem sentir no aumento da área urbana que, em 2015, já correspondia a quase metade da Cidade.

Evolução da população

Milhões de habitantes



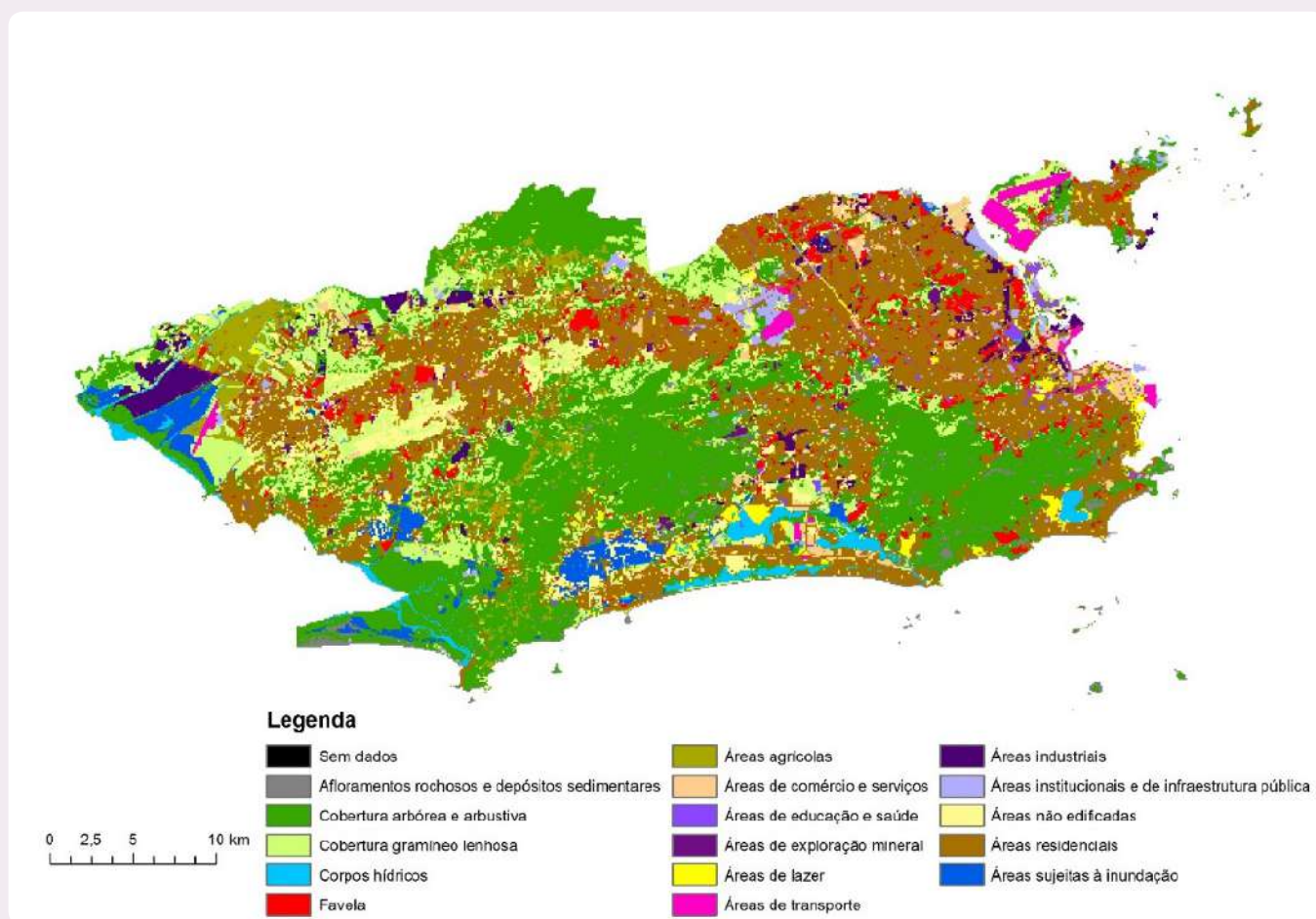
Fonte: Visão Rio500, 2016 ⁷

Expansão da área urbana

A avaliação de mudanças no uso e cobertura do solo atestam que está em curso a combinação de processos de adensamento e expansão urbana em diversas frentes, principalmente na AP4 e AP5, onde a criação de novas áreas residenciais vem ocorrendo pela supressão da vegetação nativa.

O processo de expansão ocorre de forma fragmentada e dispersa na baixada de Jacarepaguá. O cenário tendencial (2040) indica que a pressão de ocupação no maciço da Pedra Branca se processa em quatro frentes principais: Jacarepaguá, Vargem Grande e Vargem Pequena (AP 4) e Guaratiba (AP 5).

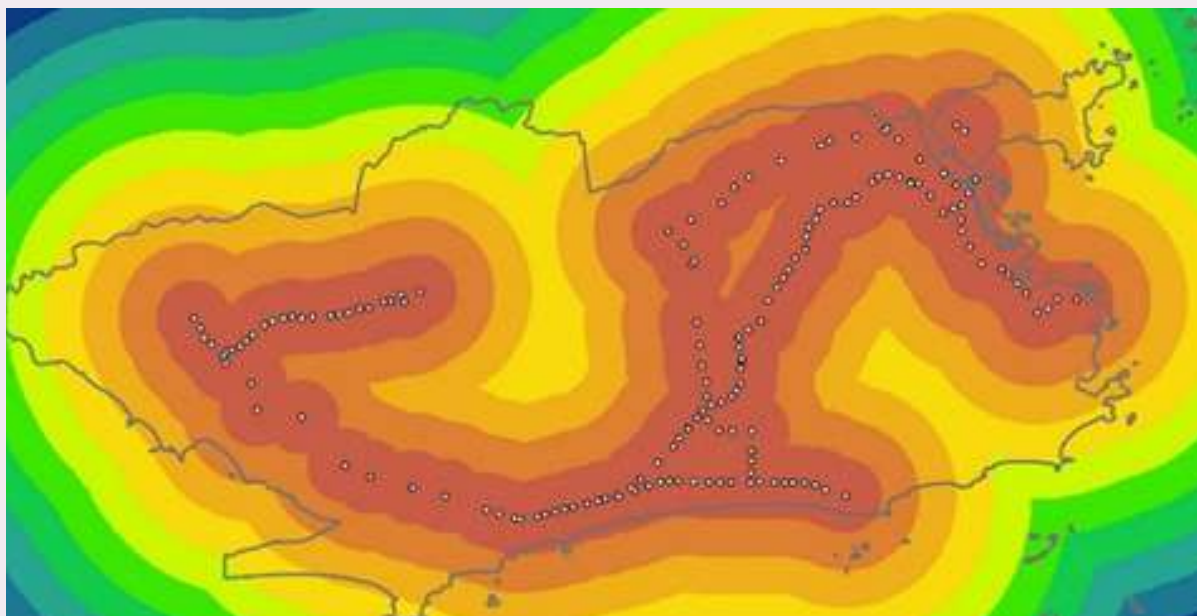
Os efeitos dessa mudança sobre o clima urbano, no curto e médio prazo, deverão ser perceptíveis principalmente na AP 5, com provável aumento de extensão e intensidade das ilhas de calor, do risco de escorregamento de massa e de inundações nas áreas mais baixas, em particular em Guaratiba e Sepetiba.



Cenário territorial de uso do solo projetado para 2040

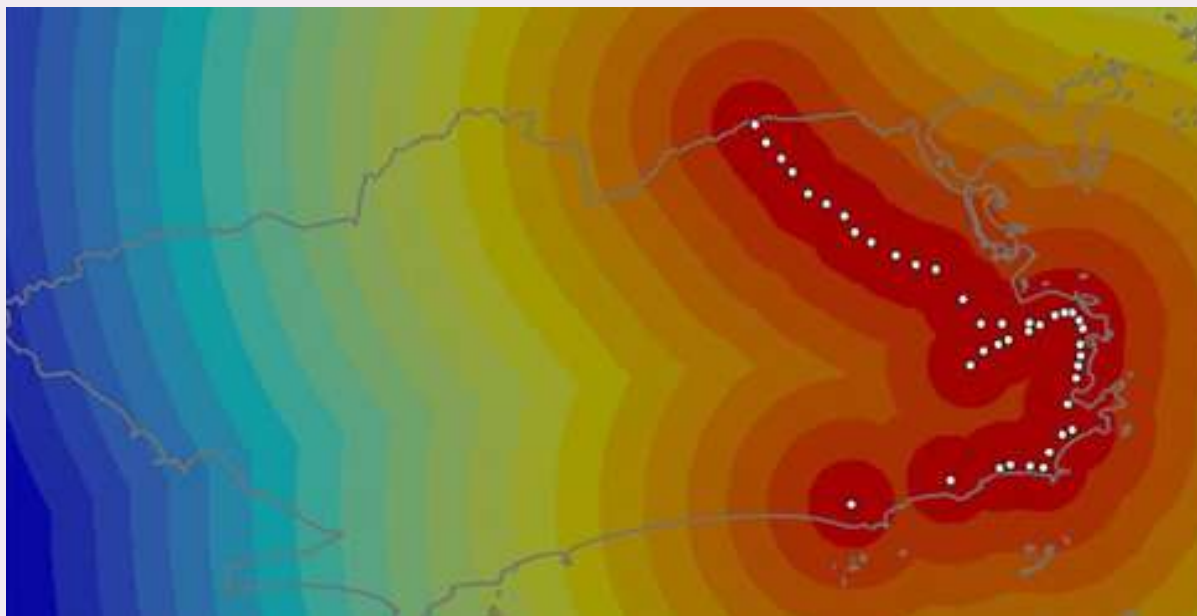
Fonte: Elaboração própria (2016), com base em cartas do IPP, 2004⁸ e 2015⁹

A integração do sistema de transportes urbanos, como as redes sobre trilhos do metrô e do trem e as novas linhas de BRT, projetam e acentuam as linhas de circulação em direção às franjas urbanas, onde ocorre a instalação de novas áreas residenciais, favorecendo o processo de expansão urbana, em detrimento do adensamento urbano em zonas consolidadas.



Superfície de impacto das estações de BRT

Fonte: Elaboração própria, 2016



Superfície de impacto das estações de metrô, incluindo a Linha 4

Fonte: Elaboração própria, 2016

Mudança do clima

Considerando o histórico de observações do clima, foram detectadas tendências consistentes de elevação da temperatura do ar. De fato, os dias quentes estão mais frequentes, com a temperatura máxima média anual aumentando em torno de 0,05 °C/ano; os dias frios menos frequentes e as ondas de calor, mais duradouras. Para a precipitação, foi verificada tendência significativa de aumento da frequência e volume das chuvas fortes, em especial nas partes mais altas, o que, possivelmente, está ligado a alterações nos padrões de ventos, circulação da brisa do mar e terrestre e no transporte de umidade do oceano para o interior.

Indicador	Bairro	
	Alto da Boa Vista	Santa Cruz
Temperatura máxima anual média	+ 0,04 °C/ano	+ 0,03 °C/ano
Dias frios	– 0,20 %/ano	– 0,11 %/ano
Dias quentes	+ 0,15 %/ano	+ 0,15 %/ano
Dias quentes consecutivos	+ 0,17 dia/ano	+ 0,02 dia/ano
Menor temperatura máxima anual	+ 0,01 °C/ano	Sem tendência
Maior temperatura máxima anual	+ 0,01 °C/ano	+ 0,01 °C/ano
Número de dias no ano $T > 25\text{ °C}$	+ 1,42 dia/ano	+ 0,44 dia/ano
Amplitude anual média da temperatura diurna	+ 0,05 °C/ano	+ 0,01 °C/ano

Tendência de mudança em extremos climáticos nos bairros do Alto da Boa Vista e Santa Cruz

Fonte: Elaboração própria, 2016, com base em Luiz Silva & Dereczynski, 2014¹⁰

As mudanças climáticas projetadas

A tendência de aumento da temperatura, observada no clima presente, deverá permanecer nas próximas décadas, considerando as projeções do modelo regionalizado do INPE, que vale para as temperaturas mínimas e máximas. Para a precipitação, no entanto, o modelo aponta redução acentuada, inclusive nos meses de verão (dezembro/janeiro/fevereiro), os mais úmidos na CRJ.

As anomalias de temperatura da climatologia média para as RA poderão se situar entre 1,16 e 2,42 °C. Para a precipitação, anomalias negativas foram projetadas para a quase totalidade da Cidade, alcançando até -354,6 mm.

Em relação aos indicadores de extremos de temperatura, as mínimas e as máximas aumentariam no período 2011-2040, com menores incrementos no litoral e maiores em bairros mais afastados da linha de costa, o que indica a permanência do atual padrão de distribuição espacial da temperatura, fortemente influenciado pela brisa marinha e maciços florestais.

A frequência de dias e noites quentes também aumentará, assim como o número de dias associados a ondas de calor. A variação na frequência de dias com temperatura máxima acima de 25,0 °C e mínima acima de 20,0 °C também deverá aumentar.

Os acumulados pluviométricos anuais apresentam tendência de redução da ordem de -800,0 a -700,0 mm/ano, especialmente nos bairros onde, hoje, já são menores. Da mesma forma, todas as RA apresentaram anomalias médias negativas. O decréscimo será significativo, mas relativamente menor nos maciços florestais, o que reforça a importância dessas áreas como concentradoras de precipitação. Com relação aos dias secos consecutivos, as projeções indicam aumento de até 16,5 dias. A expectativa é de que os eventos extremos de chuva, caracterizados por acentuados volumes de precipitação em curto período de tempo, decresçam, na média. Da mesma maneira, os acumulados pluviométricos associados a chuvas intensas também diminuirão, assim como o total de dias nos quais o total pluviométrico é maior ou igual a 30,0 mm.

Apesar dos avanços científicos e computacionais, são as incertezas associadas às projeções climáticas, em especial no que se refere às condições iniciais e de contorno, parametrizações e estrutura dos modelos climáticos. Entretanto, progressos consideráveis foram alcançados pelo atual modelo regionalizado do INPE, em se considerando os resultados da avaliação das simulações do período histórico vis-à-vis ao clima observado, particularmente com respeito aos padrões espaciais de temperatura e precipitação e ciclos anuais. Entretanto, estão sendo feitos esforços adicionais no sentido de incorporar novos *inputs*, a exemplo do modelo “Balanço de Energia de Cidades”, que avalia melhor o fluxo de energia em áreas urbanas, e que deverá concorrer para aprimorar a captura de extremos do clima, em particular com realação à precipitação, em toda a extensão do domínio do modelo.

A avaliação do clima futuro foi baseada no estudo de anomalias de extremos de temperatura (TP2M/Shelter temperature, em grau Celsius/°C) e precipitação (PREC/acumulado 3/3h), do modelo climático regionalizado Eta/HadGEM2-ES, de grade regular de 5,0 km, fornecido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

A família de cenários adotada foi a RCP 8.5 (*Representative Concentration Pathway*), disponibilizada a partir do Quinto Relatório de Avaliação (AR5), do IPCC, que se fundamenta no contínuo aquecimento do planeta, mesmo após 2100, quando a forçante radiativa deverá ser maior que 8,5 W/m² e a concentração CO₂ equivalente poderá alcançar cerca de 1.370 ppm¹¹. Os períodos de integração adotados foram 1961-1990 (*baseline*) e 2011-2040. De modo geral, o modelo climático indica intenso aquecimento no verão, quando a temperatura máxima alcança 4,0 °C acima do normal, em 2011-2040, e 8,0 °C, até o final do século. A precipitação reduzirá acentuadamente, alcançando até 6,0 mm/dia abaixo do normal. O modelo aponta, ainda, para o encurtamento do período frio e o início da estação quente a partir de agosto. O ciclo anual de precipitação evidencia forte redução entre novembro e março.

Os dias extremamente quentes terão aumento da ordem de 7,0 °C, até o final do século, e a frequência de dias e noites quentes aumentará. Com relação ao acumulado anual de precipitação, projeta-se redução da ordem de 50,0 %. Outros extremos associados à precipitação, como chuvas intensas e acumulados de chuva, em um e cinco dias, mostram redução, sendo que o indicador de dias secos consecutivos aumenta, progressivamente, até o final do século.

Presente

Aumento da temperatura anual máxima
Aumento da temperatura média
Maior frequência de dias mais quentes
Menor frequência de dias mais frios
Ondas de calor mais duradouras
Maior frequência de eventos de precipitação intensa

Futuro

Intenso aquecimento no verão
Encurtamento do período frio
Maior frequência de dias e noites mais quentes
Redução da precipitação
Redução da frequência de eventos extremos de precipitação
Aumento na duração de períodos secos

O que nos ameaça



Com base na literatura internacional e no conhecimento produzido sobre a vulnerabilidade da CRJ às mudanças climáticas, foram avaliados os seguintes perigos:



**Elevação do nível
médio do mar
e ondas**



**Escorregamento
de massa**



**Ilha e onda
de calor**



Inundação



Estiagem/seca

Apesar de se compreender a importância da avaliação do perigo de estiagem/seca, incluindo a potencial vulnerabilidade do sistema de abastecimento hídrico na CRJ, este perigo foi considerado apenas para o Sistema de Interesse Ativos Ambientais, como referencial para a análise da vulnerabilidade dos potenciais efeitos sobre a vegetação dos maciços e bacias hidrográficas drenantes às lagoas e baías.

Elevação do nível médio do mar e ondas

A CRJ possui vínculo indissociável com o mar – histórico, cultural, social, econômico e ambiental. As ondas são os agentes motivadores de eventos esportivos, turísticos e culturais que moldam o estilo de vida do carioca e, em última análise, se traduz em receita para a Cidade. As ondas são, também, os principais agentes dinâmicos nos processos morfológicos em praias, pelo que impõem limites à ocupação da orla, navegação no interior das baías e construção de obras no leito oceânico ou na costa.

A extensa pesquisa bibliográfica conduzida no âmbito deste estudo evidencia que o número de ressacas vem aumentando ao longo das últimas décadas e que efeitos danosos são relatados na imprensa desde o século XIX. Quase duzentos anos depois, o quadro não se alterou, apesar de tantas modificações pelas quais a Cidade passou.

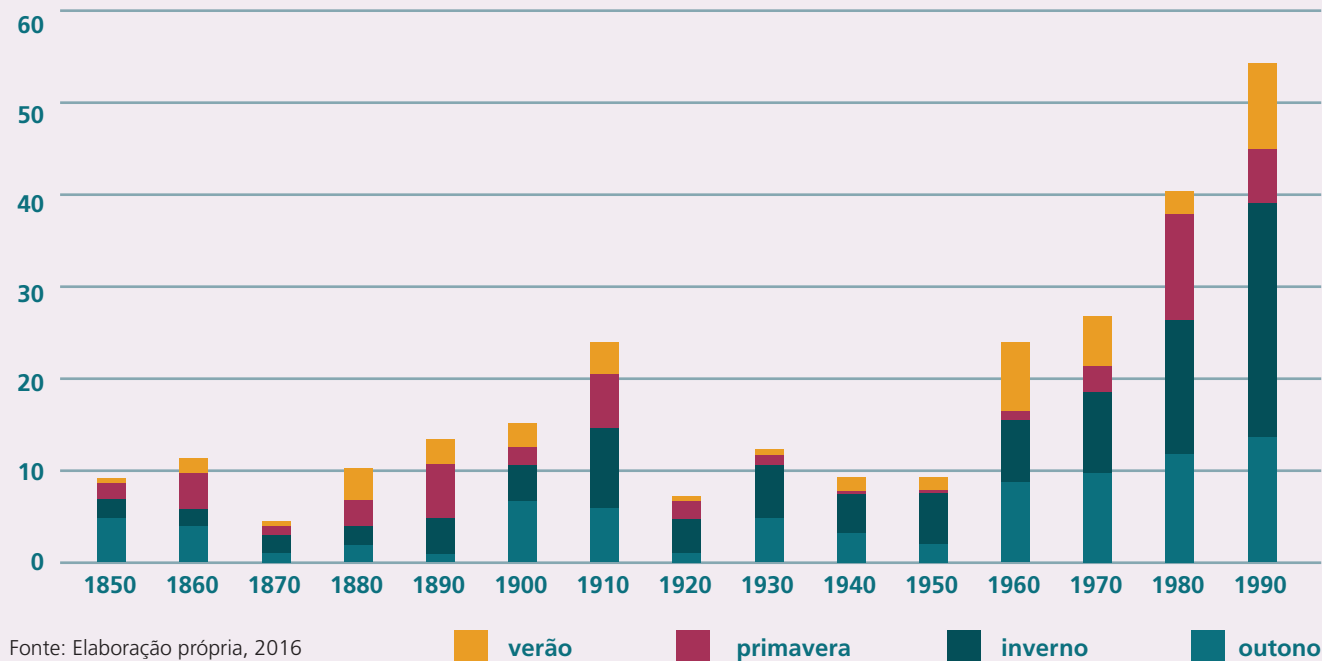


Ressaca no Arpoador, Zona Sul, Outubro de 2016.
Fonte: Claudio Neves



Ondas invadindo o canal da Av. Visconde de Albuquerque, Leblon, Outubro de 2016. Fonte: Claudio Neves

Número de ressacas por ano



As ondas geradas por vento local e sistemas meteorológicos podem produzir os seguintes efeitos:

- Ação sobre a morfologia das praias, resultando em mudança de perfil transversal e/ou acomodação em planta à direção de incidência das ondas;
- Elevação do nível dinâmico do mar na zona de arrebatamento, da ordem de até 20,0 % da altura da onda no ponto de arrebatamento, com consequências sobre a morfologia e a hidrodinâmica;
- Deposição de areia nos canais de drenagem e de comunicação do mar com as lagoas;
- Elevação do nível e intrusão salina nas lagoas;
- Galgamento ao longo das avenidas litorâneas, com deposição de areia nas vias, comprometimento de edificações à beira-mar (p.ex. inundações de garagens subterrâneas) e danos a equipamentos, benfeitorias e instalações do Rio Orla;
- Ação direta das ondas e *spray* de água salgada em estruturas de concreto (pontes, ciclovias, muros de contenção), nos costões rochosos e nos emissários submarinos (esforços repetidos, fadiga de materiais, corrosão), inclusive das porções enterradas que venham a ficar descobertas, em consequência da mudança morfológica das praias;
- Ação sobre barcos de recreio fundeados na enseada de Botafogo e Marina da Glória;
- Interferência na navegação das embarcações de transporte público no interior da Baía de Guanabara;
- Transporte de detritos, óleo, outros poluentes e água contaminada na interface ar-mar.

Ressacas com ondas de apenas 3,0 a 4,0 m já produziram elevação adicional do nível médio do mar da ordem de 0,6 a 0,8 m. Por outro lado, percebe-se que uma projeção futura de 0,3 m adicionais ao nível eustático do mar, de certa forma, já foi parcialmente alcançada, em se considerando o nível médio do mar pretérito (1965), usado para estabelecer as cotas de urbanização e saneamento. Se, a partir de agora, forem considerados 0,1, 0,2 ou 0,3 m adicionais e, se nestes cenários, for superposta sobre-elevação de 0,9 m, devida à maré meteorológica (cota já observada), assim como a estatística conjunta de ocorrência de maré astronômica e maré meteorológica, percebe-se que a CRJ se encontra, atualmente, numa condição de altíssima vulnerabilidade a variações do nível do mar.

Vultosos recursos governamentais foram investidos na urbanização da orla, sempre seguida de obras de recuperação e proteção costeira, pois as intervenções originais urbanísticas ou paisagísticas, não consideraram a dinâmica costeira e agentes oceânicos. Aterros sucessivos foram afastando, gradativamente, o contorno natural do mar. À exceção dos costões rochosos, dos manguezais da baía de Sepetiba, da restinga da Marambaia e da orla entre São Conrado e Barra de Guaratiba, verifica-se que o litoral carioca foi, definitivamente, “desenhado” por seus habitantes.

A transformação litorânea ocorreu sem ações de monitoramento adequado dos fenômenos oceânicos e da evolução da conformação do fundo marinho e litoral adjacente. Adicionalmente, a base de dados sobre a qual a CRJ deveria se pautar para aprofundar estudos de vulnerabilidade é insuficiente em termos de quantidade e qualidade, considerando que não há medições simultâneas e adequadamente bem distribuídas nas baías e demais áreas marinhas. Além disso, os dados são insuficientes para a precisa calibração de um modelo numérico hidrodinâmico. Da mesma forma, os dados de cotas verticais e do nível do mar não são referenciados a um *datum* comum; os pontos de medição de ventos são poucos e não partilham da mesma metodologia para aquisição de dados; e não está disponível um modelo regional de circulação atmosférica adequado à previsão de ventos na região.

Será muito difícil afirmar que determinado evento é resultado de mudanças climáticas globais, quando não existem séries de dados ambientais coletadas de maneira sistemática. Evidencia-se que a ignorância sobre o ambiente costeiro da CRJ constitui, certamente, o maior risco e obstáculo ao planejamento de respostas às mudanças climáticas.

Escorregamento de massa

A CRJ tem significativo histórico de desastres associados a eventos pluviométricos, que geraram grande número de vítimas fatais e prejuízos financeiros, como os registrados de 1966 e 1967, que juntos contabilizaram mais de 200 mortes, assim como o de 1988, cujos 19 dias ininterruptos de chuva resultaram em 80 mortes e mais de 1.700 notificações de ocorrências. Em abril de 2010, após fortes chuvas, foram registradas 66 mortes na CRJ.

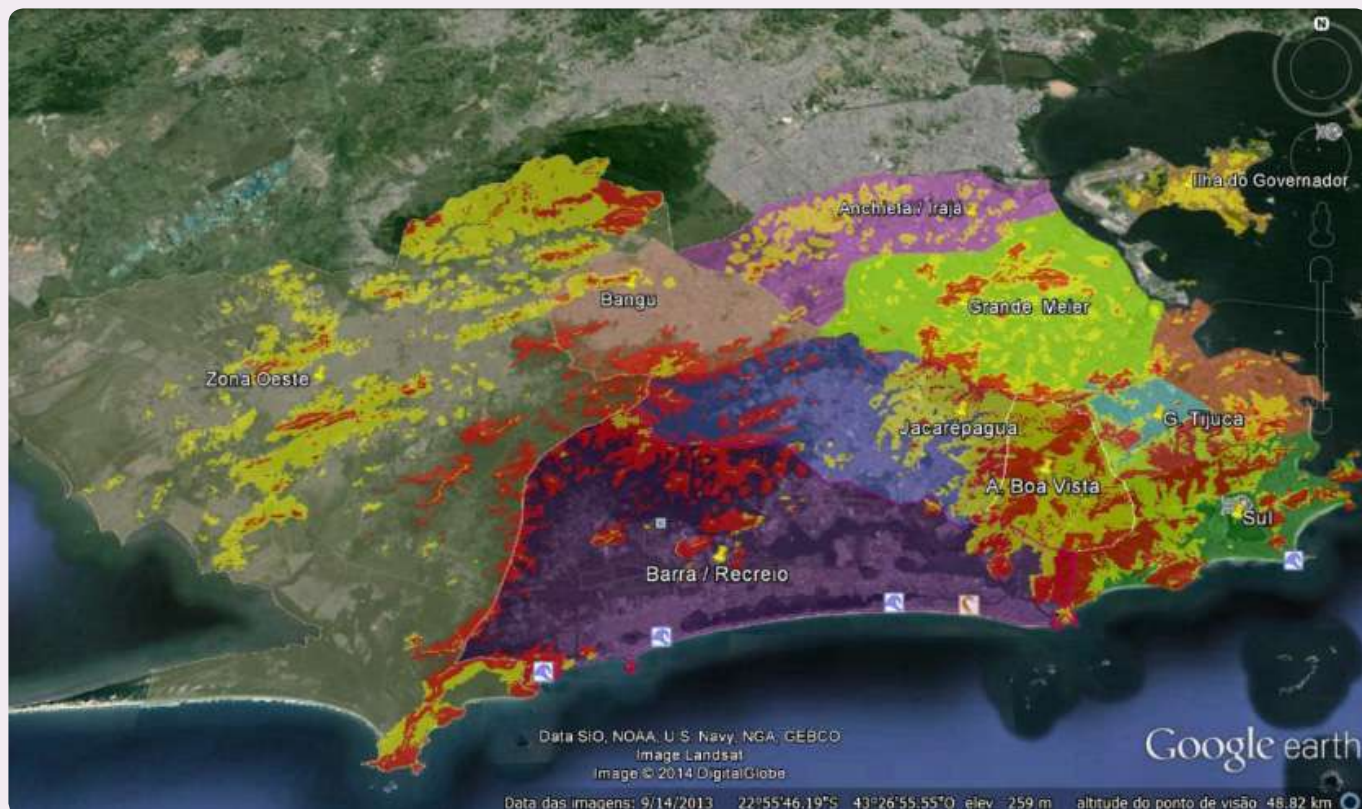
As encostas dos maciços florestais são naturalmente mais suscetíveis a escorregamentos, o que é agravado pela supressão da cobertura florestal e ocupação antrópica, que promovem alterações no regime hidrológico e na geometria do talude, constituindo-se em um dos fatores principais para a deflagração de escorregamentos nas áreas urbanas. Nas baixadas, as consequências são o assoreamento dos sistemas de drenagem e enchentes. Vale ressaltar que, nas últimas décadas, o número de acidentes associados a causas naturais tem gradativamente diminuído, ao passo que o de acidentes induzidos pela ocupação humana nas encostas cresceu substancialmente.

No contexto de projeção de cenários, devem ser considerados, minimamente, os seguintes efeitos da elevação do nível médio do mar:

- Inundação das áreas no entorno das lagoas costeiras;
- Conjugação de elevações transientes do nível do mar (maré meteorológica) com ondas, resultando no galgamento das avenidas litorâneas, na ação das ondas sobre estruturas costeiras, prédios e benfeitorias na orla e na segurança das pistas de aeroportos;
- Afogamento das saídas de drenagem pluvial, resultando em alagamentos e prejuízos ao transporte urbano;
- Pressão hidrostática sobre as saídas dos emissários submarinos durante eventos extremos de maré meteorológica;
- Elevação do lençol freático, com inundações de andares subterrâneos, galerias de distribuição (eletricidade, telefone, gás etc.), tubulações de abastecimento de água e tanques de armazenamento de combustível.

Eventos de chuvas fortes marcaram a paisagem da CRJ e desencadearam danos aos bens particulares e públicos. Destacam-se as chuvas de janeiro de 1998 (272,8 mm/24h) e abril de 2006 (252,8 mm/24h), com forte impacto no maciço da Tijuca.

Em abril de 2010, a CRJ e municípios adjacentes foram atingidos por sistemas convectivos de mesoescala associados a uma frente fria, tendo sido registrados totais pluviométricos de até 323,0 mm/24 horas. As fortes chuvas deflagraram um cenário de destruição, com diversos escorregamentos nas encostas e enchentes nas baixadas, levando a 66 mortes e milhares de desabrigados e desalojados.



Mapa de suscetibilidade a escorregamentos

Fonte: Elaboração própria (2016), com base em dados de Martins, 2014¹²

No sentido de melhor caracterizar e/ou reduzir diretamente o risco de acidentes associados a movimentos de massa, a CRJ dispõe do Mapa de Suscetibilidade a Escorregamentos, que identifica imóveis e comunidades em áreas de alto risco. A importância de tal mapeamento reside na possibilidade de se estabelecer ações de preparação dos moradores, como a implantação do Sistema de Alarme por Sirenes – Alerta Rio. Níveis críticos de pluviosidade prováveis de deflagrar movimentos de massa são monitorados pela rede de 33 estações pluviométricas, espalhadas por todas as regiões da CRJ, mas com maior concentração nos maciços florestais.

Diversos estudos apresentam os eventos pluviométricos mais significativos, alguns dos quais trazem associado os respectivos eventos de escorregamento de massas. Porém, com o objetivo de identificar as expectativas de movimentos de massa nas encostas sob condições de precipitação no futuro, foi realizado um estudo para avaliar possíveis alterações nas curvas de criticidade, para limiares a partir dos quais ocorrem movimentos de massa.



Escorregamento planar de solo em encosta no Morro dos Prazeres, Abril de 2010. Fonte: Geo-Rio

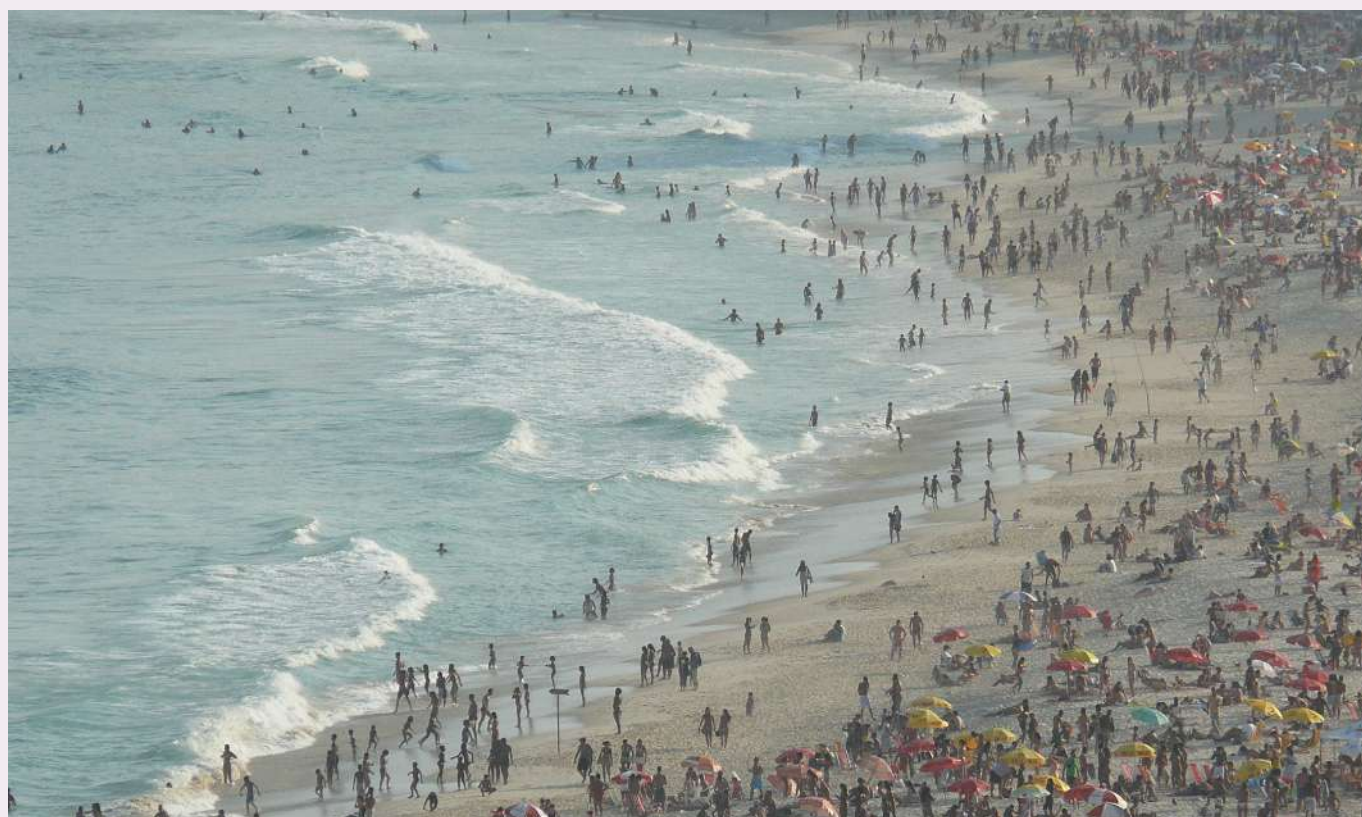
Foram obtidos acumulados máximos de 3, 6, 12, 24, 96 e 720 h, com base nas chuvas projetadas para 2030-2040, pelo RCP 8.5, do Eta/HadGEM2-ES. O cenário mais crítico adotado foram as “chuvas de verão”, que ocorrem entre dezembro e março.

Os resultados da avaliação dos acumulados pluviométricos projetados indicam que as chuvas serão inferiores aos níveis históricos. No entanto, é importante salientar que, por ocasião do processamento de dados, encontrava-se disponível um único membro do modelo Eta-HadGEM2-ES do INPE, o RCP 8.5. Neste caso, é necessário

avaliar novos membros e uma maior diversidade de modelos climáticos, na medida em que forem sendo disponibilizados, e promover novas rodadas de cálculos.

Portanto, ainda que as projeções apontem para a redução nos índices de precipitação, chuvas extremas poderão ocorrer, o que, aliado à expansão da ocupação humana nos maciços, possivelmente resultará em novos escorregamentos de massa.

Ilha e onda de calor



Praia de Copacabana, Outubro de 2015. Fonte: PCRJ

O estudo da influência das ilhas e ondas de calor na CRJ é de fundamental importância, tendo em vista o melhor planejamento urbano, pois tais fenômenos modificam as características meteorológicas e causam desconforto térmico, além de problemas na saúde.

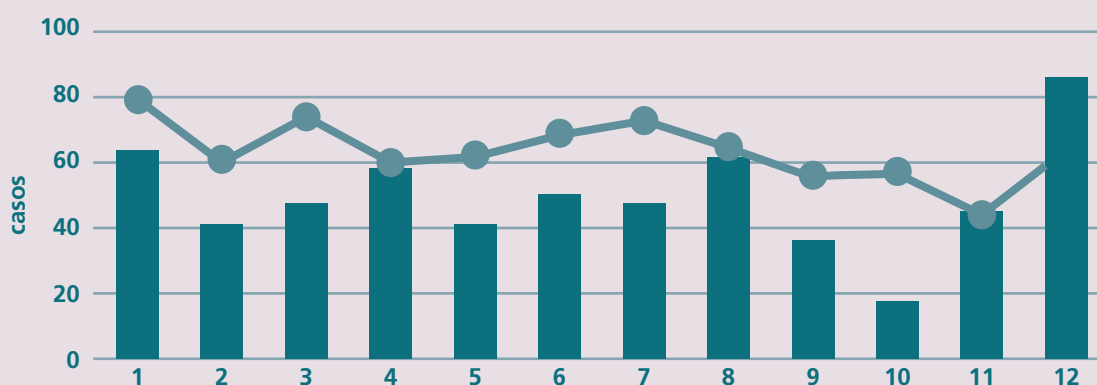
A identificação das ilhas de calor e previsão de ondas de calor foram conduzidas com base no Sistema de Modelagem Atmosférica (*Weather*

Research and Forecast – WRF), para verificar a distribuição horizontal de temperatura e umidade e estimar o Índice de Calor. Assim, as simulações numéricas com o WRF contribuíram para avaliar a influência dos sistemas meteorológicos atuantes na CRJ sobre os mecanismos de formação e desintensificação de ilhas e ondas de calor, destacando a importância do sistema de brisa marítima como mecanismo de resfriamento, principalmente na região litorânea.

Independente do ano avaliado, as menores temperaturas foram registradas nas áreas de maior elevação e com cobertura vegetal, como os maciços florestais de Gericinó-Mendanha, Pedra Branca e Tijuca. Via de regra, as simulações computacionais evidenciaram que o uso e ocupação do solo é o fator preponderante na caracterização dos microclimas das diferentes regiões. Outro fator importante verificado foi a proximidade com o oceano, favorecendo a formação da brisa marítima, importante sistema de resfriamento que concorre para a redução da amplitude térmica nas áreas litorâneas. A situação de pré-frontal, em particular, conduz a condições meteorológicas que propiciam os maiores valores de temperatura e de índice de calor. A AP 3 e aAP 5 concentram o

maior número de áreas carentes de investimentos em obras de infraestrutura e são especialmente suscetíveis ao maior aquecimento e ilhas de calor.

No entanto, são necessários novos estudos para melhor entendimento do fenômeno das ondas de calor e sua relação com os sistemas meteorológicos, os quais podem influenciar na intensificação ou inibição de seus efeitos sobre a temperatura em diferentes localidades. Devem ser utilizadas bases de uso e cobertura do solo mais refinadas, com resolução mais adequada para simulações de longo prazo, e definir a combinação de parâmetros físicos do modelo que melhor representem os processos de camada limite atmosférica e transferência de calor por radiação.

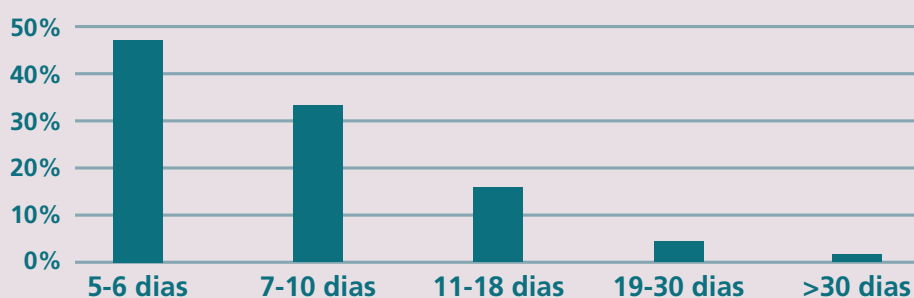


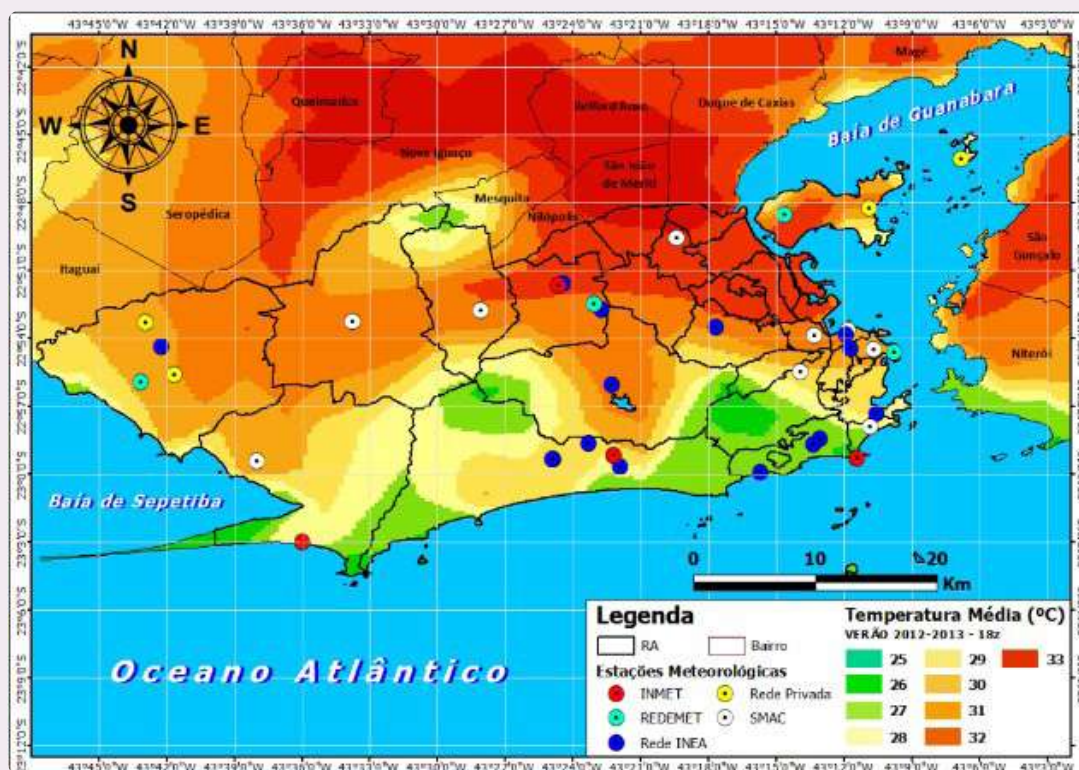
Para a CRJ, foi investigado o acumulado total de casos de Anomalias Positivas de Temperatura Máxima (APTM), para cada mês do ano para o período 2003-2015, considerando os casos em que a temperatura máxima diária excedeu em mais de 5,0 °C (9,0 °F) a respectiva normal climatológica (1961-1990), por um período maior ou igual a cinco dias. O maior número de eventos foi verificado nos meses de janeiro (79 casos) e o menor, nos meses de novembro (44 casos).

Os maiores números de casos de APTM foram registrados em 2003 (n=136), 2010 (n=133), 2013 (n=140) e 2014 (n=140), assim como nos triênios 2005–2007 e 2012–2014, com mais de 120 casos, cada um.

Destaca-se que, entre 2003 e 2015, 38,0 % dos dias apresentaram temperatura excessiva persistida, isto é, de um total de 4.748 dias, 1.804 foram considerados como APTM, configurando, assim, elevado número de dias nos quais a população esteve exposta a condições de tempo degradantes da qualidade de vida, em geral.

A distribuição da frequência dos APTM indica elevado percentual de casos com 5-6 dias e muito baixo percentual de casos com duração superior a 30 dias.





Mapa de temperatura média às 15:00 horas, do verão 2012-2013

Fonte: Elaboração própria, 2016

Inundação

Grande parte da CRJ se estabeleceu em regiões com elevada suscetibilidade natural à inundação, como manguezais e brejos. Diante da intensa ocupação e do uso indiscriminado de aterros, as planícies, originalmente dedicadas ao acúmulo das águas excedentes, foram reduzidas, sem que medidas compensatórias tenham sido planejadas ou implementadas. Em geral, a ocorrência de inundações está associada a precipitações convectivas caracterizadas por chuvas de curta duração e alta intensidade, sobretudo nos meses de verão. Nesses eventos, os grandes volumes precipitados nas encostas íngremes rapidamente superam a capacidade de interceptação vegetal e infiltração do solo e chegam até as áreas baixas. Os volumes oriundos das encostas se somam aos precipitados nas planícies urbanizadas, potencializando as inundações e seus impactos nos sistemas socioeconômicos.

Considerando a capacidade de suporte das bacias hidrográficas e a possibilidade de convívio harmônico com os sistemas fluviais, a atual sus-

cetibilidade frente às inundações evidencia que o limite aceitável para o processo de intervenção antrópica foi ultrapassado em diversas regiões. De fato, é comum haver falhas no sistema de drenagem, seja pela superação da capacidade de escoamento ou por uso indevido, como ligações clandestinas de esgoto.

Diante da indisponibilidade de dados robustos para a avaliação do risco de inundações para cada bacia hidrográfica, optou-se pela representação das regiões mais suscetíveis a falhas da rede de drenagem, pela construção do Índice de Suscetibilidade do Meio Físico a Inundações (ISMFI). Aspectos do meio físico, como a declividade do terreno, proximidade de cursos d'água, influência da maré e nível de impermeabilização do solo são representados em seus indicadores.

O foco do ISMFI é a indicação qualitativa da propensão à inundação nas bacias hidrográficas, como *proxy* do perigo e risco residual, sem, de fato, considerar o fenômeno físico das chuvas e subsequentes processos hidrodinâmicos.



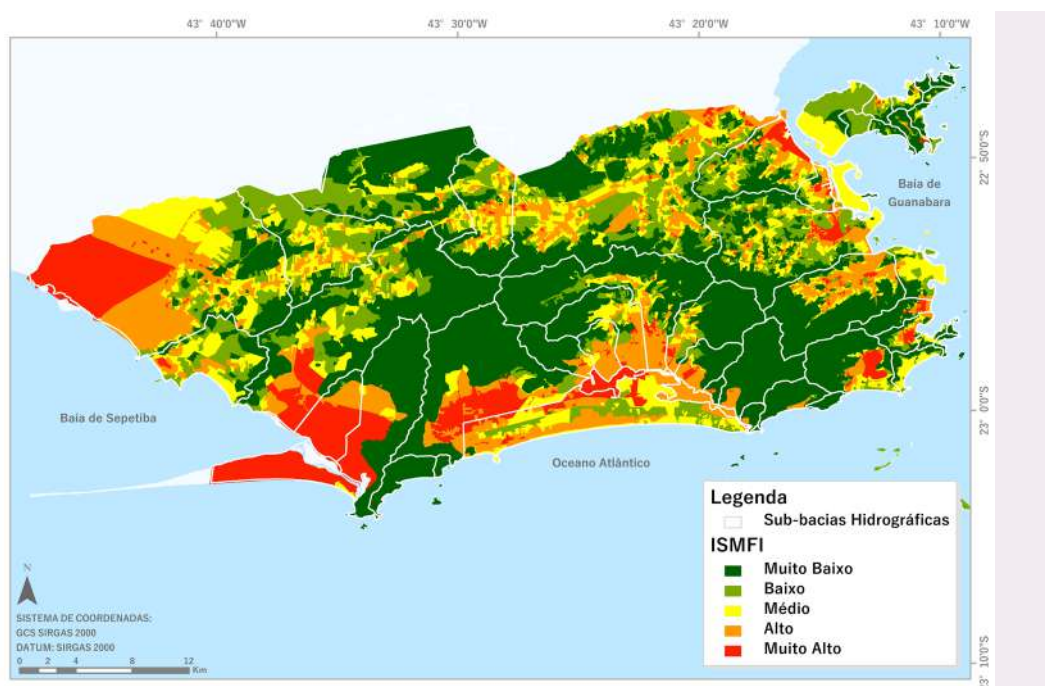
Leopoldina, Centro, Abril de 2010
Fonte: Tasso Marcelo



Praça da Bandeira, Maracanã, Abril de 2010
Fonte: Marino Azevedo

O ISMFI foi aplicado usando os setores censitários do IBGE (2010) como unidade de estudo, de forma a permitir o agrupamento em RA e AP, facilitando a compatibilização com os outros Sistemas de Interesse, do presente estudo. Dessa forma, o ISMFI se apresenta como potencial ferramenta para o planejamento urbano, uma vez que evidencia áreas críticas já ocupadas e auxilia na gestão de regiões não ocupadas. A partir de seus indicadores, é possível avaliar a suscetibilidade do meio físico em cenários futuros de elevação do nível médio do mar e aumento da impermeabilização do solo.

Para a análise de risco de inundações para a situação atual e futura, é necessária uma adequada base de dados pluviométricos e fluviométricos, de modo que cada bacia hidrográfica seja tratada de maneira individualizada. A aplicação de ferramentas de modelagem hidrológico-hidrodinâmica, para diferentes tempos de retorno, combinando cenários tendenciais e hipotéticos de uso do solo e elevação do nível médio do mar, permite a estruturação de uma abordagem resiliente no controle de inundações.

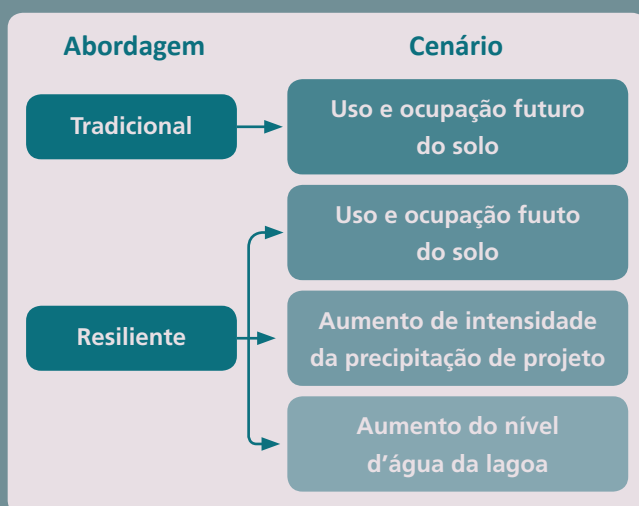


Índice de Suscetibilidade do Meio Físico a Inundações (ISMFI)
Fonte: Elaboração própria, 2016

Estudo de caso: Sub-bacia do Rio Guerengê/Arroio Pavuna

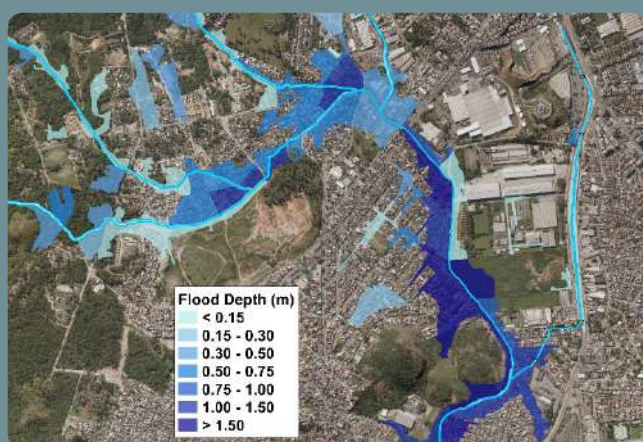
Diante da tendência de aumento da frequência e magnitude de eventos intensos de precipitação, a abordagem tradicional para o controle de inundações se torna insuficiente para a avaliação dos reais benefícios de projetos de controle de cheias, uma vez que apenas medidas estruturais em cenários futuros de ocupação da bacia são usualmente consideradas como premissas.

A abordagem resiliente no controle de inundações objetiva não somente resistir a uma precipitação em cenários futuros de uso e ocupação da bacia, mas, também, avaliar cenários com desafios crescentes e em situações que tendem a superar os horizontes de projeto, como é o caso de possíveis mudanças climáticas. As medidas estruturais e não estruturais a serem concebidas nessa abordagem devem garantir a rápida recuperação do sistema e seu funcionamento sob situações de estresse. A capacidade preditiva de ferramentas de modelagem matemática hidrodinâmica se constitui em insumo fundamental na Gestão de Risco de Inundações, possibilitando a simulação de eventos de precipitações intensas sobre bacias hidrográficas, com diferentes tempos de retorno e em diferentes configurações. Enquanto subsídio ao presente estudo, desenvolveu-se um estudo ilustrativo na sub-bacia do Rio Guerengê/Arroio Pavuna. Localizada na AP 4 e inserida na macrobacia de Jacarepaguá, tem sua nascente no maciço da Pedra Branca e deságua na lagoa de Jacarepaguá, totalizando, aproximadamente, 20,0 km² de área de drenagem, onde habitam cerca de 80 mil habitantes¹³. O Modelo de Células de Escoamento-MODCEL¹⁴ foi utilizado como ferramenta de simulação. Após diagnóstico da situação atual, foram simulados cenários futuros, considerando alterações no uso do solo, conforme tendência da AP 4, e diferentes níveis d'água na lagoa de Jacarepaguá, englobando aumento do nível médio do mar e eventos de marés meteorológicas e astronômicas¹⁵.



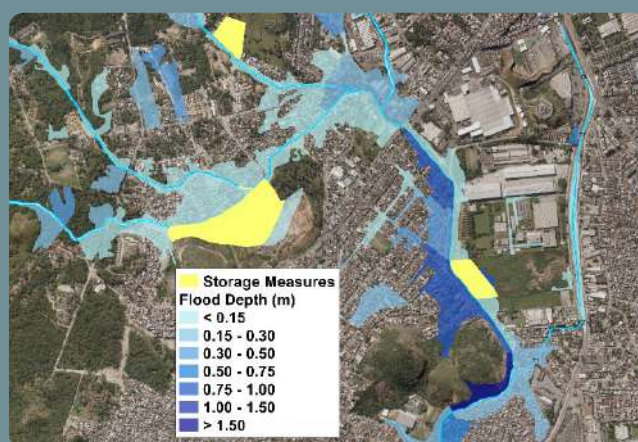
Como medida principal de controle, foram simulados sete reservatórios propostos no Plano de Manejo de Águas Pluviais para a Cidade do Rio de Janeiro, para a bacia do Rio Guerengê/Arroio Pavuna¹⁶. Medidas de armazenagem tendem a prover respostas mais resilientes para o sistema.

As figuras abaixo ilustram o trecho médio da bacia na situação atual e futura, essa última com cenário crítico de mudanças climáticas e a introdução dos reservatórios em primeira configuração (ainda sem intervenções de micro-drenagem, necessárias para o ajuste fino da proposta). Nota-se, ainda assim, melhora significativa, mesmo sob futuro estresse.



Situação atual

- Nível d'água na lagoa: 0.90 m
- Precipitação de Projeto: TR 25



Cenário futuro com reservatórios

- Aumento do nível d'água na lagoa: 1.15 m
- Precipitação de Projeto: TR 25 x 1.2 (Coef. hipotético)

Nossa exposição e vulnerabilidade



A identificação da potencial exposição e a avaliação vulnerabilidade, para os Sistemas de Interesse, e a exposição, para as Infraestruturas Estratégicas, apresentadas a seguir, auxiliam na identificação de caminhos para a adaptação, permitindo que o Poder Público possa definir, assertivamente, ações para salvaguardar a CRJ dos efeitos adversos das mudanças climáticas (No Apêndice 1, são apresentados os mapas de potencial exposição para os Sistemas de Interesse e Infraestruturas Estratégicas).

Área de Planejamento 1 - AP 1



Urbanização e Habitação	Presente: Destaca-se por ser a região central da CRJ, onde se localizam edificações e sítios de importância histórica, cultural e paisagística, localizadas em áreas urbanas que podem vir a ser impactadas por perigos climáticos. Merece destaque a RA São Cristóvão, que apresenta ambiente urbano com população altamente vulnerável. Futuro: O adensamento proposto para região portuária pode vir a ser impactado pela elevação do nível médio do mar e inundações.
Mobilidade Urbana	Presente: A região concentra os fluxos de carros e ônibus de toda a RMRJ em locais com potencial exposição a inundações, principalmente a RA Centro. A recém-construída infraestrutura de túneis subterrâneos, nas RA Portuária e Centro, pode ser impactada por chuvas acima do dimensionamento das infraestruturas de proteção. O entorno das infraestruturas de transportes de média e alta capacidade na RA Centro está em potencial exposição, sobretudo a região da estação intermodal Central do Brasil. Rupturas eventuais nas vias e sistemas dessas RA teriam impacto relevante em toda a mobilidade da região que, por sua vez, poderia se propagar para outras vias estruturantes, causando reflexos em diversas áreas da Cidade. Futuro: Pode vir a sofrer piora da qualidade das viagens realizadas por conta das dificuldades de acesso ao metrô e trem causado por inundações e temperaturas extremas. Deslocamento por transportes ativos ameaçados pela elevação do nível médio do mar e altas temperaturas afetando calçadas. Fragilidade dos deslocamentos por carros e ônibus por conta da vulnerabilidade de vias estruturantes e arteriais a inundações, principalmente os túneis subterrâneos.
Saúde	Presente: Das seis RA que compõem a AP, destacam-se a Portuária, São Cristóvão, Paquetá e Rio Comprido, por demonstrarem vulnerabilidade para a saúde mais alta. Dengue está presente em toda AP, porém com destaque para a RA Portuária. A RA São Cristóvão apresenta valores significativos para dengue, leptospirose e doenças cardiovasculares. Futuro: A análise mostra que a RA Centro apresenta um fator (população de deficientes) que poderá aumentar a sua vulnerabilidade, agravada por condições climáticas, tais como altas temperaturas, pluviosidade, inundação e escorregamento de massa.
Infraestruturas Estratégicas	Presente: A AP 1 possui algumas unidades com potencial exposição na análise dos perigos climáticos para as três categorias (Resposta, Operacional e Educacional). Destacam-se as unidades de Resposta e Educacional como as que requerem maior atenção, principalmente com relação à inundação e altas temperaturas. As unidades de Operação merecem atenção pela elevação do nível médio do mar e inundação. Futuro: A análise aponta para aumento no número de unidades classificadas como potencialmente expostas em todas as categorias e para todos os perigos. Para as unidades de Resposta, cabe olhar mais detalhado para inundação e altas temperaturas, este último potencialmente perigoso para todas as unidades da AP 1.

Área de Planejamento 2 - AP 2



Urbanização e Habitação	Presente: A AP 2 apresenta o maior número de edificações localizadas em zonas propensas a inundações e escorregamentos de massa. Trata-se da área mais adensada da Cidade, com solo urbano muito valorizado, população com alto nível de renda e escolaridade e maior acesso à informação (com exceção da população de favelas). Vale salientar que essa AP já sofre com impactos relacionados a ondas fortes e elevação transiente do nível médio do mar. Contrariamente ao restante da AP, a RA Rocinha é muito vulnerável, com propensão muito alta a impactos relacionados a escorregamentos de massa e propensão média a altas temperaturas. Futuro: Os espaços livres públicos e edificações costeiras podem ser ameaçados pela elevação do nível médio do mar e inundações relacionadas.
Mobilidade Urbana	Presente: A vulnerabilidade nas RA Vila Isabel, Botafogo e Lagoa está vinculada à potencial exposição das principais infraestruturas de mobilidade. A RA Lagoa tem vias estruturantes e arteriais em potencial exposição, revelando a vulnerabilidade das viagens realizadas por carros e ônibus. A situação é mais destacada nos bairros da Lagoa e Jardim Botânico, particularmente por não serem atendidos por modais de alta capacidade, que tendem a ser menos sensíveis aos perigos climáticos. Futuro: A qualidade das viagens realizadas pode vir a ser prejudicada, por conta da dificuldade de acesso ao metrô causada por inundações. Ciclovias e calçadas poderão ser ameaçadas pela elevação do nível médio do mar. Os deslocamentos por carros e ônibus podem ser fragilizados pela vulnerabilidade de vias estruturantes e arteriais a inundações.
Saúde	Presente: Esta AP apresenta menor vulnerabilidade para a saúde. Dentre as RA que a compõem, a Rocinha se destaca como a mais vulnerável, o que se deve à presença de todos os agravos avaliados, além de apresentar valores para renda, educação e acesso à internet precários. A RA Lagoa tem a maior população de idosos da CRJ. Futuro: Observa-se que, se houver aumento da população idosa na RA Lagoa, poderá acarretar maior vulnerabilidade diante de inundações, altas temperaturas e escorregamentos de massa.
Infraestruturas Estratégicas	Presente: A AP possui algumas unidades em potencial exposição. No entanto, destacam-se as unidades de Resposta como requerendo maior atenção, principalmente para inundação, altas temperaturas e escorregamento de massa. Com relação às unidades de Operação, deve-se estar atento ao potencial impacto da elevação transiente do nível médio do mar. Futuro: Observa-se, de forma geral, aumento no número de unidades potencialmente expostas em todas as categorias e a todos os perigos. Olhar mais atento deve ser dado às altas temperaturas e escorregamento de massa.

Área de Planejamento 3 - AP 3



Urbanização e Habitação	Presente: Trata-se de ambiente urbano de médio a alto adensamento construído, forte presença de favelas e carente de áreas verdes intra-urbanas e naturais no território, fazendo com que seja a AP mais exposta a altas temperaturas. Além disso, concentra grande contingente populacional com baixo nível de renda e escolaridade e menor acesso à informação. Destaca-se que esta AP possui as RA com ocupação majoritária por favelas (Jacarezinho, Complexo do Alemão e Complexo da Maré), que apresentam sensibilidade a, no mínimo, dois perigos climáticos: Jacarezinho e Complexo da Maré com propensão muito alta a inundações e altas temperaturas, enquanto a RA Complexo do Alemão apresenta propensão muito alta a escorregamento de massa e altas temperaturas. Enfatiza-se, ainda, que as RA Méier, Ramos, Penha e Madureira são altamente populosas e vulneráveis, podendo levar a condições de alta propensão a inundações, altas temperaturas e escorregamentos de massa. Futuro: A perpetuação das condições de vulnerabilidade da AP 3, no futuro, poderá agravar os impactos dos perigos climáticos, especialmente com relação ao aumento de temperatura. No entanto, o Plano Estratégico da CRJ propõe o direcionamento de maior montante de investimentos para essa AP. Alerta-se que os investimentos em mobilidade realizados recentemente poderão levar ao adensamento urbano, que, se não for adequadamente controlado, poderá potencializar as altas temperaturas.
Mobilidade Urbana	Presente: Em todas as RA da AP 3 há, pelo menos, uma relevante infraestrutura de mobilidade com potencial exposição. As RA Complexo da Maré, Jacarezinho, Ramos e Pavuna se destacam por apresentar vias arteriais em locais sob potencial exposição e população vulnerável. A Av. Brasil também possui trechos potencialmente expostos nas regiões correspondentes às RA Irajá, Vigário Geral, Penha e Ramos, que aumentam a vulnerabilidade dos deslocamentos de carros e ônibus oriundos da Baixada Fluminense, Região Serrana, da AP 5 e da própria AP 3. A estação intermodal Madureira tem acessos potencialmente expostos que, combinados com a alta susceptibilidade à inundação de diversas vias arteriais e coletoras do entorno, aumentam a vulnerabilidade dos acessos ao sistema, principalmente nos bairros de Madureira e Oswaldo Cruz. Futuro: A qualidade das viagens realizadas pode piorar por conta das dificuldades de acesso aos sistemas de BRT, trem e metrô causadas por inundações e ondas de calor. Os níveis de desconforto dos operadores e usuários de transporte público, principalmente o rodoviário, por temperaturas extremas, poderão aumentar. Além disso, os deslocamentos por carros e ônibus tenderiam a ser fragilizados em função da vulnerabilidade de vias estruturantes e arteriais a inundações e escorregamentos de massa.
Saúde	Presente: A AP 3 tem nove RA das quais destacam-se as RA Pavuna, Penha e Inhaúma. Além da dengue, que está presente em toda AP, observa-se, nas RA Pavuna e Penha, a presença da leptospirose. Na RA Inhaúma, a dengue é mais significativa. Os aspectos socioeconômicos, de renda, educação e acesso à internet são baixos, principalmente nas RA Jacarezinho, Complexo da Maré, Pavuna e Vigário Geral. Destacam-se, ainda, as RA Inhaúma e Anchieta como as que apresentam maiores valores de mortalidade para doenças cardiovascular em maiores de 65 anos. A RA Penha tem maior população de menores de cinco anos da CRJ. Futuro: Tendo essa AP exposição aos perigos inundação e escorregamento de massa, acrescido de precária condição socioeconômica (renda, escolaridade e acesso à internet) em várias RA, poderá propiciar o aparecimento ou agravamento de doenças de veiculação hídrica, como diarreia e leptospirose.
Infra-estruturas Estratégicas	Presente: Esta AP possui quase a totalidade das unidades com potencial exposição a altas temperaturas. A categoria Educacional merece um olhar mais apurado, assim como o setor energético, em função do aumento na demanda – impacto indireto das altas temperaturas –, e por estar potencialmente exposta a escorregamentos de massa e inundação. Futuro: A análise para o cenário futuro mostra o aumento expressivo no número de unidades potencialmente expostas a todos os perigos, destacando-se, mais uma vez, as altas temperaturas, com a exposição da totalidade de unidades escolares e de saúde. Ainda se agrega a suscetibilidade à inundação e a escorregamentos de massa. Comparada às outras AP, a AP 3 merece atenção redobrada, uma vez que apresenta número expressivo de infraestruturas estratégicas em potencial exposição.

Área de Planejamento 4 - AP 4



Urbanização e Habitação	Presente: A região é altamente populosa e apresenta grande parte do território propenso a inundações, escorregamentos de massa e altas temperaturas, com exceção da RA Barra da Tijuca. Destaca-se essa RA pela recente e veloz expansão urbana dispersa e de baixa densidade, marcada por condomínios residenciais fechados, verticalizados ou horizontais. O território, caracterizado por planícies aluviais entre montanhas, é sensível à ocupação urbana. Apresenta forte crescimento de favelas/comunidades e loteamentos clandestinos. Enfatiza-se que a RA Jacarepaguá apresenta condições preocupantes, pois é a mais populosa da CRJ, altamente vulnerável e tem alta propensão a inundações, altas temperaturas e escorregamentos de massa. A RA Cidade de Deus está localizada em zonas propensas a inundações e, como agravante, apresenta aspectos que sensibilizam o ambiente urbano e prejudicam a capacidade de adaptação da população para lidar com eventos de inundações. Há elevado número de empreendimentos habitacionais sociais do Programa Minha Casa Minha Vida em zonas propensas a serem impactadas pelos perigos climáticos. Futuro: Os vetores de crescimento da AP 4 estão ameaçando as áreas naturalmente sensíveis, como o maciço da Pedra Branca e o Complexo Lagunar de Jacarepaguá, podendo expor pessoas, patrimônios e ecossistemas naturais a impactos. A perda de florestas pode agravar inundações e altas temperaturas. A elevação do nível médio do mar pode ameaçar as regiões urbanizadas oceânicas da RA Barra da Tijuca, além de possibilitar alagamento no entorno de todo o Complexo Lagunar.
Mobilidade Urbana	Presente: A região apresenta baixo número de pessoas vivendo próximas a estações de média e alta capacidade; elevado tempo médio de viagem; alta geração de viagens; baixa densidade de vias; e baixa oferta de transporte público. Há o predomínio do modal rodoviário, de baixa densidade demográfica, de baixa cobertura de transportes públicos e de vias estruturantes, arteriais e coletoras em potencial exposição aos perigos climáticos extremos, o que torna a mobilidade vulnerável, especialmente na RA de Jacarepaguá. Futuro: A elevação do nível médio do mar poderá ameaçar a integridade de ciclovias e calçadas, prejudicando o deslocamento por transportes ativos. Os deslocamentos por carros e ônibus poderão ser fragilizados, principalmente nas RA Jacarepaguá e Cidade de Deus, devido a inundações e escorregamentos de massa em importantes vias estruturantes e arteriais. Sem muitas alternativas, essa região apresenta alta vulnerabilidade.
Saúde	Presente: A AP 4 é altamente populosa e susceptível a inundações, escorregamento de massa e altas temperaturas. A RA Jacarepaguá apresenta a maior vulnerabilidade no que diz respeito às doenças, em especial, leptospirose e leishmaniose visceral. A RA Cidade de Deus apresenta baixos indicadores socioeconômicos. Futura: Os problemas podem ser agravados, devido à possibilidade de ocorrência de eventos climáticos extremos.
Infra-estruturas Estratégicas	Presente: Possui algumas unidades com potencial exposição a perigos climáticos. Contudo, tanto para altas temperaturas quanto para escorregamentos de massa, o número de unidades é relativamente baixo, com destaque para inundações e elevação transitória do nível médio do mar. Observa-se unidades das três categorias em potencial exposição, sendo as Operacionais, principalmente as de tratamento de efluentes e Educacionais. Futuro: Aumenta o número de unidades potencialmente expostas aos perigos já identificados na situação presente. Destaca-se o crescimento nos níveis de exposição a altas temperaturas e escorregamentos de massa, com alguns setores urbanos apresentando todas as unidades potencialmente expostas, como as escolares, com expressiva exposição a altas temperaturas.

Área de Planejamento 5 - AP 5



Urbanização e Habitação	Presente: A região é altamente populosa e suscetível à inundações, escorregamentos de massa e altas temperaturas. A expansão urbana dispersa e de baixa densidade é intensa e ameaça áreas naturais florestadas dos maciços da Pedra Branca e Gericinó-Mendanha. Destaca-se o alto crescimento de favelas e loteamentos clandestinos. Nessa AP, está localizado o maior número de empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida em zonas propensas a serem impactadas pelos perigos climáticos. Futuro: Os vetores de crescimento da AP 5 estão ameaçando as áreas naturalmente sensíveis do território, como o maciço da Pedra Branca e Gericinó-Mendanha, podendo aumentar a vulnerabilidade de pessoas, patrimônios e ecossistemas. Salienta-se que a perda de florestas agravará os efeitos das altas temperaturas e inundações. A elevação do nível médio do mar poderá vir a ser uma ameaça para as regiões urbanizadas da Baía de Sepetiba.
Mobilidade Urbana	Presente: A AP 5 apresenta combinação pouco favorável de alta vulnerabilidade na mobilidade urbana e muitas infraestruturas de suporte potencialmente expostas. Os grandes corredores rodoviários são muito demandados por conta da grande distância entre as residências, as estações dos transportes estruturantes e os centros geradores de emprego. Exige, assim, longos deslocamentos para a integração ônibus com trem/BRT ou uso mais intensivo de carros. Com as vias estruturantes e arteriais em áreas de potencial exposição, há relevante ameaça à mobilidade por conta de inundações. Os acessos expostos das estações ferroviárias ameaçam a integração física dos transportes de média e alta capacidade. Outro agravante da vulnerabilidade diz respeito à concentração de linhas de ônibus em poucos corredores rodoviários. Futuro: A qualidade das viagens realizadas tende a ser prejudicada por conta das dificuldades de acesso ao sistema de BRT e Trem, devido a inundações. Alerta-se para o desconforto dos operadores e usuários de transporte público, principalmente o rodoviário, por conta de temperaturas extremas. Nesse sentido, a mobilidade da região se mantém vulnerável aos perigos climáticos.
Saúde	Presente: A AP 5 apresenta a população mais vulnerável para a Saúde, dentre todas as AP. As cinco RA apresentam resultados críticos. As RA Santa Cruz, Campo Grande, Guaratiba, Realengo e Bangu se destacam pelo número de óbitos por doenças cardiovasculares em maiores de 65 anos. As RA Guaratiba, Campo Grande e Bangu apresentaram significativos valores para leptospirose. A RA Guaratiba é a mais vulnerável da Cidade, no que diz respeito à Saúde. Futura: Por ser suscetível a ocorrências de inundações e outros perigos climáticos, a saúde da população da AP 5 pode vir a ser agravada, principalmente na RA Guaratiba, que tem vulnerabilidade elevada para leptospirose, leishmaniose tegumentar americana e doenças cardiovasculares, ao mesmo tempo em que apresenta população bastante significativa de menores de cinco e maiores de 65 anos.
Infra-estruturas Estratégicas	Presente: A AP 5 possui algumas unidades potencialmente expostas a diferentes perigos climáticos, com destaque para inundações, principalmente na categoria Educacional. Tal fato faz com que seja a segunda AP potencialmente mais exposta dentre as cinco, sem distinção de categorias e perigos. Futura: Observa-se aumento no número de unidades potencialmente expostas, em comparação com a situação atual e seus perigos, como as unidades da categoria Educacional e respectiva suscetibilidade à inundações. Porém, sobressai, nas três categorias, a potencial exposição a altas temperaturas, em especial no que se refere a quase totalidade das unidades de saúde e escolar. Aponta-se, também, para o número significativo de unidades escolares em áreas com suscetibilidade a escorregamentos de massa, perigo não tratado como expressivo no presente.

Maciços Florestais

Presente: Chuvas fortes são precursoras de escorregamento de massa, sobretudo nos maciços da Tijuca e Pedra Branca, especialmente em áreas com ocupação informal, desmatadas ou com pastagens. Os maciços são frequentemente assolados por incêndios florestais, que podem atingir áreas mais bem conservadas, resultando em perda de *habitats*, sobretudo durante estiagens/secas ou em períodos sob forte influência de ondas de calor e com baixa umidade relativa do ar. O cisalhamento do solo, após períodos prolongados de *deficit* hídrico, torna as encostas ainda mais suscetíveis a escorregamentos, por ocasião do retorno das fortes chuvas de verão.

Futuro: Temperaturas progressivamente mais altas e índices pluviométricos em declínio atuam, cumulativamente, para o estabelecimento de clima mais seco. As temperaturas mais elevadas irão interferir no ciclo hidrológico e induzir alterações no padrão de distribuição anual e intensidade das chuvas, que podem se tornar menos frequentes, porém mais intensas. Alterações na temperatura são potencialmente capazes de interferir na resiliência das florestas, ao promover mudanças na composição das espécies dominantes de plantas e animais, alterando, dessa forma, a fitofisionomia dos maciços, com elevada possibilidade de redução da biodiversidade. Estiagens e secas mais severas aumentarão a frequência e extensão de incêndios florestais, os quais poderão restringir ainda mais a conectividade entre remanescentes florestais e afetar a biodiversidade, como um todo.

Lagoas

Presente: Chuvas fortes carregam grandes quantidades de esgotos sanitário *in natura* para as lagoas, onde ocorre a proliferação de algas cianofíceas tóxicas à biota aquática. Macrófitas aquáticas também se beneficiam do aporte de poluentes, proliferando a ponto de obstruir parte do espelho d'água. Também carregam maior quantidade de lixo e material fino, que concorrem para o aumento da turbidez e redução da fotossíntese. Estiagens e secas são potenciais perigos que ocasionam a redução do volume de água que aporta aos sistemas lagunares e que favorece o aumento da intrusão salina em rios e canais e no lençol freático. Por ocasião de marés meteorológicas, a cunha salina penetra ainda mais em direção ao continente. Ocorre, paralelamente, a redução do volume de sedimentos fluviais (argila e matéria orgânica), interferindo na produtividade de mangues. Dias secos tornam a vegetação do entorno suscetível a incêndios florestais, com prejuízos à fauna e flora terrestre e lacustre. A redução do aporte de água doce, combinada com ondas de calor, leva à mortalidade de peixes, bem como a alterações na estrutura e composição da fauna aquática. Ondas, ressacas e marés meteorológicas, em conjunto ou de forma isolada, são capazes de alterar a dinâmica de circulação das águas, ocasionando a ressuspensão dos sedimentos e liberação de gases tóxicos, a partir do fundo.

Futura: Sob cenários de chuvas mais intensas e frequentes, o fluxo de rios que drenam as baixadas, a partir dos maciços florestais, será intensificado, contribuindo para o maior aporte de sedimentos e poluentes às lagoas. Temperaturas elevadas por dias consecutivos, em associação a períodos secos, contribuem para a redução da qualidade ambiental das lagoas e de rios e canais das respectivas bacias hidrográficas drenantes. Ondas e ressacas, se muito fortes, são capazes de alterar, ainda que temporariamente, a hidrodinâmica das lagoas, favorecendo o revolvimento de sedimentos do fundo e o alagamento de áreas rebaixadas, no entorno. As marés meteorológicas originadas de ciclones extratropicais com força de furacão, com duração suficiente para que as águas entrem lentamente no Complexo Lagunar de Jacarepaguá, promoverão o alagamento de áreas de baixadas adjacentes e a elevação do lençol freático, que também poderá ter o conteúdo salino alterado. O aumento do espelho d'água acarretaria o bloqueio do escoamento de canais e rios, gerando alagamentos que podem ser potencializados pela combinação de chuvas fortes e preamar de sizígia.

Baías

Presente: Precipitações extremas contribuem para o assoreamento da orla das baías, com a progressiva redução de profundidade. Chuvas fortes também concorrem para a maior disponibilização de nutrientes inorgânicos provenientes de esgotos sanitários e efluentes industriais, levando ao incremento da biomassa de cianobactérias, com a subsequente redução da oxigenação na coluna d'água, alterações na composição da biota aquática e a descaracterização paisagística. Nas partes mais rasas, com taxa de renovação das águas restrita, temperaturas consistentemente elevadas, por ocasião de ondas de calor, contribuem para a redução da capacidade de diluição do oxigênio. Como em tais regiões a concentração de nutrientes é elevada, ocorre a mortandade de peixes, ocasionalmente. Na estação mais seca, a redução da vazão de base de rios promove alterações na estrutura e composição da fauna marinha, pela redução da capacidade de diluição da concentração de poluentes. Ressacas são responsáveis pela erosão da orla e destruição de infraestruturas. A disponibilização de metais pesados, por ressuspensão de sedimentos contaminados, potencializa a bioconcentração e biodisponibilização.

Futuro: Cenários de chuvas mais fortes e frequentes podem potencializar o assoreamento das baías, pela intensificação de processos erosivos nas bacias hidrográficas drenantes. Temperaturas consistentemente altas poderão influenciar a circulação das correntes marinhas, a salinidade e a dinâmica de circulação e deposição de sedimentos. Temperatura em elevação, aliada à redução pluviométrica, podem promover alterações na estrutura dos ecossistemas e deterioração de *habitats*. A redução da vazão dos rios, por ocasião de estiagens e secas severas, em associação à elevação do nível médio relativo do mar e marés meteorológicas mais altas, tende a favorecer o aumento da intrusão salina nas regiões estuarinas. A maior frequência e intensidade de tempestades pode resultar no aumento da altura das ondas e marés meteorológicas, que, potencializadas pela elevação do nível médio relativo do mar, aumentam as chances de erosão e destruição de estruturas na orla, pela diminuição da faixa de areia e inundação da zona costeira, podendo ocorrer, inclusive, reversão do sentido do fluxo de rios. A elevação do nível médio do mar deve interferir na translação das praias abrigadas em direção à terra e reduzir a faixa de areia. Poderá ocorrer a ruptura do cordão litorâneo da Marambaia, na Baía de Sepetiba, em função da possível passagem de ciclone extratropical próximo.

Praias

Presente: Chuvas fortes promovem o arraste de maior volume de esgoto *in natura*, que atingem as praias, após transporem os sistemas lagunares costeiros, ou por "línguas negras", que resulta da lavagem de áreas impermeabilizadas e extravasamento da rede coletora de esgotos. As águas contaminadas por poluentes favorecem o surgimento de "marés vermelhas", especialmente no verão ou por ocasião de ondas de calor de maior intensidade e duração, levando à redução do oxigênio e danos à fauna e flora marinhas. Organismos filtradores são capazes de bioacumular as toxinas e repassá-las aos níveis mais elevados da cadeia trófica. Ondas e ressacas causam danos frequentes no litoral carioca, cuja capacidade de ajuste, por retrogradação, é pequena, em função do confinamento no pós-praia por muros, estradas e outras infraestruturas, e intervêm no transporte de sedimentos, provocando desequilíbrio no balanço sedimentar e, consequentemente, na estabilidade da linha de costa. As praias oceânicas são naturalmente mais sensíveis, pois apresentam déficit potencial de sedimentos e são confinadas por costões rochosos, que restringem o processo de engordamento. A sobre-elevação do mar por ondas de ressaca e marés meteorológicas alcança as estruturas rígidas costeiras e promove a obstrução das canalizações de drenagem, inundando zonas de baixa elevação.

Futura: O maior aporte de efluentes domésticos por chuvas fortes e frequentes nas áreas mais planas da bacia hidrográfica próxima das baías de Guanabara e Sepetiba pode transportar grande volume de sedimentos e esgotos domésticos para rios e canais, que alcançam as praias, contribuindo para a maior frequência de marés vermelhas, especialmente se combinado a ondas de calor e aumento gradual da temperatura média. A lavagem de áreas impermeabilizadas promoverá maior ocorrência de línguas negras. Ventos fortes associados a ressacas e marés meteorológicas e precipitação intensa são capazes de potencializar processos erosivos, em especial nas praias oceânicas limitadas por estruturas urbanas rígidas. Em cenários de elevação do nível do mar, tais praias ficarão impedidas de se ajustar por meio de retrogradação, tendendo a perder areia. As praias semi-expostas e abrigadas sofrerão efeitos idênticos, porém com menor amplitude de recuo, por não estarem diretamente expostas a eventos meteorológicos e oceanográficos extremos. É provável que mudanças no clima de ondas induzam realinhamentos mais frequentes.

Nosso caminho



Corroborando estudos prévios, a presente avaliação indica que a CRJ é potencialmente exposta a uma diversidade de perigos climáticos, como elevação do nível médio do mar e ondas, escorregamento de massa, ilha e onda de calor e inundação. Como consequência, observa-se a potencial vulnerabilidade no presente e a possibilidade de agravamento no futuro.

Para aperfeiçoar os resultados do presente trabalho e caminhar no sentido de elaborar uma avaliação de risco, é necessário avançar na identificação e quantificação dos perigos. Nesse con-

texto, são propostas iniciativas não exaustivas relativas aos perigos identificados e avaliados, de forma a preencher lacunas de conhecimento. Identificada a necessidade de aperfeiçoamento da modelagem climática regional, foram também propostas iniciativas para a melhoria na qualidade de dados e informações e a consideração de maior número de cenários e modelos climáticos, buscando considerar incertezas no planejamento (Apêndice 2). Todas as ações estão apoiadas em quatro Pilares:



Nada impede, porém, que ações de resposta sejam tomadas, desde já, para reduzir a potencial exposição e a vulnerabilidade. Assim, a Estratégia de Adaptação propõe iniciativas alinhadas a uma Visão que busca inspirar o Carioca a empreender esforços para alcançar soluções que contribuam para a construção de um futuro melhor, pautado no aumento da resiliência e sustentabilidade da Cidade.

Visão

Buscar soluções inovadoras e adequadas para a complexidade e diversidade territorial e socioeconômica, visando a uma sociedade democrática e inclusiva, com equidade. Valorizar os ativos ambientais, nosso patrimônio, promovendo melhor qualidade de vida e bem-estar. Empenhar esforços para ampliar a resiliência, de forma que a população tenha autonomia nas suas escolhas, entendendo ser o Carioca o protagonista na construção da capacidade adaptativa às mudanças climáticas.

A **Visão** se apoia em nove **Princípios**, que fundamentam o processo de adaptação dos Sistemas de Interesse e Infraestruturas Estratégicas, por meio da redução da potencial exposição e vulnerabilidade e do avanço no conhecimento sobre as mudanças climáticas.

Princípio 1

Promoção de gestão flexível e adaptativa concertada com futuras opções

O processo de adaptação pode ser feito progressivamente e os resultados monitorados e avaliados para maximizar os benefícios, mantendo a CRJ no caminho da adaptação. Como há uma combinação de incertezas climáticas com a elevada vulnerabilidade, as iniciativas selecionadas podem trazer benefícios para o presente, independentemente das condições climáticas no futuro.

Princípio 2

Coordenação governamental, em parceria com as partes interessadas

A multidisciplinaridade da adaptação requer o estabelecimento de relações intra e inter setorial na instituição pública, além de outras instâncias governamentais, segundo e terceiro setor e a comunidade científica.

Princípio 3

Integração da lente climática às práticas de planejamento e gestão

A consideração da questão climática no berço do processo de planejamento e gestão é fundamental para alçar a Cidade a um patamar superior no enfrentamento da mudança climática, reduzindo riscos e criando oportunidades para o desenvolvimento sustentável.

Princípio 4

Priorização de ações baseada em Programas, Planos e Projetos existentes

O processo de adaptação pressupõe a identificação das ações constantes nos Programas, Planos e Projetos existentes, mas que integrem o enfrentamento da questão climática – direta ou indiretamente –, agregando valor ao processo de desenvolvimento.

Princípio 5

Cobenefício com as metas de mitigação, aumento da resiliência e sustentabilidade

A mitigação e a adaptação são pilares indissociáveis para o enfrentamento da mudança climática, aumento da resiliência e sustentabilidade.

Princípio 6

Incorporação de iniciativas pautadas em ações de “não arrependimento”, “baixo arrependimento” e “ganha-ganha”

Priorização de medidas que tragam benefícios para toda a Cidade, pois:

a) podem ser adotadas independentemente da questão climática;

b) os custos associados são baixos e os benefícios, relativamente altos, considerando as mudanças climáticas;

c) reduzem a vulnerabilidade ou exploram potenciais oportunidades, agregando outros benefícios (sociais, ambientais e econômicos).

Princípio 7

Embasamento no melhor conhecimento técnico-científico disponível

É imprescindível a utilização da melhor qualidade de informação, para garantir resultados mais fidedignos e subsidiar a melhor ação de resposta.

Princípio 8

Realização de monitoramento e revisões periódicas

Permite a melhor identificação e proposição de ações para a redução das vulnerabilidades, em conformidade com a gestão dos setores urbanos, não excluindo a visão integrada e a ação coordenada.

Princípio 9

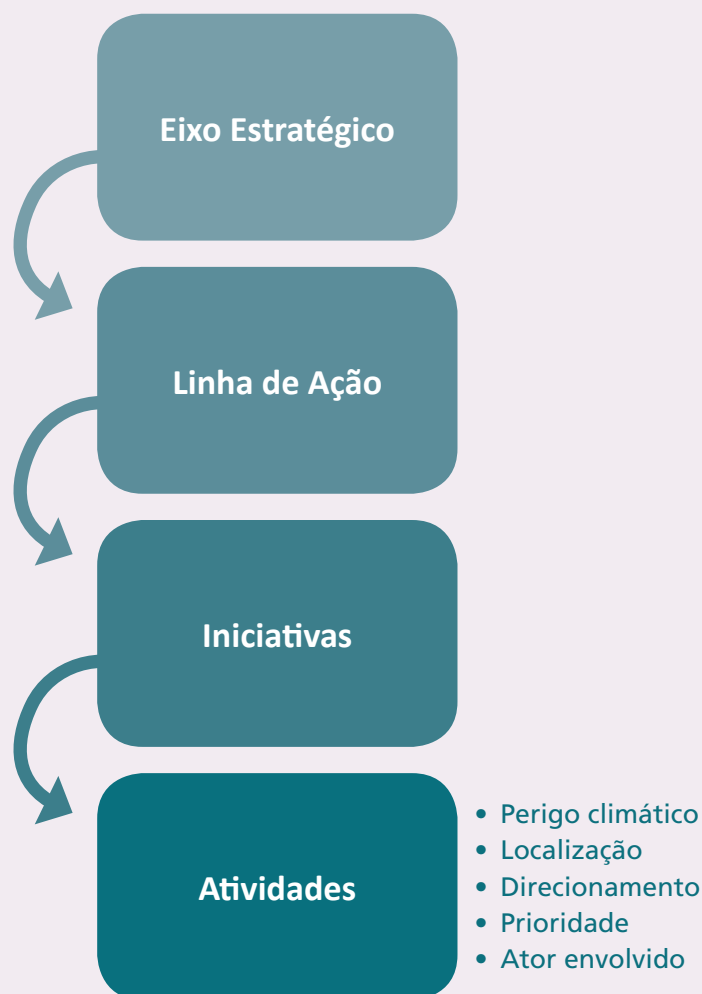
Abordagem setorial e temática

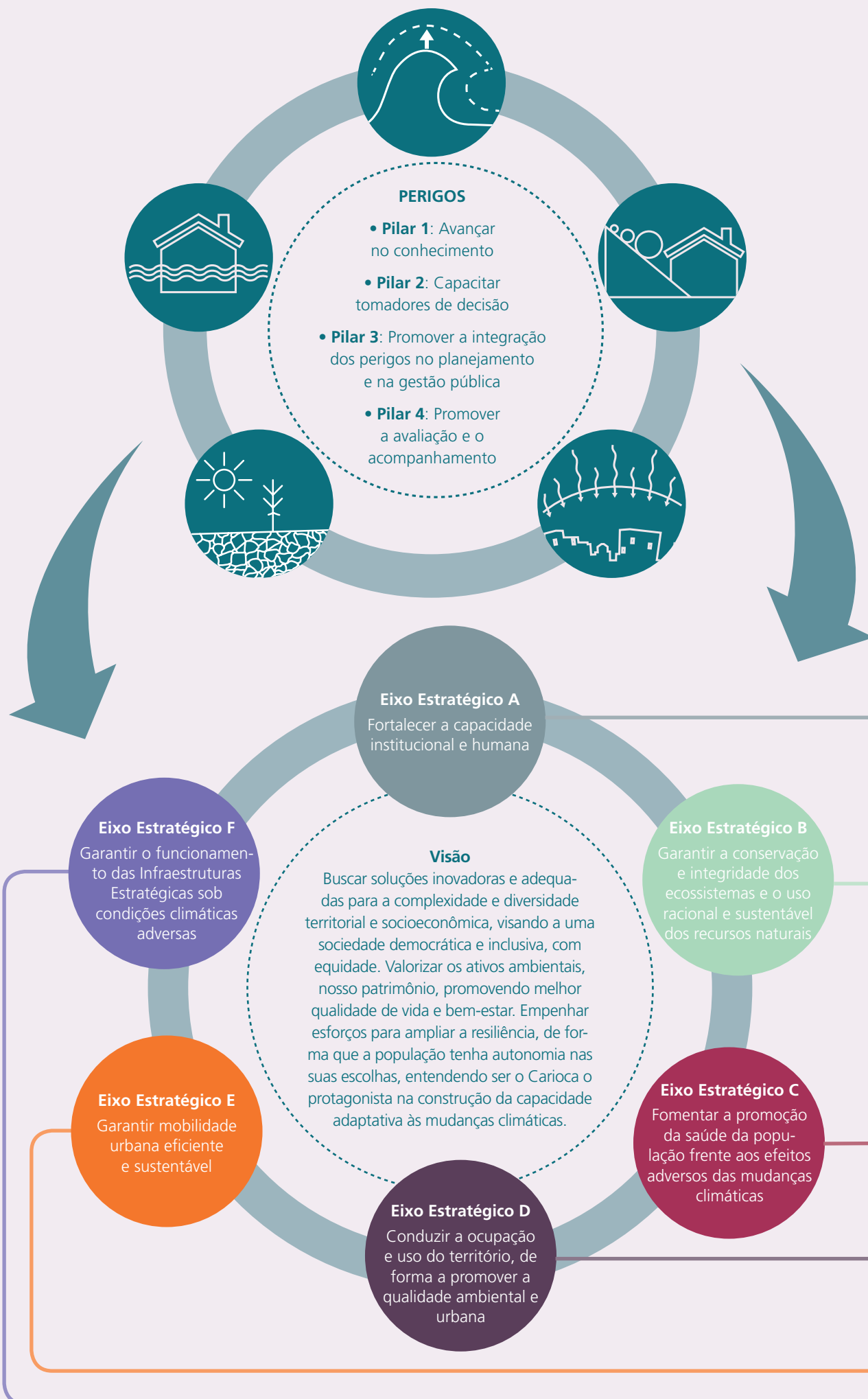
A revisão é necessária quando da disponibilização de novos dados e informações ou da expansão da análise para outros setores e infraestruturas. Adicionalmente, quando da implementação do Plano de Adaptação, uma etapa de monitoramento e avaliação deve ser sequencialmente realizada, de forma a acompanhar, avaliar e validar as ações propostas, ajustando o curso, quando necessário.

Com base na Visão e nos Princípios, a Estratégia de Adaptação foi estruturada em seis Eixos Estratégicos. O primeiro Eixo trata do fortalecimento da capacidade de instituições e pessoas, sendo a base para a construção do caminho de adaptação. Os demais eixos consideram especificidades dos Sistemas de Interesse e Infraestruturas Estratégicas.

Aos Eixos Estratégicos foram associadas linhas de ação, as quais estão vinculadas iniciativas e respectivas atividades. Para cada atividade, foram indicados os correspondentes perigos climáticos e o direcionamento das ações, assim como a prioridade e atores envolvidos.

Os perigos climáticos são identificados, neste estudo, como passíveis de causar perdas e danos ao ambiente construído, à saúde da população e aos ativos ambientais; o direcionamento da ação indica o local em que cada iniciativa deverá ser implementada; a prioridade busca orientar o tomador de decisão na seleção e sequenciamento das iniciativas; os atores envolvidos trata de instituições e *stakeholders* que deverão estar, prioritariamente, engajados no processo de implementação das iniciativas e, por seguinte, na elaboração do Plano de Adaptação.





-
- Integrar adaptação, gestão de risco de desastres e resiliência no planejamento
 - Fomentar cultura de adaptação
 - Promover o empoderamento do cidadão
 - Capacitar corpo técnico
 - Gerenciar ações de monitoramento
 - Avançar no conhecimento técnico-científico
 - Criar oportunidades
 - Mobilizar recursos

- Conhecer o ambiente
- Compreender os efeitos das mudanças climáticas no ambiente costeiro
- Recuperar e ampliar as áreas verdes
- Promover a governança ambiental

- Fortalecer os programas de saúde, para prevenir doenças suscetíveis às mudanças climáticas
- Estabelecer e/ou fortalecer estratégias e ações inter e intrasetoriais
- Promover a comunicação

- Conter a expansão urbana e controlar o adensamento
- Promover a urbanização de favelas
- Promover espaços livres verdes e multifuncionais
- Promover a adaptação e eficiência energética e hídrica em edificações

- Promover o desenvolvimento territorial mais equilibrado e integrado aos sistemas de transporte
- Aumentar a segurança das infraestruturas rodoviárias e de trilhos
- Fomentar adoção de estratégias de redução da demanda por transporte individual motorizado
- Subsidiar escolha de trajetos pelos cidadãos;
- Fortalecer a capacidade institucional do setor de transportes

- Orientar a operacionalização
- Promover a adequação

Visão, eixos estratégicos e linhas de ação, para a Estratégia de Adaptação.
Fonte: Elaboração própria, 2016

Os Eixos Estratégicos e Linha de Ação dos Sistemas de Interesse e Infraestruturas Estratégicas são apresentados nos quadros a seguir.

Eixo Estratégico A	Linha de ação	Iniciativa
Fortalecer a capacidade institucional e de pessoas	1. Integrar adaptação, gestão de risco de desastres e e resiliência no planejamento	1.1. Avaliar o risco climático
		1.2. Construir cenários de mudança do clima
		1.3. Promover liderança e coordenação interinstitucional
		1.4. Planejar adaptação flexível
		1.5. Preparar para eventos extremos climáticos
		1.6. Garantir continuidade das ações
		1.7. Implementar política de seguros contra desastres naturais, mediante estudos prévios
	2. Fomentar a cultura de adaptação	2.1. Engajar a comunidade escolar
		2.2. Criar campanha voltada para o consumo consciente

Atividade	Perigo climático	Direcionamento	Prioridade	Ator envolvido
a) Aperfeiçoar o mapeamento dos perigos, exposições e vulnerabilidades. b) Ampliar a abordagem e escopo, avaliando novos perigos, exposições e vulnerabilidades.	Todos	Toda a CRJ	1	Toda a PCRJ, universidades, setor privado, terceiro setor.
a) Viabilizar a utilização de maior número de modelos climáticos. b) Elaborar cenários socioeconômicos e de uso e cobertura do solo.	Todos	Toda a CRJ	1	Toda a PCRJ, universidades.
a) Definir instituição focal. b) Mapear e engajar <i>stakeholders</i> e definir lideranças. c) Atribuir responsabilidades e coordenar ações. d) Criar painel de especialistas junto à instituição focal e à Prefeitura.	Todos	Toda a CRJ	2	Toda a PCRJ, setor privado, terceiro setor, sociedade civil.
a) Implementar iniciativas dos Sistemas de Interesse e Infraestruturas Estratégicas, com base em ciclos de planejamento.	Todos	Toda a CRJ	1	Toda a PCRJ, setor privado, terceiro setor, sociedade civil.
a) Reforçar estruturas organizacionais e a coordenação horizontal e vertical. b) Revisar, periodicamente, o Plano de Contingência para a multiplicidade de eventos. c) Elaborar Protocolo de Gestão de Recuperação, Reabilitação e Reconstrução.	Todos	Toda a CRJ	2	Toda a PCRJ, setor privado.
a) Estabelecer diretrizes e metas para toda a Cidade, de forma integrada. b) Definir indicadores de acompanhamento. c) Atualizar, constantemente, as discussões e informações.	Todos	Toda a CRJ	1	Toda a PCRJ, Câmara Legislativa.
a) Efetivar o uso de seguros, para o patrimônio público.	Todos	Áreas de risco	3	Toda a PCRJ, Setor de seguros.
a) Incorporar a mudança climática no <i>currículo</i> escolar de educação fundamental, ensino médio e universitário. b) Capacitar professores de educação fundamental, ensino médio e licenciatura.	Todos	Toda a CRJ	1	SME, Universidades, sociedade civil.
a) Promover ações em mídias sociais, para o consumo racional de recursos naturais, especialmente energéticos e hídricos.	Todos	Toda a CRJ	1	Imprensa, todos os órgãos da PCRJ.

Eixo Estratégico A	Linha de ação	Iniciativa
Fortalecer a capacidade institucional e de pessoas	3. Promover o empoderamento do cidadão	3.1. Promover equidade no acesso e uso da informação
		3.2. Encorajar a participação de múltiplos <i>stakeholders</i>
	4. Capacitar corpo técnico	4.1. Elaborar plano de capacitação técnica para adaptação
	5. Gerenciar ações de monitoramento	5.1. Atribuir responsabilidades
		5.2. Promover articulações
	6. Avançar no conhecimento técnico-científico	6.1. Estabelecer parcerias com a academia
	7. Criar oportunidades	7.1. Fomentar cultura de inovação
	8. Mobilizar recursos	8.1. Viabilizar mecanismos de financiamento, para a adaptação e resiliência

Atividade	Perigo climático	Direcionamento	Prioridade	Ator envolvido
a) Fomentar parcerias com o setor privado e terceiro setor, para ampliar o acesso e uso da informação da adaptação para grupos excluídos e mais vulneráveis. b) Divulgar informação com linguagem acessível, para os mesmos grupos.	Todos	Toda a CRJ	1	Todos os órgãos da PCRJ, universidades, setor privado, terceiro setor.
a) Criar plataforma digital facilitadora de diálogo entre <i>stakeholders</i> . b) Promover campanhas de engajamento comunitário e responsabilidade cívica para o enfrentamento das mudanças climáticas. c) Promover parcerias com o setor privado e terceiro setor, para implementação de ações de adaptação e resiliência, engajamento de comunidades e monitoramento de ações.	Todos	Toda a CRJ	1	Todos os órgãos da PCRJ, universidades, setor privado, terceiro setor.
a) Identificar necessidades de capacitação para avaliação dos danos, seleção de respostas, avaliação custo-benefício de iniciativa e elaboração de planos e projetos. b) Direcionar ações de capacitação para o planejamento, monitoramento, respostas, licenciamento e fiscalização.	Todos	Toda a CRJ	2	Toda a PCRJ, universidades.
a) Definir funções, para a geração e identificação de informações necessárias, especificação de instrumentos, coleta, armazenamento e manutenção de dados.	Todos	Toda a CRJ	1	Toda a PCRJ.
a) Homogeneizar informações. b) Integrar redes privadas ou públicas, para a coleta de dados. c) Conectar bancos de dados e criar plataforma. d) Elaborar protocolo de comunicação e cooperação.	Todos	Toda a CRJ	2	Toda a PCRJ, setor privado.
a) Desenvolver pesquisa avançada, como desenvolvimento e aplicação de modelos numéricos, pesquisas para a redução dos riscos e otimização das respostas e análise sistêmica dos dados. b) Elaborar estudos que suportem a implementação das iniciativas dos Sistemas de Interesse e Infraestruturas Estratégicas. d) Contribuir com a difusão de dados entre academia e governo, desenvolvendo estudos em conjunto, aproveitando as diferentes expertises acadêmicas.	Todos	Toda a CRJ	1	Toda a PCRJ, universidades.
a) Estimular a inovação tecnológica. b) Atrair negócios e investimentos, no âmbito da economia verde.	Todos	Toda a CRJ	3	Toda a PCRJ, setor privado, universidades.
a) Estimular adoção de mecanismos inovadores, para financiar projetos de adaptação. b) Estabelecer parceria público-privada, para implementação de projetos de adaptação e resiliência. c) Estudar incentivos fiscais ou fundos de adaptação flexível. d) Fomentar produtos inovadores no setor de seguros. e) Identificar facilitador para propor estratégias de captação de recursos externos. f) Estabelecer mecanismos de financiamento contínuos, para manter a estrutura de planejamento, coordenação, avaliação e monitoramento para adaptação, com apoio da Instituição focal.	Todos	Toda a CRJ	2	Toda a PCRJ, setor privado, universidades.

Eixo Estratégico B	Linha de ação	Iniciativa
Garantir a conservação e integridade dos ecossistemas e o uso racional e sustentável dos recursos naturais	1. Conhecer o ambiente	1.1 Executar a batimetria da plataforma continental interna e baías, com resolução progressivamente crescente para águas rasas, referenciada ao <i>datum</i> de Imbituba (vertical) e SIRGAS (horizontal)
		1.2 Monitorar fenômenos meteorológicos, oceanográficos, geomorfológicos e de parâmetros da qualidade ambiental
		1.3 Detectar mudança de uso e cobertura do solo
	2. Compreender os efeitos das mudanças climáticas no ambiente costeiro	2.1 Formar massa crítica com conhecimentos específicos em elevação do nível médio do mar
		2.2 Desenvolver programas operacionais de análise de dados ambientais, de forma gradual
		2.3 Realizar modelagem da dinâmica ambiental
		2.4 Realizar seminários de divulgação de conhecimento e sensibilização de órgãos públicos
		2.5 Criar banco de dados

Atividade	Perigo climático	Direcionamento	Prioridade	Ator envolvido
a) Viabilizar a aproximação com o Grupo de Trabalho da Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR). b) Realizar levantamento batimétrico específico da região oceânica.	Inundação costeira: elevação do nível médio do mar e ressacas	Lagoas, baías e praias.	1	IBGE, DHN, INPH, CONCAR, SAE/PR, IPP, entidades privadas, Rio-Águas.
a) Obter informações meteorológicas sobre vento ao largo (Ilha Rasa) e no interior das baías de Sepetiba e de Guanabara. b) Obter informações maregráfica e de ondas: recebimento de dados de boia. c) Obter informações sobre geomorfologia de praias: perfis topográficos, vídeo de monitoramento, características granulométricas. d) Monitorar, semanalmente, a qualidade sanitária e ecológica da orla. e) Acompanhar a concentração de metais pesados e outros contaminantes nos diversos compartimentos do corpo hídrico. f) Monitorar o comportamento de espécies invasoras e os ecótonos entre manguezais e sistemas terrestres, bem como de águas de lastro.	Elevação do nível médio do mar. Chuvas e ventos fortes, ondas e ressacas. Aquecimento da água.	Lagoas, baías e praias	1	Marinha, SIMCOSTA, Toda a PCRJ, Fundação Rio-Águas, INEA e Geo-Rio, SMAC, COR.
a) Atualizar o mapeamento da cobertura vegetal com periodicidade mínima de dois anos e em escala compatível com as necessidades de proteção e conservação dos ecossistemas	Todos	Maciços e baixadas	1	PCRJ, SMAC, INEA.
a) Capacitar profissionais dos órgãos ambientais e secretarias da Prefeitura. b) Acionar linhas de incentivo e captação de recursos, para locação de profissionais na indústria e órgãos públicos.	Elevação do nível médio do mar e ressacas	Lagoas, baías e praias	1	Todas as Secretarias, FAPERJ, Sistema, universidades.
a) Desenvolver <i>software</i> e <i>hardware</i> ; sistemas de análise de dados; escolha de formas de apresentação de resultados para a população e para os serviços de planejamento e de Defesa Civil, com informações meteorológicas, maregráficas e de ondas.	Elevação do nível médio do mar e ressacas	Lagoas, baías e praias	2	PCRJ, universidades, empresas júnior.
a) Realizar modelagem do comportamento dos manguezais da Baía de Sepetiba. b) Realizar modelagem da evolução de praias.	Elevação do nível do mar, maré meteorológica, ressacas, chuvas intensas	Lagoas, baías, praias e manguezais	3	PCRJ, universidades
a) Realizar oficina sobre sistemas de medição de ondas e experiências internacionais. b) Realizar oficina de trabalho sobre medição do nível médio do mar e de lagoas. c) Realizar quatro oficinas de trabalho, para definição dos nós da rede meteorológica e escolha de instrumentos.	Ressacas em praias. Elevação do nível médio do mar, maré meteorológica, ressacas, chuvas intensas.	Lagoas, baías e praias	1	CHM, PCRJ, Universidades; Rio-Águas, INMET, Geo-Rio, INEA, Aeronáutica.
a) Utilizar/ampliar banco de dados ambientais utilizados pela Prefeitura.	Todos	Lagoas, baías e praias	1	CHM, PCRJ, Universidades; Rio-Águas, INMET, Geo-Rio, INEA, Aeronáutica.

Eixo Estratégico B	Linha de ação	Iniciativa
Garantir a conservação e integridade dos ecossistemas e o uso racional e sustentável dos recursos naturais	3. Preparar para agir	3.1 Adequar e controlar a urbanização nos ecossistemas naturais
		3.2 Estabelecer estratégias de recuperação de áreas degradadas e conservação da biodiversidade em áreas costeiras e oceânicas
		3.3 Prever possíveis respostas à adaptação
		3.4 Simular a resposta de estruturas de defesa costeira e portuária
		3.5 Tratar efluentes urbanos e industriais
		3.6 Realizar dragagens periódicas
	4. Ampliar e recuperar as áreas verdes	4.1 Promover e fortalecer ações de reflorestamento em áreas públicas e privadas

Atividade	Perigo climático	Direcionamento	Prioridade	Ator envolvido
a) Identificar áreas sujeitas à influência de vetores de pressão e estratégicas para a conservação e recuperação de ecossistemas. b) Implantar e estimular cinturões agrícolas. c) Implantar áreas de amortecimento no entorno de fragmentos florestais. d) Aumentar o controle das áreas com vegetação nativa remanescente na bacia de drenagem de lagoas e baías.	Todos	Lagoas, baías e praias, maciços e baixadas.	1	IPP, SMAC, ICM-Bio, INEA, proprietários de terras com potencial para a recuperação ambiental.
a) Reduzir ou eliminar lançamento de lixo no ambiente. b) Fixar cordões arenosos junto a vias de acesso com vegetação. c) Eliminar lançamento de esgotos domésticos em áreas costeiras.	Chuvas fortes, aumento de temperatura, ventos, ressacas	Lagoas, baías e praias e manguezais	1	CEDAE, COMLURB, SMAC, INEA.
a) Relocar população em áreas de risco de alagamento. b) Implantar sistemas de diques e comportas em regiões propensas a alagamentos constantes. c) Retroceder e/ou adequar benfeitorias públicas em praias de urbanização leve. d) Reavaliar o dimensionamento e posicionamento do patrimônio.	Elevação do nível do mar, maré meteorológica, ressacas, chuvas intensas, ventania	Lagoas, baías e praias	3	Secretaria de Obras, Secretaria Municipal de Habitação, Gabinete do Prefeito.
a) Engordar praias oceânicas em áreas urbanas ou com estruturas na retropraia.	Ressacas, maré meteorológica, elevação do nível do mar, ventos	Praias	3	Fundação Rio-Águas, IPP.
a) Identificar lançamentos em rios, baías, lagoas e no mar.	Chuvas, maré meteorológica, elevação do nível do mar, temperatura	Lagoas e baías	2	IPP, CEDAE, Secretaria de Obras, SMS, Rio-Águas, SMAC, INEA.
a) Desassorear e/ou alargar calhas dos rios costeiros. b) Desassorear canais de ligação com o mar: Joatinga, Sernambetiba, Jardim de Alah e Visconde de Albuquerque.	Chuvas, maré meteorológica, elevação do nível do mar, ressacas	Lagoas	2	INEA, Secretaria de Obras, Rio-Águas.
a) Enriquecer e consolidar as áreas atendidas pelo Programa Mutirão Reflorestamento, mediante manutenção adequada. b) Ampliar e conectar os maiores e mais relevantes remanescentes de vegetação nativa por corredores verdes. c) Fortalecer e ampliar ações de erradicação de espécies invasoras da fauna e flora. d) Utilizar espécies nativas melhor adaptadas a climas menos úmidos nos programas de reflorestamento. e) Atualizar o PMMA e o PDAU, sob a ótica das mudanças climáticas. f) Incentivar a aplicação de mecanismos de apoio ao reflorestamento: Código Tributário (Lei n. 691) e isenção de IPTU (Decreto n. 28.247).	Todos	Aplicável aos três maciços, especialmente ao da Tijuca, e baixadas.	1	PCRJ, SMAC, INEA, ICMBio, proprietários de áreas alvo de projetos de reflorestamento.

Eixo Estratégico B	Linha de ação	Iniciativa
Garantir a conservação e integridade dos ecossistemas e o uso racional e sustentável dos recursos naturais	5. Promover a Governança Ambiental	5.1 Ampliar e tornar efetiva a proteção oficial dos ecossistemas naturais
		5.2 Diminuir a fragilidade institucional, a partir do planejamento estratégico, com regras de governança bem definidas, para a conservação dos recursos naturais
		5.3 Instituir um sistema municipal unificado de áreas verdes e espaços livres
		5.4 Integrar projetos de proteção e recuperação ambiental no licenciamento ambiental.

Atividade	Perigo climático	Direcionamento	Prioridade	Ator envolvido
a) Fornecer infraestrutura, qualificar profissionais e promover a sustentabilidade financeira das UC, de acordo com os respectivos objetivos e metas. b) Reduzir a sobreposição de titularidades de UC. c) Incentivar a criação de RPPN em nível municipal e integrá-las ao Mosaico Carioca. d) Ampliar e/ou recategorizar UCPI e UCUS, terrestres e marinhas, procurando incorporar áreas estratégicas para a conservação da biodiversidade ainda não protegidas oficialmente. e) Incorporar a lente climática em Planos de Manejo futuros e pela revisão dos existentes. f) Regularizar a situação fundiária de todas as UCPI. g) Implementar o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) nas UCPI.	Todos	Áreas protegidas oficialmente em toda a CRJ	1	PCRJ, SMAC, CONSEMAC, INEA, ICMBio, sociedade civil, moradores e proprietários de áreas alvo de projetos de reflorestamento, Estado do Rio de Janeiro e União.
a) Implementar projetos de longo prazo, com objetivos e metas mais amplos, com monitoramento de ações e indicadores de resultados claros. b) Criar grupo técnico permanente, para o acompanhamento da implementação de diretrizes e atividades previstas no PMMA.	Todos	Toda a CRJ	1	PCRJ, Estado do Rio de Janeiro e União.
a) Contemplar a formação de corpo técnico, para sistematizar e integrar as atividades fins ligadas às áreas verdes (gestão, proteção, recuperação e arborização urbana).	Todos	Toda a CRJ	2	PCRJ, SMAC, INEA, ICMBio, FPJ, sociedade civil.
a) Criar Sistema de Informação Geográfica (SIG) que oriente a tomada de decisão nos processos de licenciamento ambiental. b) Estabelecer métodos para atingir o balanço positivo entre as autorizações de supressão de vegetação e a reposição. c) Incorporar potenciais impactos climáticos, por ocasião da revisão de licenças ambientais concedidas a empreendimentos e serviços junto à linha de costa.	Todos	Toda a CRJ	1	PCRJ, SMAC, SMO, Secretaria de Planejamento, Gabinete do Prefeito, empreendedores.

Eixo Estratégico C	Linha de ação	Iniciativa
Fomentar a promoção da saúde da população frente aos efeitos adversos das mudanças climáticas	1. Fortalecer os programas de saúde para prevenir doenças suscetíveis às mudanças climáticas	1.1. Implantar Sistema de Controle Integrado de Morbimortalidades
		1.2. Incorporar o tema adaptação às mudanças climáticas nos programas de saúde, em especial no Programa de Saúde da Família (PSF)
		1.3. Desenvolver estudo para avaliar possível influência de poluentes, temperatura e umidade relativa do ar na saúde da população
		1.4. Adequar as ações de apoio no atendimento de emergências em eventos climáticos extremos
	2. Estabelecer e/ou fortalecer estratégias e ações inter e intrasetorial	2.1. Incorporar definições, critérios e estratégias de adaptação na Política Municipal de Saúde e no capítulo da Saúde do Plano Diretor da Cidade (PDC)
	3. Promover comunicação	3.2. Informar a população, especialmente crianças e idosos

Atividade	Perigo climático	Direcionamento	Prioridade	Ator envolvido
a) Identificar e mapear áreas com condições ambientais propícias para o estabelecimento de criadouros de <i>Aedes egypt</i> e flebotomíneos. b) Ampliar o SIG integrado e implementar WebGis. c) Avaliar e ampliar o monitoramento das ocorrências de óbitos por diarreia em crianças menores de cinco anos. d) Avaliar e ampliar o monitoramento da ocorrência de casos de leptospirose.	Chuva, temperatura, inundação.	Toda a CRJ	1	SMS, SMAC, Geo-Rio, Defesa Civil, IPP, Comlurb, COR.
a) Capacitar as equipes do PSF no tema mudanças climáticas, pelo estabelecimento de oficinas, com base em Educação à Distância (EAD).	Todos	Toda a CRJ, em especial na AP 5	1	SMS, SMAC, Defesa Civil, COR, SME.
a) Estabelecer critérios, para a definição de limiares críticos com relação ao desconforto térmico e qualidade do ar.	Ilha e onda de calor.	Toda a CRJ	1	SMS, SMAC, Geo-Rio, Defesa Civil, IPP, COR, SME.
a) Dotar as unidades de saúde de condições físicas e recursos humanos para atender, com eficiência, a população afetada.	Todos	Toda a CRJ	1	SMS, Defesa Civil, Rio Resiliente.
a) Solicitar, no âmbito de Gabinete do Governo local / COR, a inclusão das definições no PDC.	Todos	Toda a CRJ	1	SMS, SMAC, Geo-Rio, Defesa Civil, IPP, COR, SME.
a) Veicular mensagens positivas de cuidados com a saúde nos grandes meios de comunicação (a exemplo da necessidade de ingestão de água, uso de roupas leves, evitação de exercícios nos horários mais quentes e com maior variação de temperatura).	Todos	Toda a CRJ	1	Imprensa, SMS.

Eixo Estratégico D	Linha de ação	Iniciativa
Conduzir a ocupação e uso do território, de forma a promover a qualidade ambiental e urbana	1. Conter a expansão urbana e controlar o adensamento	1.1. Controlar o adensamento nas áreas urbanizadas suscetíveis aos perigos climáticos extremos
		1.2. Conter a expansão urbana na zona de transição entre espaços urbanos e naturais
		1.3. Criar sistema de monitoramento integrado de controle do uso e ocupação do solo com os perigos climáticos
		1.4. Ampliar o conhecimento
	2. Promover a urbanização de favelas	2.1. Incentivar o Programa Morar Carioca
	3. Promover espaços livres verdes e multifuncionais	3.1. Desenvolver estratégia para incorporar infraestrutura verde e azul

Atividade	Perigo climático	Direcionamento	Prioridade	Ator envolvido
a) Incorporar os perigos climáticos nos Planos de Estruturação Urbana (PEU).	Ilha e onda de calor, inundação, escorregamento de massa.	AP 3, AP 4 e AP 5	1	SMU
a) Definir zona de transição e usos compatíveis na legislação cabível e avaliar a possibilidade de inclusão nos Planos de Manejo de UC. b) Estudar a urbanização e/ou relocação de áreas de favelas que estejam ameaçando áreas naturais. c) Definir limitantes para a expansão urbana e desenhar projeto urbano ambiental integrado, que proveja proteção aos espaços naturais e benefícios para a população, a exemplo do estímulo à criação de RPPN e parques urbanos/naturais. d) Criar sistemas de monitoramento e segurança da área, por meio de rondas comunitárias e equipamentos de segurança.	Escorregamento de massa e inundação.	Franjas dos maciços da Pedra Branca, Gericinó-Mendanha e Tijuca	2	SMU, SMAC, Geo-Rio, Defesa Civil, IPP.
a) Atualizar a base de dados urbanísticos no SIURB. b) Integrar plataformas do sistema de monitoramento SMAC com o SIG Floresta. c) Integrar dados e informações em sistema WebGis sobre perigos climáticos, obtidos por meio de parceria com a Academia e acessível a todas as secretarias e, quando do interesse, pela população. d) Criar grupo técnico para implantar e manter o sistema e realizar acordo para coordenação e troca de informações e responsabilização.	Todos	Toda a CRJ	1	SMU, SMAC, SMO, SMHC, Rio-Águas, Geo-Rio, IRPH, IPP.
a) Definir linhas de estudos que relacionem adaptação a perigos climáticos, que possam subsidiar a atualização de legislações e novas práticas construtivas. b) Promover cursos e seminários e elaborar cartilhas, para a difusão do conhecimento e atualização do corpo técnico.	Todos	Toda a CRJ	1	SMU
a) Promover a urbanização e regularização de áreas de favelas, incorporando o conhecimento sobre os perigos climáticos.	Escorregamento de massa, inundação.	Áreas de favelas	1	SMU, SMHC, Geo-Rio, Rio-Águas.
a) Incorporar o conceito e estratégias da infraestrutura verde e azul e de desenho sensível à água no Plano Diretor. b) Realizar inventário para identificar as áreas para potencial implantação. c) Integrar a atualização dos dados de Praças e Parques ao inventário da arborização do PDAU. d) Priorizar a integração com os projetos de Corredores Ecológicos Urbanos (SMAC). e) Promover integração com o PDAU e Iniciativas Praça-Bosque e Rio Capital dos Parques (existentes). f) Desenvolver estudo de viabilidade para implantação de projeto-piloto. g) Promover campanha de sensibilização e engajamento da população e setor privado.	Ilha e onda de calor, inundação, escorregamento de massa.	AP 4 e AP 5	1	SMU, SMAC, SECONSERVA, Rio-Águas, FJP, universidades.

Eixo Estratégico D	Linha de ação	Iniciativa
Conduzir a ocupação e uso do território, de forma a promover a qualidade ambiental e urbana	3. Promover espaços livres verdes multifuncionais	3.2. Promover a arborização das ruas nas áreas urbanas mais expostas a altas temperaturas
		3.3. Promover espaços livres públicos multifuncionais nas margens inundáveis de rios e faixas costeiras em áreas urbanizadas
	4. Promover a adaptação, eficiência energética e hídrica em edificações	4.1. Promover a adoção de medidas de adaptação às mudanças climáticas nas edificações, por meio de incentivos fiscais
		4.2. Promover a adaptação nas renovações (<i>retrofit</i>) de edificações
		4.3. Promover a cultura de prevenção e mitigação do risco de inundação costeira (elevação do nível médio do mar e ondas fortes), direcionada a proprietários urbanos
		4.4. Promover a adaptação a altas temperaturas e inundação nos empreendimentos do Minha Casa Minha Vida

Atividade	Perigo climático	Direcionamento	Prioridade	Ator envolvido
a) Incorporar a iniciativa no PDAU. b) Priorizar as ações nas áreas urbanas mais expostas a altas temperaturas e que podem ser agravadas pelas mudanças climáticas. c) Revisar a legislação, para adequar a arborização urbana nos passeios. d) Promover campanha de arborização urbana e sensibilização e engajamento da população para a iniciativa, estimulando a preservação e conservação ambiental. e) Priorizar o uso de espécies autóctones ou mais resistentes a altas temperaturas, a implantação de pisos permeáveis e adequados para a caminhabilidade universal e pavimentos com maior albedo. Se viável, incorporar canteiros pluviais e biovaletas, medidas para reduzir velocidade de veículos (<i>traffic calming</i>) e iluminação urbana eficiente e menos prejudicial à biodiversidade. f) Monitorar e controlar a arborização, dentro do estabelecido no PDAU.	Ilha e onda de calor.	AP 3, AP 5, e RA Jacarepaguá e Cidade de Deus, na AP 4	1	FJP, SMU, SMAC, SECONSERVA, Rio-Águas.
a) Elaborar estudos de viabilidade e identificação de potenciais locais para a implantação. b) Elaborar projetos urbanos integrados que abordem conceitos de desenho sensível à água (<i>water sensitive urban design</i>), como amortecimento de inundações, lazer e recreação. c) Propor ações de revitalização nos rios que possam receber a ação e implementar projeto-piloto. d) Divulgar ações para população.	Inundação, ondas fortes e elevação do nível médio do mar.	Toda a CRJ	2	SMU, SMAC, SECONSERVA, Rio-Águas, FPJ, universidades.
a) Incentivar a adoção do Selo Qualiverde, na Câmara Legislativa. b) Estudar a viabilidade de implementação do IPTU Verde. c) Criar campanha de sensibilização e engajamento da população e da iniciativa privada, para a adoção de medidas de adaptação nas edificações antigas e novas. d) Georreferenciar as edificações que adotem medidas de adaptação.	Ilha e onda de calor, inundação.	Toda a CRJ	1	SMU, SMAC, SMF.
a) Incorporar a adaptação nas iniciativas Viver no Centro e Rio Carioca Local Produção Habitacional. b) Elaborar cartilha de práticas de adaptação, para renovações (<i>retrofit</i>) nas edificações urbanas. c) Propor parceria entre a Prefeitura e o Setor Privado, para implementar projeto-piloto de adaptação na renovação (<i>retrofit</i>) de edificação urbana, e divulgá-lo nas mídias sociais.	Ilha e onda de calor, inundação.	Toda a CRJ	1	SMU, SMHC, CAU/CREA, universidades.
a) Evitar emitir permissão de construção de edificações em áreas de risco de inundação e incorporar medidas adaptativas em projetos. b) Propor parcerias entre seguradoras, para a criação de seguros patrimoniais para edificações privadas em áreas costeiras. c) Segurar edificações públicas em áreas costeiras, priorizando o patrimônio histórico e cultural. d) Criar campanha de sensibilização do risco de inundação costeira nas edificações e engajar a população e a iniciativa privada para adotar ações preventivas.	Elevação do nível médio do mar e ondas fortes.	Orla oceânica da AP 2 e AP 4, Pedra de Guaratiba, Sepetiba, Ilha do Governador e Paquetá	1	SMU, Defesa Civil, iniciativa privada.
a) Propor medidas de adaptação que sejam de baixo custo de implementação e manutenção, em legislação específica. b) Verificar a localização dos novos empreendimentos Minha Casa Minha Vida em regiões expostas a perigos climáticos na etapa do licenciamento e propor medidas de adaptação adequadas.	Ilha e onda de calor, inundação.	AP 3, AP 4 e AP 5	1	SMU, SMHC, CEF.

Eixo Estratégico E	Linha de ação	Iniciativa
Garantir mobilidade urbana eficiente e sustentável	1. Promover o desenvolvimento territorial mais equilibrado e integrado aos sistemas de transporte	1.1. Melhorar a qualidade da infraestrutura para os transportes ativos por meio da adaptação do <i>design</i> de corredores de acesso
		1.2. Aumentar as conexões viárias prioritárias (ciclovias, calçadas e ruas), obedecendo às restrições impostas pelas áreas suscetíveis aos perigos climáticos
		1.3. Expandir projetos de Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS), para os corredores de transportes de média e alta capacidade, em áreas sem exposição aos perigos climáticos
	2. Aumentar a segurança das infraestruturas rodoviárias e de trilhos	2.1. Compreender os riscos individuais e sistêmicos do funcionamento dos modos de transporte e como podem se intensificar com as mudanças climáticas
		2.2. Incorporar os riscos das projeções futuras do clima no planejamento da expansão dos sistemas de transporte de média e alta capacidade
		2.3. Promover a integração física entre os modos de transporte

Atividade	Perigo climático	Direcionamento	Prioridade	Ator envolvido
a) Estabelecer critérios para determinar rede de corredores prioritários, para o desenvolvimento dos transportes ativos. b) Adotar ferramentas de priorização das ações, para melhorar a qualidade das calçadas, adaptando-as às temperaturas extremas, prioritariamente no entorno das estações de média e alta capacidade (ex. o Índice de Caminhabilidade - ITDP-Brasil). c) Identificar casos de sucesso na redefinição de <i>design</i> de ruas, para o aumento da segurança de pedestres e melhoria dos espaços públicos (ex, <i>Cities Safer by Design</i> - WRI, <i>Global Designing Cities Initiative</i>), adaptando-os ao caso carioca e aos perigos climáticos. d) Desenvolver pesquisa de infraestruturas verdes mais adaptadas à realidade climática e ao espaço urbano e fomentar a sua implantação nos corredores prioritários. e) Rever o fomento a estacionamentos, priorizando passeios para pedestres e comércio, e construção de ciclovias conectadas a sistemas de transportes de média e alta capacidade. f) Ampliar e conectar rede cicloviária, segura e adaptada, em direção às estações de transportes estruturantes e aos centros geradores de viagens.	Inundação, elevação do nível médio do mar, ondas, escorregamento de massa e onda de calor, altas temperaturas e temperaturas extremas.	Toda a CRJ, principalmente AP 4 e AP 5	2	SMTR, SMU, SMO, SMAC, FJP.
a) Avaliar, no contexto do PMUS, a insuficiência das conexões no entorno de estações de média e alta capacidade sensíveis à inundação ou expostas a escorregamento de massa. b) Reavaliar a estratégia de conexão proposta no PMUS, testando seus efeitos com modelagem de transportes, sob cenários com eventos climáticos.	Inundação e elevação do nível médio do mar e onda de calor.	AP 3, AP 4 e AP 5	2	SMTR
a) Avaliar quais corredores tem maior potencial para implementação de DOTS e menos vulneráveis às mudanças climáticas. b) Promover projetos DOTS adaptados às mudanças climáticas, com base em subsídios diretos ou indiretos.	Inundação, ondas, escorregamento de massa e onda de calor.	Toda a CRJ	1	SMTR, SMU, SME, SMS.
a) Sistematizar as informações históricas sobre o comportamento das infraestruturas de transportes estratégicas em situações climáticas adversas, centralizando-as em uma única base de dados. b) Avaliar o risco à inundação e escorregamento de massa nas vias rodoviárias estruturantes e arteriais e vias e estações de BRT, VLT, Metrô e Trem e como podem mudar, em função das projeções climáticas. c) Avaliar os riscos de danos por ondas nas vias rodoviárias, cicloviárias e calçadas, nas áreas litorâneas. d) Avaliar os efeitos sistêmicos na mobilidade urbana dos perigos identificados.	Inundação, elevação do nível médio do mar, ondas, escorregamento de massa e onda de calor	Toda a CRJ	1	Toda a PCRJ, e universidades, concessionárias e AGETRANSP.
a) Incorporar as informações e mapas relacionados aos perigos climáticos no planejamento dos transportes, como parâmetro para a escolha locacional e dimensionamento da expansão proposta no PDTU.	Inundação, altas temperaturas e elevação do nível médio do mar	Toda a CRJ	3	Governo do Estado
a) Construir terminais intermodais protegidos de inundações e preparados para altas temperaturas, atuais e projetadas. b) Apoiar a iniciativa do PDTU de implementar, prioritariamente, ligações transversais.	Inundação, ondas, escorregamento de massa e onda de calor	Toda a CRJ	1	SMTR, SMO, concessionárias e Governo do Estado.

Eixo Estratégico E	Linha de ação	Iniciativa
Garantir mobilidade urbana eficiente e sustentável	2. Aumentar a segurança das infraestruturas rodoviárias e de trilhos	2.4. Ajustar os procedimentos de fiscalização e manutenção das infraestruturas de transportes (trilhos, pavimentos, drenagem, base, sub-base, obras de artes especiais e túneis)
		2.5. Adaptar o pavimento asfáltico dos corredores de BRT e vias rodoviárias estruturantes a altas temperaturas
		2.6. Fomentar uma frota de ônibus e BRT com maior resistência ao desgaste provocado pelas altas temperaturas
		2.7. Promover o conforto térmico dos pontos de ônibus, terminais rodoviários, estações de VLT, Trem e Metrô
		2.8. Elaborar Plano de Contingência Integrado, incorporando todo o sistema de transporte
		2.9. Fomentar a ampliação do uso de seguros para a proteção dos sistemas públicos de transportes e infraestruturas viárias

Atividade	Perigo climático	Direcionamento	Prioridade	Ator envolvido
a) Fortalecer, centralizar e dar transparência às informações do histórico de monitoramento e manutenção das infraestruturas de transportes. b) Compartilhar o monitoramento das infraestruturas de transporte de alta capacidade (Metrô, Trem e VLT). c) Realizar amplo estudo sobre o padrão histórico de desgaste das infraestruturas, identificando riscos para a integridade estrutural e funcional, pela ocorrência e intensificação de eventos climáticos extremos. d) Compartilhar informações do monitoramento com universidades e institutos de pesquisa, buscando desenvolver soluções específicas para a redução do desgaste das infraestruturas, incorporando os perigos climáticos, principalmente altas temperaturas e ondas. e) Pesquisar novas técnicas e materiais apropriados para a redução de desgastes, com o objetivo de incorporar em cadernos de instrução e normas técnicas construtivas. f) Ajustar a frequência da fiscalização e manutenção em função dos riscos. g) Elaborar estratégia de manutenção e limpeza periódica da rede de drenagem no entorno das vias e estações ferroviárias, estações metroviárias e vias rodoviárias estruturantes. h) Elaborar plano de educação ambiental que reverta o costume de jogar lixo na faixa de domínio e vias.	Inundação, elevação do nível médio do mar, escoçamento de massa e onda de calor.	Toda a CRJ	2	Gerência de Monitoramento e Documentação da Secretaria Municipal de Obras, concessionárias, Governo do Estado, SMO, universidades, COMLURB.
a) Analisar os potenciais níveis futuros de temperatura e a resistência dos pavimentos utilizados. b) Avaliar, técnica e economicamente, as opções tecnológicas. c) Buscar modelo de financiamento (orçamento público ou privado).	Altas temperaturas e temperaturas extremas.	Corredores de BRT, principalmente Transoeste	2	Concessionárias, SMO, universidades.
a) Solicitar, aos consórcios, avaliação do risco de quebra de veículos, por conta de altas temperaturas (parte mecânica e conforto térmico de passageiros e operadores). b) Fomentar e acompanhar soluções junto aos fabricantes dos veículos. c) Incluir nos parâmetros de renovação da frota, medidas de adaptação dos veículos a altas temperaturas.	Temperaturas extremas.	Toda a CRJ	1	Concessionárias, SMTR e Universidades.
a) Identificar os abrigos de ônibus, de VLT e terminais rodoviários expostos a altas temperaturas. b) Avaliar as intervenções que incorporem o princípio do conforto térmico e o uso energético sustentável. c) Solicitar, às concessionárias, a avaliação dos efeitos das altas temperaturas nas estações e a identificação de intervenções, para ampliar o conforto térmico e a racionalização no consumo energético.	Temperaturas extremas.	Toda a CRJ	2	Concessionárias, AGETRANS, SMTR e SMO.
a) Desenvolver Plano de Contingência que possibilite operação mínima do sistema ou reestabelecimento rápido das funções, quando submetido a eventos climáticos extremos.	Inundação, elevação do nível médio do mar, ondas, escoçamento de massa e onda de calor.	Toda a CRJ	1	COR, Cet-Rio, Defesa Civil e Concessionárias.
a) Avaliar a viabilidade econômica da adoção de seguros de ampla cobertura de danos climáticos. b) Fomentar novos tipos de seguros acessíveis para todas as camadas de renda da população, para a cobertura de danos ao patrimônio privado, por eventos climáticos extremos.	Inundação, elevação do nível médio do mar, ondas e escoçamento de massa.	Toda a CRJ	3	Concessionárias, AGETRANS e SMTR.

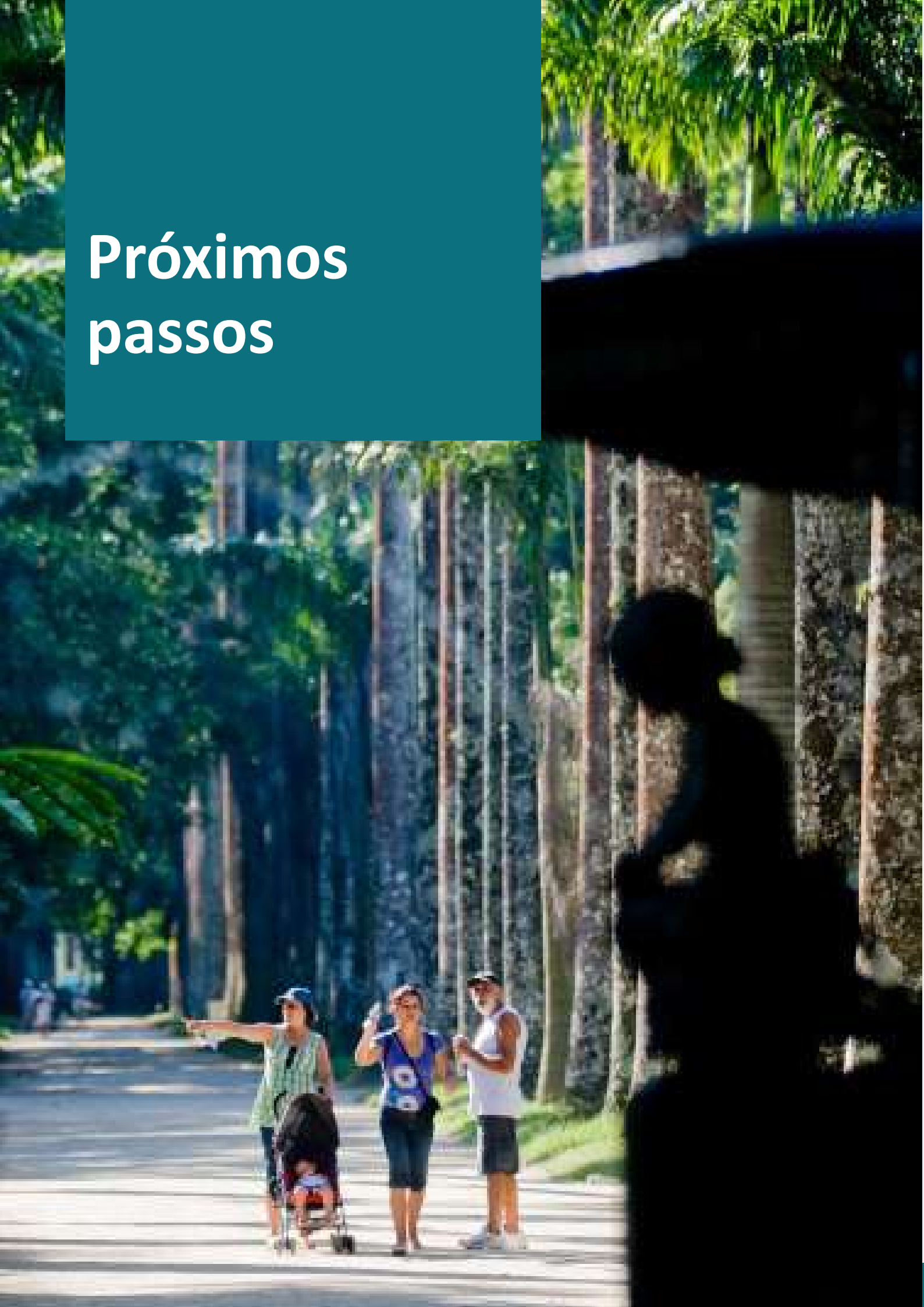
Eixo Estratégico E	Linha de ação	Iniciativa
Garantir mobilidade urbana eficiente e sustentável	3. Fomentar adoção de estratégias de redução da demanda por transporte individual motorizado	3.1. Incentivar as empresas a utilizar tele-trabalho e a redirecionar "subsídios indiretos" dados ao transporte individual motorizado
	4. Subsidiar escolha de trajetos pelos cidadãos	4.1. Ampliar o fluxo de informações entre os operadores de transportes e os cidadãos
	5. Fortalecer a capacidade institucional do setor de transportes	5.1. Estabelecer Núcleo de Planejamento em Mobilidade Urbana
		5.2. Criar sistema de monitoramento integrado de danos por eventos climáticos nos transportes

Atividade	Perigo climático	Direcionamento	Prioridade	Ator envolvido
a) Desenvolver estratégia de incentivo para a prática do tele-trabalho.	Inundação, elevação do nível médio do mar, ondas, escorregamento de massa e onda de calor.	Principalmente AP1	1	PCRJ, empresas privadas e do terceiro setor.
a) Identificar um centro operacional que estabeleça e comande a estratégia de operação e comunicação entre os diversos sistemas de transporte (Trem, Metrô, BRT, ônibus urbano e tráfego), explorando ferramentas de TI. b) Disponibilizar informações atualizadas e detalhadas na internet, aplicativos de celular e painéis luminosos sobre a operação dos diversos sistemas de transportes (trajetos, horários de partida, alteração de percurso, suspensão do serviço). c) Estabelecer estratégia de comunicação ativa a partir da identificação do perfil dos usuários.	Inundação, elevação do nível médio do mar, ondas, escorregamento de massa e onda de calor.	Toda a CRJ	1	COR
a) Instituir equipe interdisciplinar, permanente e treinada, para implementar soluções de mobilidade e urbanismo integradas, para enfrentar os desafios climáticos.	Inundação, elevação do nível médio do mar, ondas, escorregamento de massa e onda de calor.	Toda a CRJ	1	PCRJ, Governo do Estado.
a) Incorporar a sistematização das informações históricas de danos por eventos climáticos, especificando o tipo de evento.	Inundação, elevação do nível médio do mar, ondas, escorregamento de massa e onda de calor.	Toda a CRJ	1	Concessionárias, Governo do Estado, SMTR e COR.

Eixo Estratégico F	Linha de ação	Iniciativa
Garantir o funcionamento das Infraestruturas Estratégicas sob condições climáticas adversas	1. Orientar a operacionalização das Infraestruturas Estratégicas (Resposta - R, Operacional - O, Educacional - E)	1.1. Desenvolver estudos que melhorem o entendimento dos potenciais impactos das mudanças climáticas nas Infraestruturas Estratégicas (R, O, E)
		1.2. Monitorar as interdependências dos diferentes setores (R, O, E)
		1.3. Ampliar a cobertura dos setores urbanos, reforçando a redundância e a diversificação do sistema operacional
		1.4. Adequar a frequência de manutenção, considerando os eventos climáticos (R, O, E)
		1.5. Planejar o aumento da demanda futura e a implementação de sistemas de <i>backup</i> /sistema diversificado (R, O)
		1.6. Implementar política de seguro (R, O, E)
	2. Promover a adequação das Infraestruturas Estratégicas de Resposta, Operacional e Educacional	2.1. Integrar as mudanças climáticas em editais de concessão, planos, projetos e programas de IE
		2.2. Adequar o processo de <i>retrofit</i> , considerando os eventos climáticos
		2.3. Reavaliar a localização de unidades expostas

Atividade	Perigo climático	Direcionamento	Prioridade	Ator envolvido
a) Organizar equipe com conhecimento específico, para investigar e atualizar os impactos das mudanças climáticas - exposição, vulnerabilidade e risco - em cada setor urbano e suas unidades (teoria e prática: limiares, gatilhos, áreas de maior interesse). b) Atualizar bancos de dados e plataformas SIG, com informações mais apuradas e atualizadas. c) Definir periodicidade para diagnóstico/inventário das infraestruturas urbanas, atualizando particularidades de cada setor e interdependências.	Todos	Toda a CRJ	1	PCRJ, Academia, instituições científicas e de pesquisa.
a) Identificar as interdependências, de forma a melhor se preparar para possíveis impactos, sem prejudicar outros sistemas (efeito cascata). b) Identificar a necessidade de criação de melhores redes de interdependência, para suprir o aumento de demandas ou projeções de impactos mais severos e/ou constantes.	Todos	Toda a CRJ	2	PCRJ, concessionárias e outros órgãos públicos parceiros.
a) Realizar estudos específicos, observando a questão climática, para verificar onde há necessidade de expansão do sistema. b) Rever os planos de ação dos setores, para a expansão do sistema, buscando mitigar falhas e lacunas.	Todos	Toda a CRJ	2	PCRJ, concessionárias e outros órgãos públicos parceiros, Governo Federal e Estadual, universidades.
a) Atualizar protocolos de manutenção, considerando os eventos climáticos. b) Aprimorar a identificação de possíveis impactos na cadeia produtiva (ex. sistema de transmissão e distribuição), em função dos eventos climáticos.	Todos	Toda a CRJ	1	PCRJ, concessionárias e outros órgãos públicos parceiros.
a) Agregar os eventos climáticos nos estudos de demanda para as IE, investigando as projeções e alterações. b) Adequar as IE, para suportar as alterações da demanda (aumento da população, efeito das mudanças climáticas). c) Privilegiar fontes alternativas como recurso energético e tecnologias de processos mais resilientes e eficientes. d) Prosseguir com a implementação de sistemas de segurança (<i>backup</i>) em unidades/setores cujos serviços não devem ser interrompidos (energia, água e esgoto, hospitais e emergências, bombeiros).	Todos	Toda a CRJ	3	PCRJ, concessionárias e outros órgãos públicos parceiros, Governo Federal e Estadual, universidades.
a) Iniciar os trâmites legais de proposição de legislação para seguro de infraestruturas públicas contra eventos climáticos.	Todos	Toda a CRJ	3	PCRJ, Câmara Municipal, Governo Federal e Estadual.
a) Promover a inclusão dos eventos climáticos nos editais, planos, programas e projetos para novas estruturas. b) Incentivar a inserção da questão climática no desenvolvimento de Normas Brasileiras e Códigos de Obras e promover a adequação das existentes aos diferentes fatores climáticos.	Todos	Toda a CRJ	1	Toda a PCRJ, concessionárias e outros órgãos públicos parceiros, universidades.
a) Aprimorar os estudos de identificação das exposições, vulnerabilidades e risco, para cada setor e referente a cada perigo. b) Identificar tecnologias e procedimentos que contribuam para o aperfeiçoamento dos sistemas, sustentável e eficientemente. c) Incorporar adaptação no <i>retrofit</i> das infraestrutura estratégicas.	Todos	Toda a CRJ	2	PCRJ, concessionárias, setor privado, Governo Federal e Estadual.
a) Observar os estudos desenvolvidos para a análise de exposição e confirmar a inviabilidade de adaptar determinadas unidades frente aos diversos perigos climáticos. b) Promover a relocação de estruturas para áreas mais seguras, sem prejuízo de sua funcionalidade.	Todos	Toda a CRJ	2	PCRJ, Governo Federal e Estadual.

Próximos passos



Nossa Cidade precisa se adaptar. O processo de adaptação compreende os estágios de identificação de necessidades; avaliação e priorização das iniciativas, que envolve a adequação e exequibilidade, dentro da agenda climática municipal e aceitação por parte da população; bem como implementação; monitoramento; e avaliação. O presente estudo avançou até a identificação e proposição de atividades necessárias para colocar em prática as iniciativas recomendadas.

Para que a Estratégia proposta possa se concretizar em um Plano de Adaptação e consolidar, junto com a estratégia de mitigação, a agenda climática, propõe-se os seguintes passos:

- Validação, pela PCRJ, da presente Estratégia de Adaptação;
- Identificação de programas e projetos prioritários, com base nas linhas de ação propostas na Estratégia de Adaptação;
- Estabelecimento de protocolo de verificação de terceira parte, constituída por especialistas, para a avaliação periódica do Plano de Adaptação e de sua estrutura de implementação;
- Disponibilização do Plano de Adaptação, por meio de instrumento de consulta pública, tendo em vista viabilizar a participação social;
- Desenvolvimento de metodologia de monitoramento e avaliação, para a análise da eficácia das medidas propostas no Plano de Adaptação e correção de curso, ao longo do processo;
- Estabelecimento do Plano de Ação integrando adaptação à mitigação (Plano de Ação para a Redução de Gases de Efeito

Faz-se necessário, entretanto, que se proceda ao preenchimento de lacunas e à atualização regular e permanente do conhecimento, a partir de novos dados e informações e estudos complementares. Nesse contexto, ressalta-se a importância da continuidade da parceria estabelecida entre a academia e a PCRJ, que foi fundamental para o avanço no aprendizado das ameaças e vulnerabilidades da Cidade às mudanças do clima. Ainda, é recomendável o estabelecimento de parcerias com outras instituições de pesquisa e ensino nacionais e internacionais, iniciativa privada, organizações não governamentais e outros *stakeholders*, de forma a contribuir com as ações de adaptação e no engajamento do Carioca no processo.

Referências bibliográficas



1. THE WORLD BANK. 2016. **Urban population**. Disponível em: <http://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS>. Acessado em: Julho de 2016.
2. IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. 2014. Annex II: Glossary [MACH, K.J., S. PLANTON AND C. VON STECHOW (eds.)]. In: **Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Core Writing Team: Pachauri, R.K. & Meyer, L.A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland. pp. 117-130.
3. BRASIL. MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2016. **Plano Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas**. v. 1: Estratégia geral. Portaria MMA nº 150, de 10 de maio de 2016. MMA. Brasília/DF.
4. JO, W. & AMANDA, R. 2016. **Managing London's Exposure to Climate Change**. Future of London & ARUP. LONDON/UK. 44 P.
5. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2016. **IBGE Cidades, Rio de Janeiro**. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=330455>. Acessado em: Outubro de 2016.
6. PCRJ - PREFEITURA DA CIADE DO RIO DE JANEIRO. 2016. **O Rio do amanhã – Visão Rio 500 e Planejamento Estratégico 2017-2020**. Rio de Janeiro/RJ.
7. VISÃO RIO 500. 2016. **Desenvolvendo uma Visão Rio 500 anos e o planejamento estratégico da cidade. Apresentação executiva e Análise demográfica**. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/5943356/4155547/2016.01.21>. Acessado em: Setembro de 2016.
8. IPP - INSTITUTO PEREIRA PASSOS. 2007. **Carta de uso do solo do Município do Rio de Janeiro - 2004**.
9. IPP - INSTITUTO PEREIRA PASSOS. 2015. **Carta de uso do solo do Município do Rio de Janeiro - 2015, 2016**.
10. LUIZ SILVA, W. & DEREZYNSKI, C.P. 2014. Caracterização climatológica e tendências observadas em extremos climáticos no Estado do Rio de Janeiro. **Anuário do Instituto de Geociências UFRJ** 37 (2): 123-138.
11. IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. 2013. **Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. STOCKER, T.F.; QIN, D.; PLATTNER, G. K.; TIGNOR, M.; ALLEN, S.K.; BOSCHUNG, J.; NAUELS, A.; XIA, Y.; BEX, V. & MIDGLEY, P.M. (eds). Cambridge University Press, Cambridge. United Kingdom and New York. 1535 p.
12. MARTINS, T.F., 2014. **Pluviometria crítica de escorregamentos na cidade do Rio de Janeiro: Comparação entre regiões e períodos**. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro/RJ. 167 p.
13. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2012. **Censo Demográfico 2010. Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. Rio de Janeiro**. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Caracteristicas_Gerais_Religiao_Deficiencia/caracteristicas_religiao_deficiencia.pdf. Acessado em: Abril de 2016.
14. MIGUEZ, M.G. 2001. **Modelo matemático de células de escoamento para bacias urbanas**. Tese de Doutorado. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro/RJ.
15. ROSMAN, P.C.C. 2016. **Modelagens para definição de níveis máximos nas embocaduras fluviais do sistema lagunar de Jacarepaguá, considerando cenários de mudanças climáticas. Relatório 1**. Estudo Técnico de Apoio ao Desenvolvimento do Plano de Adaptação da Cidade do Rio de Janeiro às Mudanças Climáticas – EPA/PA. LIMA/COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro/RJ.
16. RIO-ÁGUAS. 2013. **Proposição, análise e avaliação de intervenções de manejo de águas pluviais em sub-bacia hidrográfica: Área de estudo 1: Rio Guerengüê e Área de estudo 2: Arroio Pavuna**. Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais da Cidade do Rio de Janeiro.

Apêndice 1

Avaliando a potencial exposição dos Sistemas de Interesse e Infraestruturas Estratégicas aos perigos climáticos

A sobreposição dos mapas de perigo de escorregamento de massa, ilha e onda de calor e inundação com os Sistemas de Interesse e Infraestruturas Estratégicas permitiu avaliar a potencial exposição. As informações foram obtidas em bancos de dados da PCRJ e instituições parceiras, por meio da colaboração com os Grupos de Trabalho.

Os mapas de escorregamento de massa e inundação foram elaborados pela espacialização dos respectivos índices, não tendo sido consideradas intervenções antrópicas de redução dos perigos.

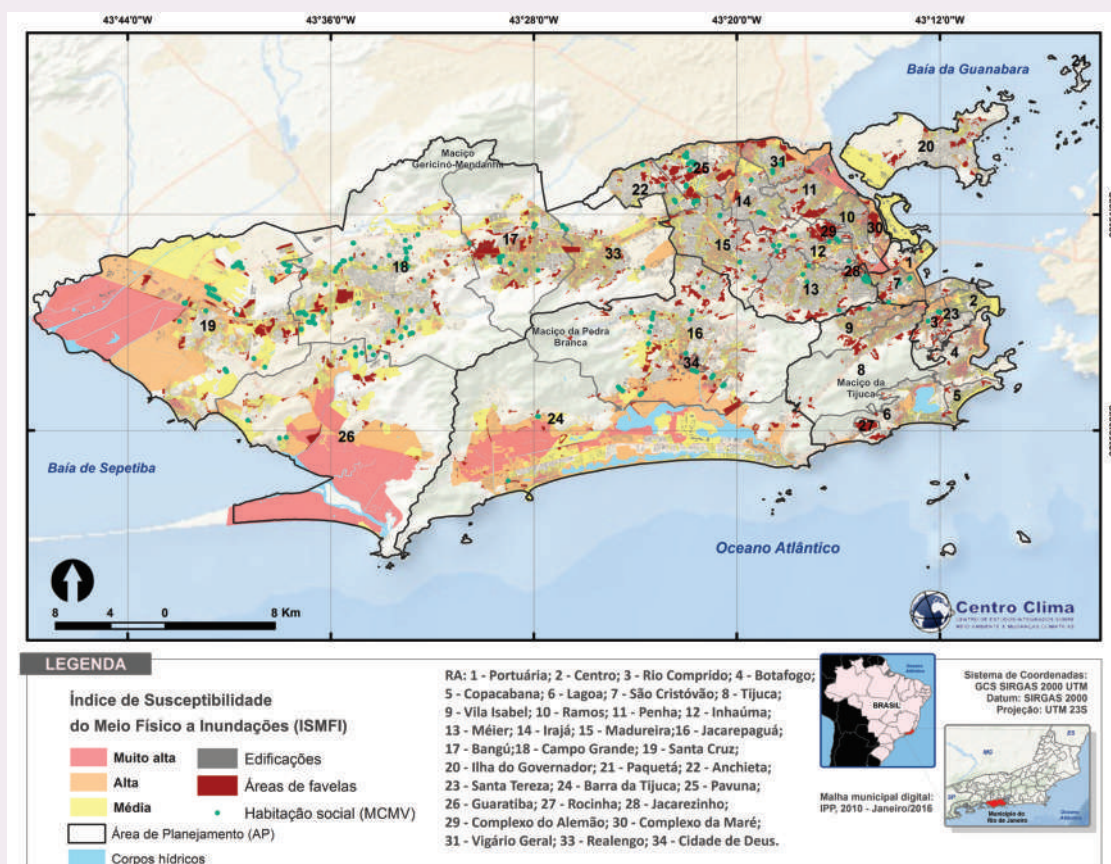
Os elementos em estudo dos Sistemas de Interesse e Infraestruturas Estratégicas são apresentados a seguir.

 Urbanização e Habitação	Exposição de edificações formais, áreas de favelas e empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida (habitação social)
 Mobilidade Urbana	Exposição das vias arteriais principais, estações e redes de transportes de média e alta capacidade
 Saúde	Exposição da população aos perigos climáticos, destacando a incidência de doenças suscetíveis ao clima
 Ativos Ambientais	Exposição dos maciços florestais, lagoas, baías e praias
 Infraestruturas Estratégicas	Exposição das infraestruturas de serviços relacionadas aos setores urbanos de educação, segurança, conservação e saúde pública, transporte (aeroportos e portos), resíduos sólidos, abastecimento de água, saneamento e energia, nas categorias Resposta, Operação e Educacional

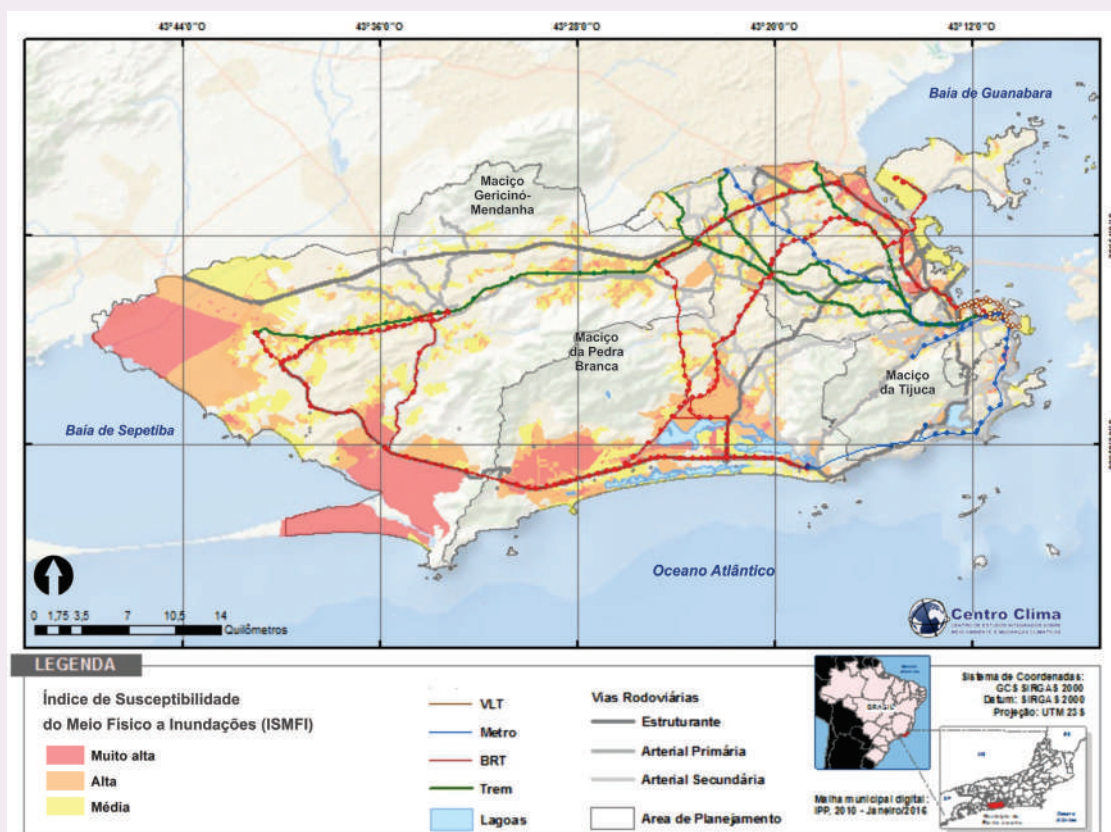
Índice de Suscetibilidade do Meio Físico a Inundações



Urbanização e Habitação

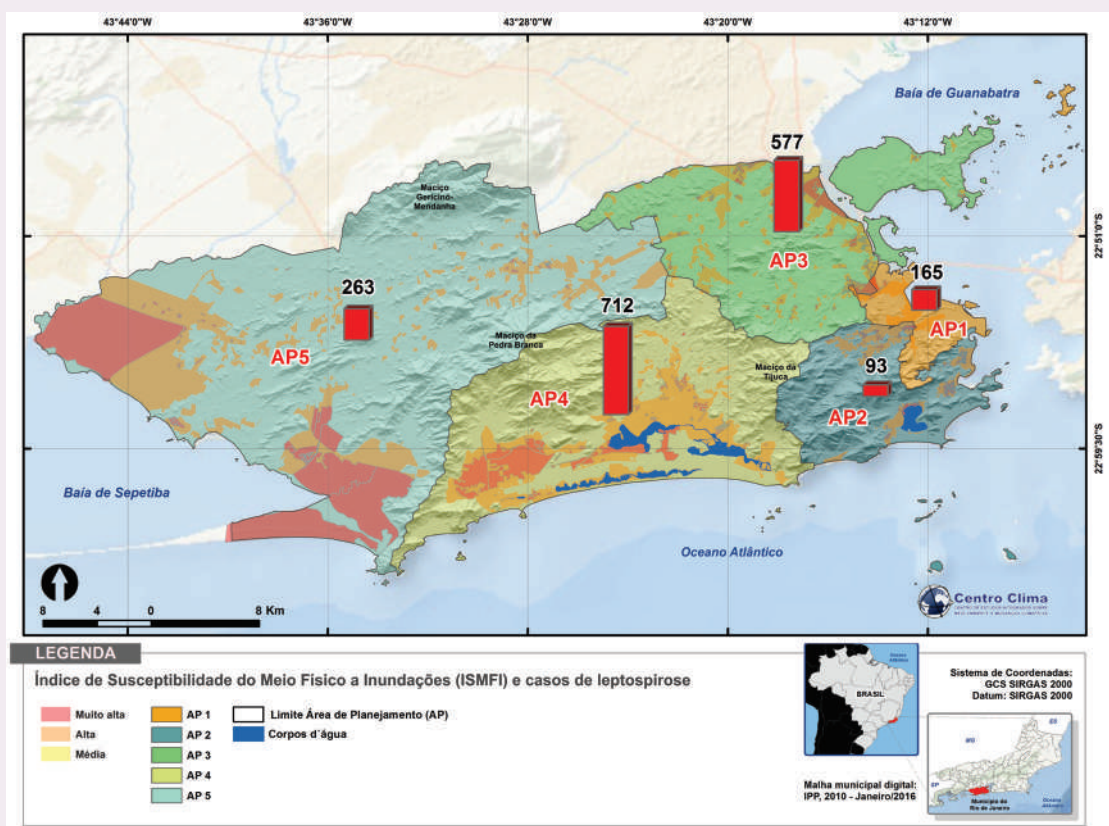


Mobilidade Urbana

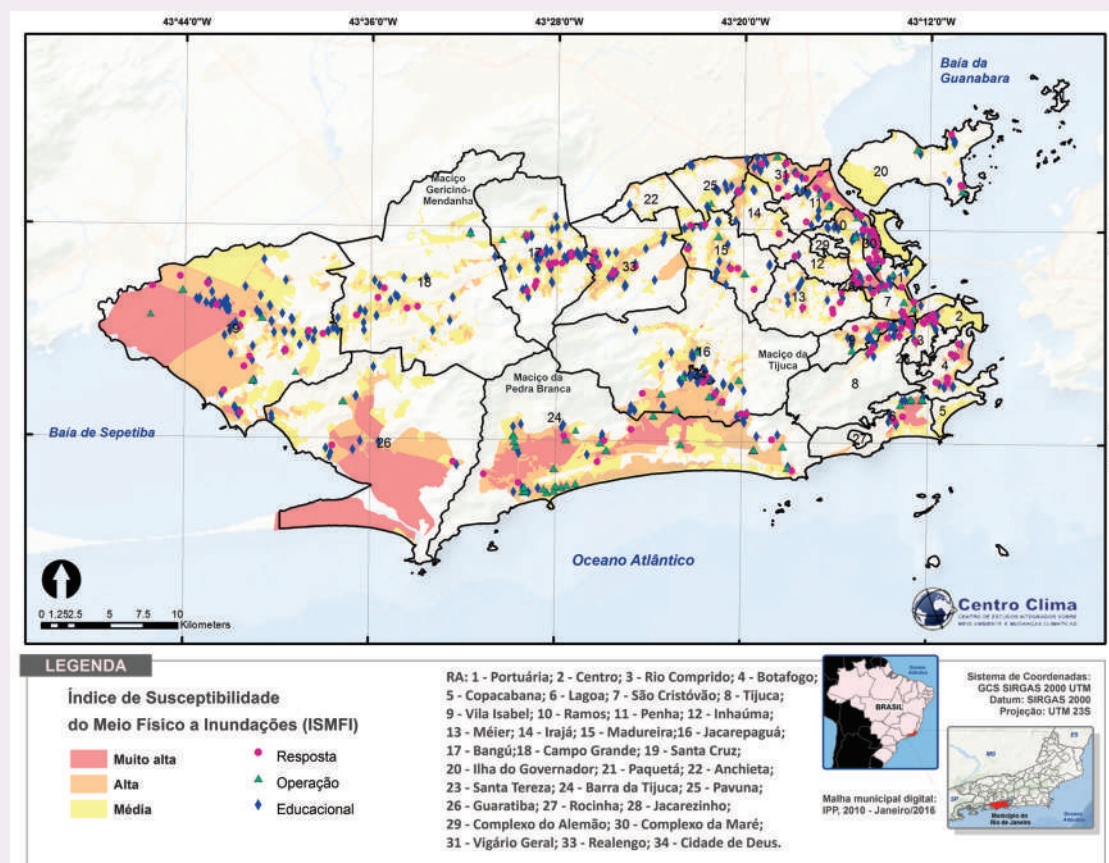




Saúde



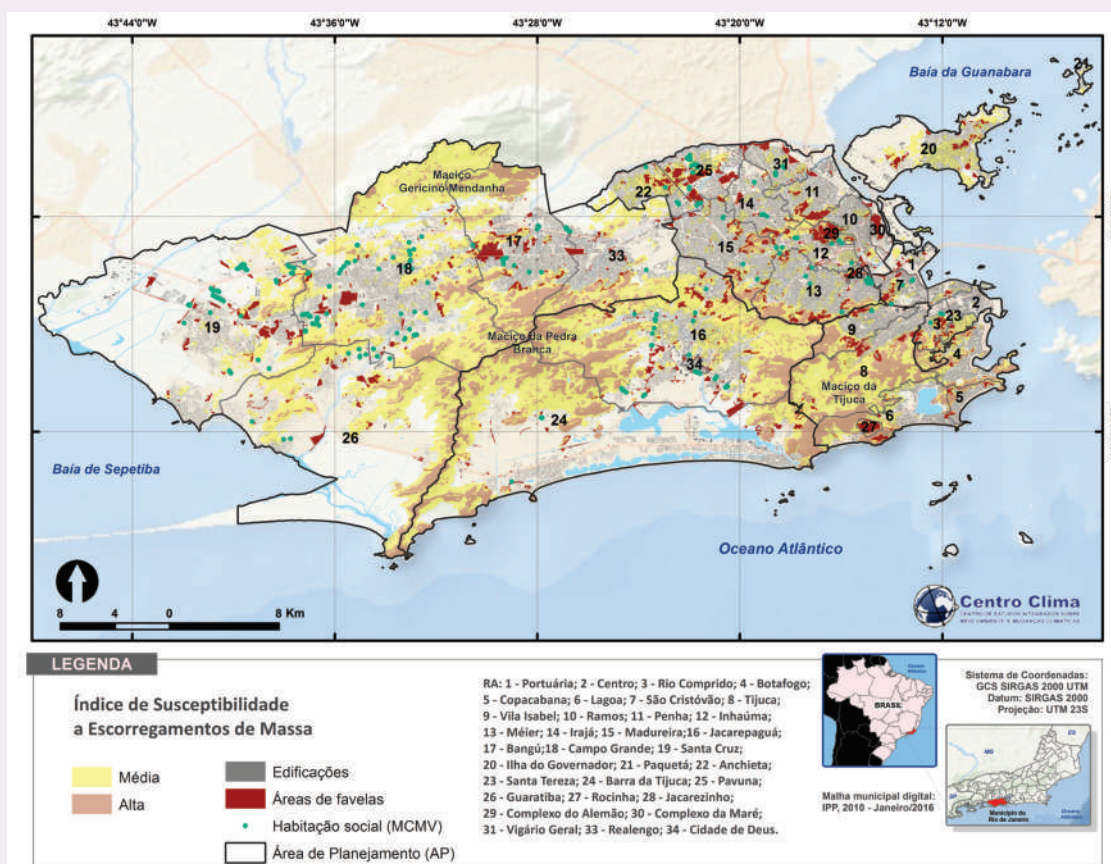
Infraestruturas Estratégicas



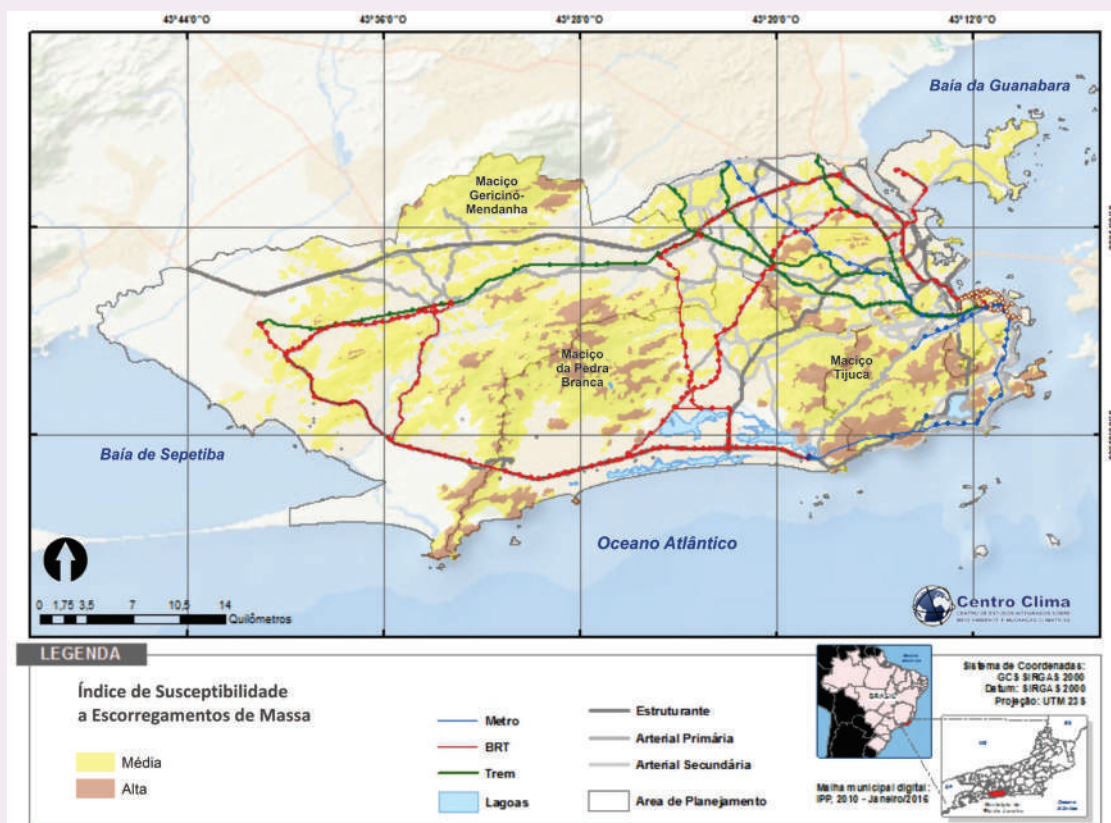
Índice de Suscetibilidade a Escorregamento de Massa



Urbanização e Habitação

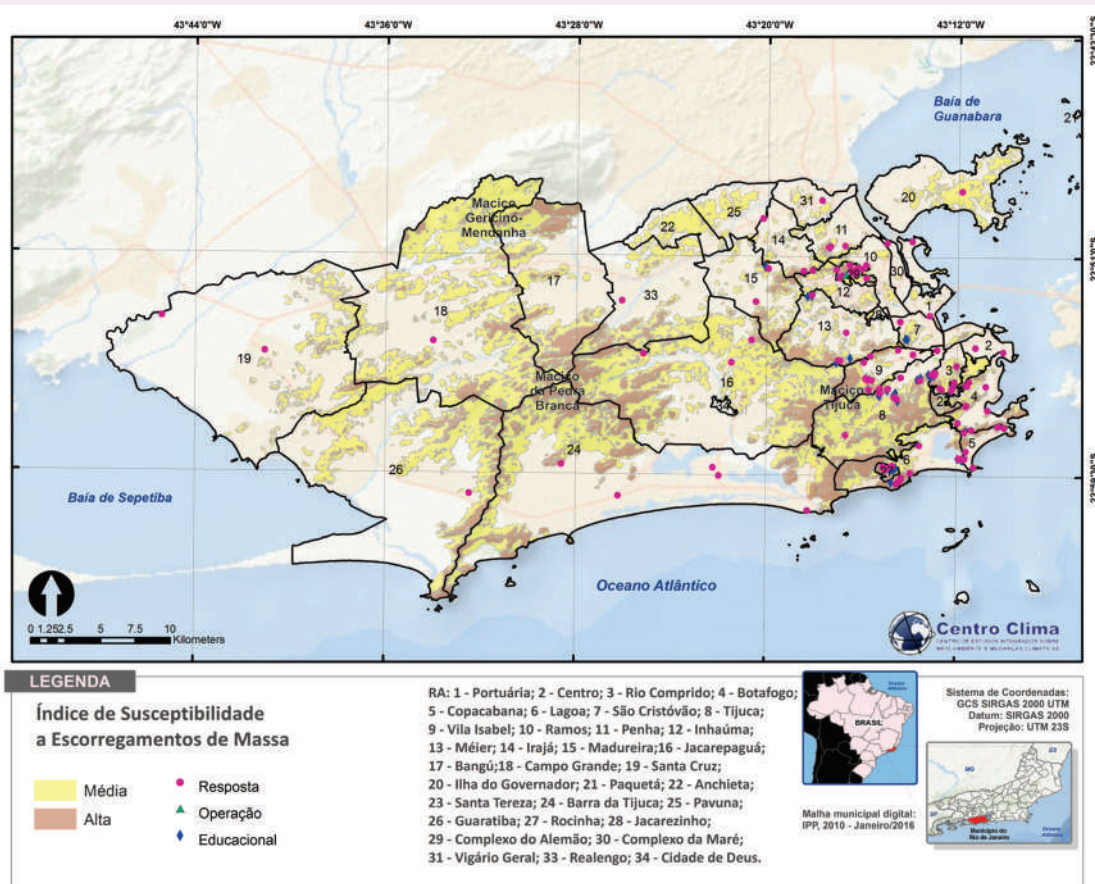


Mobilidade Urbana

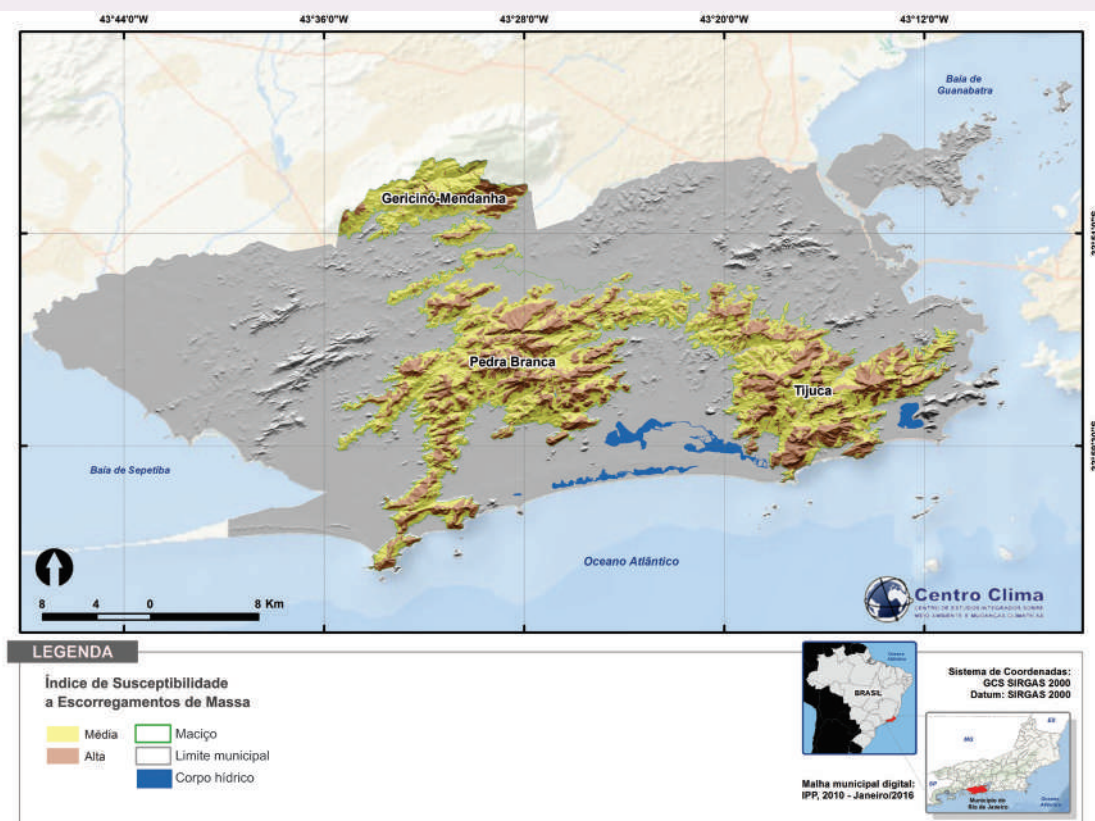




Infraestruturas Estratégicas



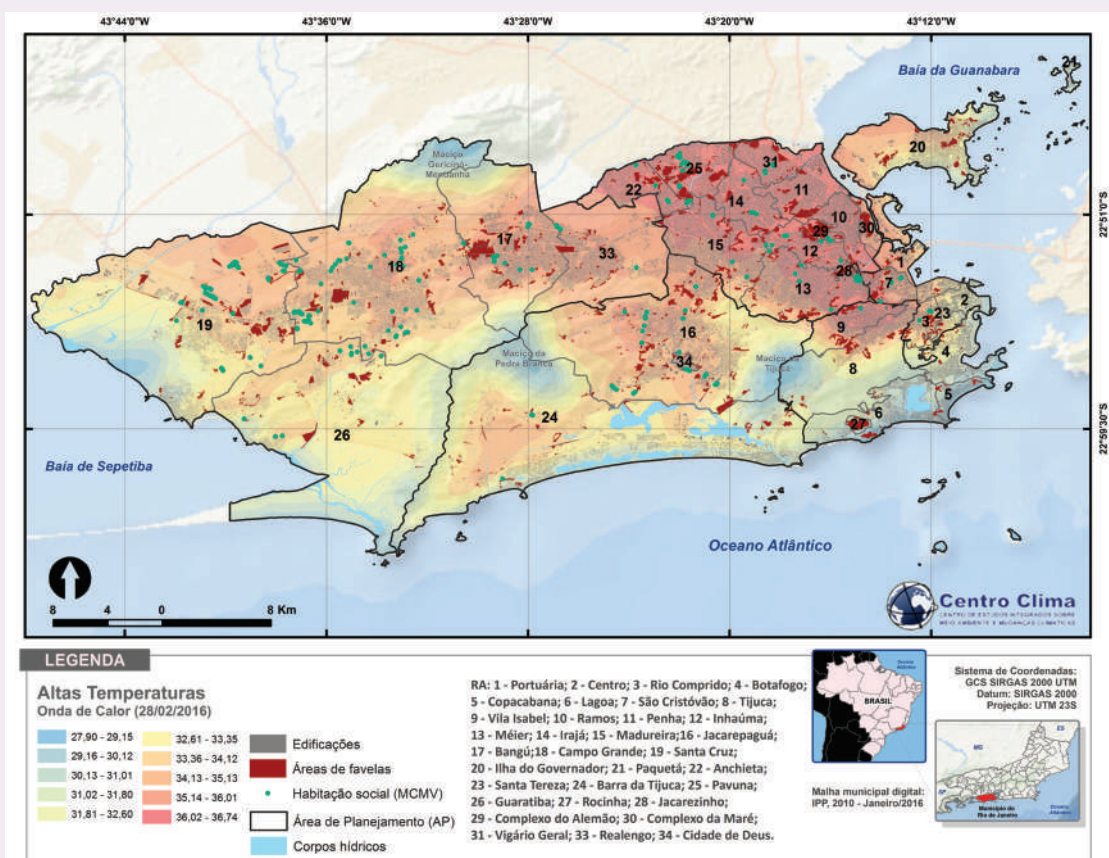
Maços Florestais



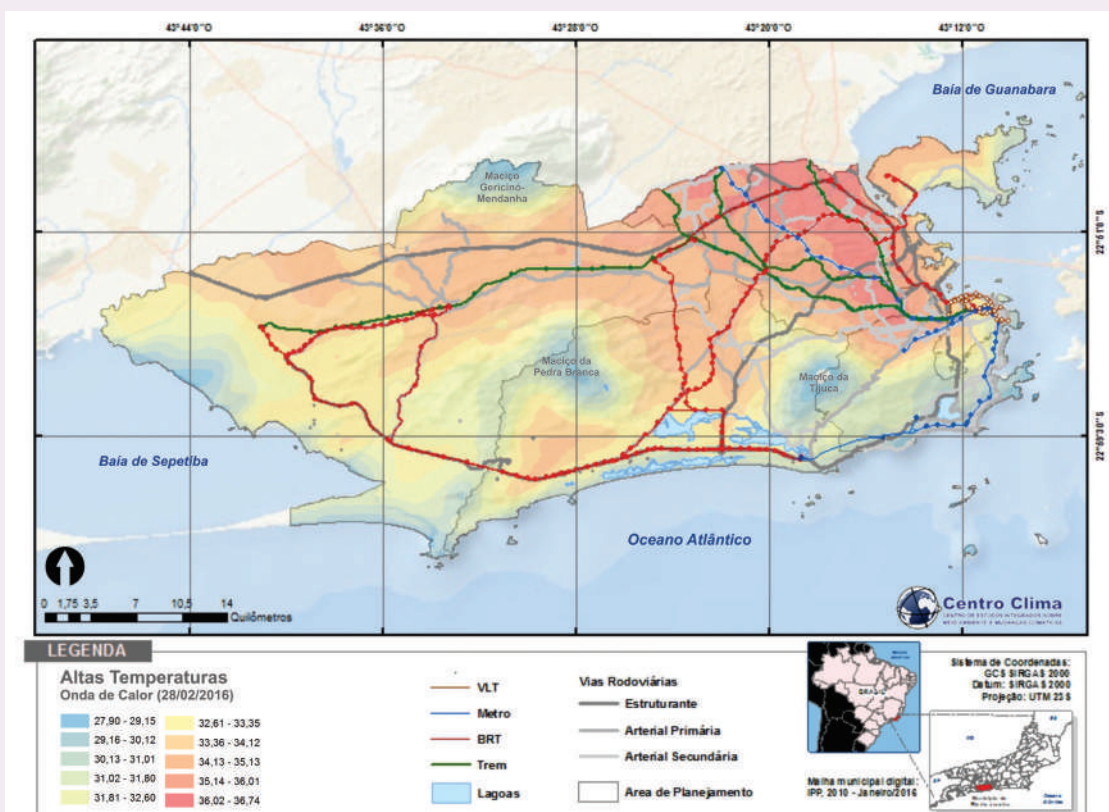
Altas temperaturas – Ilha e onda de calor



Urbanização e Habitação

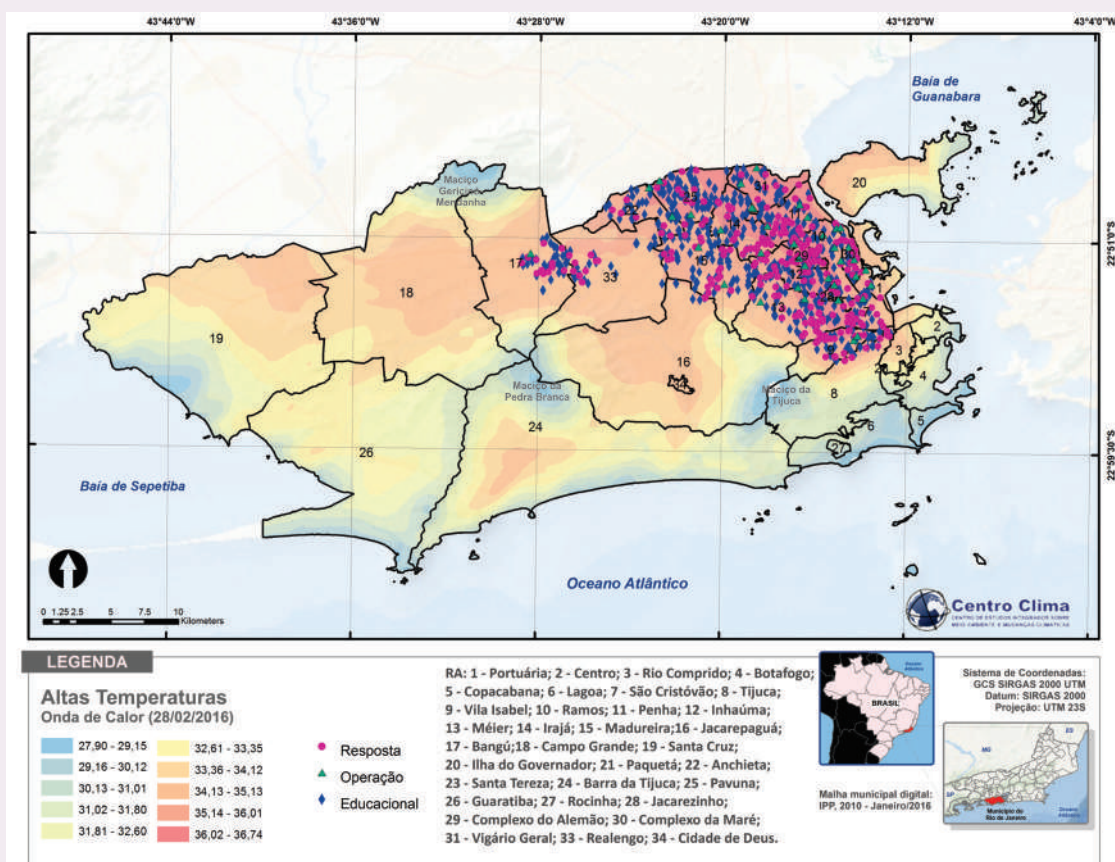


Mobilidade Urbana





Infraestruturas Estratégicas



Apêndice 2

Perigo						
Iniciativa	Elevação do nível médio do mar e ondas	Escorregamento de massa	Ilha e onda de calor	Inundação	Sistemas meteorológicos (Ventos)	Modelagem climática
Pilar 1 - Avançar no conhecimento						
P1.1 Difundir conhecimento	Elaborar material didático sobre a influência dos sistemas meteorológicos e condicionantes ambientais na deflagração de eventos perigosos, para divulgação junto à população, principalmente na comunidade escolar. Aprimorar a comunicação entre a PCRJ e a população, para divulgação de boletins em tempo real sobre a possibilidade da ocorrência de eventos perigosos (eventos meteorológicos e oceanográficos), em especial para grupos estratégicos (associação de surfistas, colônias de pescadores, iate clubes, Grupo de Salva-Vidas do Corpo de Bombeiros, associações de moradores, comerciantes locais, responsáveis locais em instituições de ensino e por Pontos de Apoio, agentes de saúde comunitários, Guarda Municipal, entre outros).					Elaborar material didático sobre mudanças climáticas, modelagem climática e sistema de previsão de tempo.
Ator envolvido	SME, SMAC, Defesa Civil, Alerta Rio, COR	SME, SMAC, Defesa Civil, Geo-Rio, COR	SME, SMAC, COR	SME, SMAC, Defesa Civil, Alerta Rio, COR	SME, SMAC, COR	SME, SMAC, COR
P1.2 Ampliar e integrar rede de monitoramento	Monitorar ventos, marés e ondas nas baías e região oceânica.	Ampliar o uso de dados de monitoramento de satélites de base aberta, p. ex., sobre umidade do solo e precipitação, para o acompanhamento da probabilidade de escorregamento de massa, em conformidade com o mais avançado conhecimento técnico-científico.	Estabelecer rede espacialmente consistente de monitoramento meteorológico (temperatura, umidade, direção e intensidade do vento), para toda a CRJ, inclusive para uso em estudos de saúde pública.	Ampliar rede de monitoramento pluviométrico e fluviométrico, sobretudo na AP 4 e AP 5, com disponibilização de dados em ambiente WebGIS.	Estabelecer rede espacialmente consistente, para o monitoramento meteorológico (pressão, temperatura, umidade, direção e intensidade do vento, UV, insolação).	Aperfeiçoar bancos de dados e redes de monitoramento, para a detecção de alterações climáticas no médio e longo prazo.
Ator envolvido	SMAC, Defesa Civil, DHN, INMET, Geo-Rio	SECT, SMAC, Defesa Civil, Geo-Rio	SMAC, SMU, SMS, SECT	SMAC, Geo-Rio, Defesa Civil	SMAC, SMU, SECT	Secretarias municipais
P1.3 Atualizar informações	Resgatar e sistematizar informações sobre ondas, marés (nível do mar) e ventos.	Acompanhar a expansão da Cidade em Áreas de Proteção Ambiental, com base em imagens de satélite.	Resgatar e sistematizar informações meteorológicas dispersas entre várias instituições.	Atualizar curvas intensidade-duração-frequência de chuvas de projeto em obras de drenagem e análise da estacionariedade das séries históricas de precipitação.	Resgatar e sistematizar informações meteorológicas dispersas entre várias instituições.	Obter acesso ao maior número de modelos climáticos globais e regionais atualizados, para realizar projeções sobre perigos climáticos de relevante interesse para a Cidade e compreender as possíveis consequências.
Ator envolvido	Secretarias municipais, DHN, INMET, aeroportos, COR	SMAC, SMU, Geo-Rio, COR	Secretarias municipais, DHN, INMET, aeroportos, COR	Rio-Águas	Secretarias municipais, DHN, INMET, aeroportos, COR	Secretarias municipais, COR
P1.4 Modelar sistemas	Caracterizar a incidência das ondas (refração-difração) na costa, para todos os cenários possíveis em alto mar e diferentes condições de nível do mar.	Aprofundar estudos sobre a estabilidade das encostas, considerando cenários de mudança de uso e cobertura do solo, sob a influência de eventos meteorológicos extremos (precipitação, temperatura) projetados por diferentes modelos climáticos e <i>time slices</i> .	Desenvolver, implementar e adequar modelo de mesoescala (p.ex. WRF), para o mapeamento, em alta resolução, da distribuição espacial e temporal da temperatura, vento e umidade.	Realizar modelagem hidrodinâmica das principais bacias hidrográficas para diferentes tempos de retorno, mapeamento e análise do risco de inundações e enxurradas para cenários atual e futuro, considerando alternativas de expansão urbana, variabilidade na precipitação e aumento do nível médio do mar.	Desenvolver, implementar e adequar modelo de mesoescala (p.ex. WRF), para o mapeamento em alta resolução da distribuição espacial e temporal de parâmetros meteorológicos.	Aprimorar os instrumentos computacionais existentes e fomentar parcerias institucionais, para realizar modelagem climática.
Ator envolvido	SMAC, SECT, DHN, INPH, universidades, Rio-Águas, COR	Geo-Rio, COR	SMAC, COR, SECT, universidades, Fiocruz	SMAC, SECT, DHN, INPH, Rio-Águas, COR	SMAC, SECT, universidades, COR	Secretarias municipais

Perigo						
Iniciativa	Elevação do nível médio do mar e ondas	Escorregamento de massa	Ilha e onda de calor	Inundação	Sistemas meteorológicos (Ventos)	Modelagem climática
Pilar 2 - Capacitar tomadores de decisão						
P2.1 Difundir o conhecimento científico	Elaborar cursos e material didático sobre variáveis oceanográficas e atmosféricas, para difusão do tema mudança climática.	Atualizar, periodicamente, cursos e material didático em conformidade com o mais avançado conhecimento técnico-científico sobre eventos meteorológicos, estabilidade de encostas e gestão de risco de desastre.	Elaborar cursos e material didático sobre a influência dos sistemas meteorológicos no clima da Cidade.	Elaborar cursos e material didático sobre abordagens sustentáveis em drenagem urbana - <i>Best Management Practices</i> (BMP), <i>Low Impact Development</i> (LID), <i>Sustainable Urban Drainage Systems</i> (SUDS), <i>Water Sensitive Urban Design</i> (WSUD), Técnicas Compensatória, <i>Waterfont Design</i> e Requalificação Fluvial Urbana.	Elaborar cursos e material didático, em conformidade com o mais avançado conhecimento técnico-científico.	Elaborar material didático sobre mudanças e modelagem climática para técnicos e especialistas de diferentes Secretarias e autarquias, fundações e empresas ligadas à PCRJ.
Ator envolvido	SMU, SECT, SMAC	Geo-Rio, COR	SMAC, IPP, SMS, FIOCRUZ, COR	SMU, SMAC, IPP	SMAC, CET-Rio, DHN, INMET, aeroportos, COR	SMAC, IPP, SECT, Geo-Rio, COR
P2.2 Treinamento de equipes multidisciplinares	Realizar ciclos de oficinas e cursos especializados para a prevenção e preparação para a ocorrência de eventos, incluindo o monitoramento e a análise de informações socioeconômicas, geofísicas, meteorológicas, oceanográficas, de engenharia e biológicas.					
	Aprimorar o processo de licenciamento de obras e empreendimentos na orla, considerando padrões de sustentabilidade e resiliência às mudanças climáticas relacionadas ao ambiente marinho.	Incorporar o resultado de estudos sobre cenários de mudança de uso e cobertura do solo e cenários de clima futuro nas avaliações geotécnicas.	Difundir o uso da modelagem atmosférica e modelo de mesoescala (por exemplo, WRF).	Introduzir visão integrada no planejamento urbano, com enfoque no controle de inundações. Viabilizar o licenciamento de infraestruturas verdes e concepções sustentáveis em drenagem urbana.	Difundir o uso da modelagem atmosférica e de modelo de regimes de ventos.	Permitir análise crítica de informações de projeções climáticas e suas consequências e incorporar as informações no planejamento, conforme as ferramentas efetivamente disponíveis.
	Realizar ciclo de palestra e cursos especializados entre as diferentes secretarias e instituições, visando à troca de conhecimento e informação.					
Ator envolvido	SMU, SMAC, Geo-Rio, Rio-Águas, COR	SMAC, SMU, Geo-Rio	SMAC, COR	SMAC, SMU, Rio-Águas	COR, SMAC, SECT	Secretarias municipais, COR, Geo-Rio, Rio-Águas

Perigo						
Iniciativa	Elevação do nível médio do mar e ondas	Escorregamento de massa	Ilha e onda de calor	Inundação	Sistemas meteorológicos (Ventos)	Modelagem climática
Pilar 3 - Promover a integração dos perigos no planejamento e na gestão pública						
P3.1 Prover fundamentação científica a políticas e ações de adaptação	Realizar ciclo de oficinas com os Vereadores da CRJ sobre mudança climática, uniformização de vocabulário, apresentação de legislação em vigor e propostas em andamento. Definir cenário de referência para os diferentes perigos a serem considerados nas políticas públicas, planejamento urbano, projetos arquitetônicos e sistemas de alerta (p. ex., nível do mar de referência, linhas de controle de erosão, possibilidade da ocorrência de ciclones, definição conceitual de onda de calor, limiares críticos de intensidade de vento e potenciais danos). Incentivar pesquisa científica para subsidiar a atualização normativa (incluindo código de obras e edificações) e incorporação de agenda de gestão de risco e incremento de resiliência, contemplando prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação para eventos extremos. Incentivar soluções integradas entre diferentes sistemas urbanos, considerando as consequências diretas e indiretas e respectivas interdependências dos perigos (controle de inundação pelo uso de sistemas de espaços livres, paisagens multifuncionais, obras de contenção, proteção de vegetação nativa em encostas, margens de rios e restingas). Rever políticas, planos e programas (p.ex., Plano Diretor), considerando os potenciais impactos dos perigos.					
Ator envolvido	COR, Geo-Rio, SMAC, SMU, SECT, CMRJ, Casa Civil	COR, Geo-Rio, SMAC, SMU, SMH, CMRJ, Casa Civil	COR, Geo-Rio, SMAC, SMU, Rio-Águas, CMRJ, Casa Civil	COR, Geo-Rio, SMAC, SMU, SMO, Rio Águas, CMRJ, Casa Civil	Geo-Rio, SMAC, SMU, COR CMRJ, Casa Civil	COR, Geo-, SMAC, CMRJ

Perigo						
Iniciativa	Elevação do nível médio do mar e ondas	Escorregamento de massa	Ilha e onda de calor	Inundação	Sistemas meteorológicos (Ventos)	Modelagem climática
Pilar 4 - Promover a avaliação e o acompanhamento dos perigos						
P4.1 Acompanhar, periodicamente, políticas, planos e programas	Elaborar relatórios anuais sobre eventos de ressacas e inundação costeira (maré meteorológica), com valoração dos danos.	Elaborar relatórios anuais sobre o avanço urbano nas áreas suscetíveis a escorregamento de massa, com base em imagens de satélite, e efetuar a valoração de danos.	Elaborar relatórios anuais sobre eventos de ondas de calor e localização de ilhas de calor, associado a informações de saúde pública, disponibilizadas na forma de mapas.	Elaborar relatórios anuais sobre eventos de inundação e prejuízos associados, com divulgação de mapas de áreas críticas. Implantar centro de controle e modelagem de inundações, informações oceanográficas e dados meteorológicos, geotécnicos e de saúde pública, georreferenciados em ambiente SIG.	Elaborar relatórios anuais sobre a ocorrência de rajadas de vento e danos associados.	-
Ator envolvido	Rio-Águas, Geo-Rio, Defesa Civil, sociedade civil, iniciativa privada, INPE, universidades, FIOCRUZ, SMAC, COR					

