



Análise *ex post* da Política Estadual sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável do Rio de Janeiro

Vanessa Luz Leiras dos Santos

Mestrado em Ciências e Tecnologia do Ambiente

Especialização em Riscos: Avaliação e Gestão Ambiental

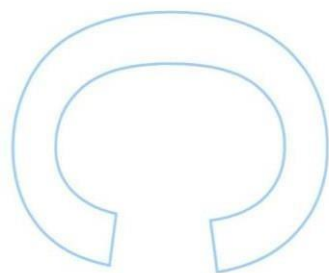
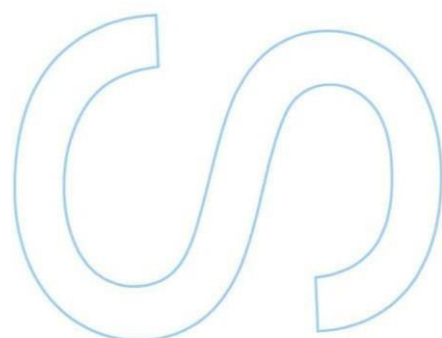
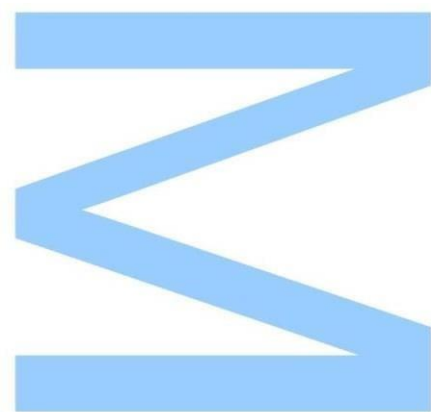
Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
2021

Orientador

Pedro Luiz Côrtes, Professor Associado Convidado, Universidade de São Paulo

Coorientador

Antônio Guerner Dias, Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências



AGRADECIMENTOS

Primeiramente, à essa energia superior que me dá o dom da vida a cada dia. Obrigada por me proporcionar esta experiência que vai muito além do intelectual.

Em segundo lugar, à minha família que é responsável por fornecer um apoio incansável e um amor incondicional. Em especial, aos meus pais: Joice e Evandro. Mãe, independente de onde você estiver, obrigada por ser o meu anjo da guarda e pelo exemplo de mulher guerreira. Pai, mesmo com a distância Brasil-Portugal, obrigada por conseguir se fazer presente e por me ouvir nas incontáveis videochamadas. Amo vocês mais que tudo!

Em terceiro lugar, aos meus amigos que acompanharam esta saga de perto e que, como família, acolheram, ouviram, ampararam, apoiaram, aconselharam, sorriram e choraram junto comigo. Em especial: Glenda, Jeff, Magda, Alexandre, João Tomé, Isabela, Helena, Jorge, Luísa, Elaine, Erick, Dona Joana, Seu Tosé, João Oliveira, Pamella, Rui, Ricardo, Karla, Cristina e os inCRíveis amigos da Salt.

Um agradecimento especial à minha madrastra, Magda. Se não fosse por ti, o meu sonho não teria se tornado realidade: muito obrigada por ser quem és e pela ajuda! Amo-te porque sim! Sou extremamente feliz pela nossa parceria!

Claro, uma gratidão sem fim aos meus orientadores, Guerner e Pedro: sem vocês não seria possível concluir esta jornada. Obrigada pela recepção de braços abertos e pela mentoria nestes meses de pesquisa. Além disso, muito obrigada por toda a paciência e compreensão. Com toda a certeza, posso afirmar que foi uma honra trabalhar com vocês.

Por fim, gostaria de agradecer à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto por proporcionar essa oportunidade!

RESUMO

O aumento da temperatura na superfície global está a vivenciar impactes irreversíveis e estamos a caminhar em direção às previsões de +1,5°C. Uma das consequências é o aumento do nível do mar. De acordo com a comunidade científica, o aumento do nível do mar é gradual sendo possível prever cenários para um aumento de mais de 0,98 m em 2100. Este cenário, em específico, é alarmante pois as zonas costeiras que são áreas com grandes concentrações populacionais e abrangem diversos polos de alta importância económica, como por exemplo: o estado do Rio de Janeiro (Brasil). Fica sob a responsabilidade, principalmente, dos governantes em executar estratégias de mitigação e/ou adaptação em face às mudanças climáticas. Por tais motivos, o principal objetivo deste estudo discorreu sobre a importância das políticas públicas na mitigação e/ou adaptação dos efeitos das mudanças climáticas, ao realizar a análise *ex post* da Lei nº 5.690 de 14 de abril de 2010 (Política Estadual Sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável) associado ao aumento do nível do mar. A principal conclusão da análise é que a política não tem metas concretas. E, por isso, foi apresentado, como resultado de pesquisa bibliográfica, diversas estratégias para serem aplicadas no estado do Rio de Janeiro: Eco-DRR (Redução do Risco de Desastres com base no ecossistema), EbA (Adaptação baseada em Ecossistemas), “caixa de ferramentas”, análises de percepção, gestão sustentável com participação da população local, retirada planeada, acomodação, proteção, técnicas híbridas, Sistema de Informação Geográfica (SIG), matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) e análise hierárquica.

Palavras-chave: mudanças climáticas; aumento do nível do mar; políticas públicas; análise *ex post*; estratégias de mitigação e/ou adaptação.

ABSTRACT

The increase in global surface temperature is experiencing irreversible impacts and, we are moving towards changes of +1.5°C. One of the consequences is the sea level rise. According to the scientific community, the sea level rise is gradual and, it is possible to predict scenarios for an increase of more than 0.98 m in 2100. This scenario, in particular, is alarming because coastal areas have large populations and cover several poles of high economic importance, such as the state of Rio de Janeiro (Brazil). It is under the responsibility, mainly, of the government for mitigation and/or adaptation in the face of climate change. For these reasons, the main objective of this study is to discuss the importance of public policies in mitigating and/or adapting to the effects of climate change by carrying out an *ex post* analysis of Law No. 5690 of April 14, 2010 (State Policy on Change Climate and Sustainable Development Global) associated with rising sea levels. The main conclusion of the analysis is that the policy does not have concrete goals. And, therefore, as a result of bibliographical research, several strategies to be applied in the state of Rio de Janeiro were presented: Eco-DRR (Ecosystem-based Disaster Risk Reduction), EbA (Ecosystem-Based Adaptation), "box of tools", perception analysis, sustainable management with the participation of the local population, planned retreat, accommodation, protection, hybrid techniques, Geographic Information System (GIS), GUT matrix (Gravity, Urgency, and Trend) and hierarchical analysis.

Keywords: climate change; sea level rise; public policy; *ex post* assessment; climate change mitigation and/or adaptation strategies.

ÍNDICE

Capítulo 1 - Introdução

1.1 Introdução.....	1
1.2 Justificativa.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo Principal.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3

Capítulo 2 - Metodologia

2.1 Metodologia.....	3
----------------------	---

Capítulo 3 – Estado da Arte

3.1 Estado da Arte.....	4
-------------------------	---

Capítulo 4 - Problemas ambientais

4.1 Os impactes sobre a zona costeira.....	10
4.2 Avanço do nível do mar.....	18
4.3 Análises Científicas e recomendações.....	25

Capítulo 5 – Referências Teóricas

5.1 Estratégias adotadas consequentes às Mudanças Climáticas.....	34
5.2 Governança Pública, Governança Ambiental e Políticas Públicas.....	35
5.3 Avaliações de Políticas Públicas.....	41
5.4 Avaliação de Políticas Públicas – <i>ex ante</i>	45
5.5 Avaliação de Políticas Públicas – <i>ex post</i>	47

Capítulo 6 - Avaliação *ex post* da Lei 5.690/2010

6.1 Contexto.....	50
6.2 Avaliação.....	53
6.3 Descrição Geral.....	54
6.3.1 Fatores de Contexto.....	54
6.3.2 Descrição do Problema e Justificativa.....	55
6.3.3 Objetivos.....	55
6.3.4 Metas.....	56
6.3.5 Público-alvo.....	56
6.3.6 Instrumentos.....	56
6.3.7 Estratégias de Implantação.....	57
6.3.8 Prazo de execução.....	58
6.3.9 Recurso previsto.....	58
6.4 Diagnóstico do Problema.....	59
6.5 Implantação.....	67
6.6 Resultados.....	69
6.7 Impacte.....	70
6.8 Últimas considerações da avaliação <i>ex post</i>	77
6.9 Plano Estadual sobre Mudança do Clima.....	78
6.10 Plano Nacional sobre Mudança do Clima.....	78
6.11 Plano de Adaptação Climática do Estado do Rio de Janeiro.....	79
Capítulo 7 – Considerações Finais.....	79
Referências Bibliográficas.....	82
Anexo I	91

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Efeito estufa natural.....	5
Figura 2: Efeito estufa causado por ação antropogénica.....	5
Figura 3: Mudança na temperatura global da superfície (média anual), conforme observado e simulado usando fatores humanos e naturais e apenas naturais (ambos 1850-2020).....	7
Figura 4: Síntese da avaliação da mudança observada nos quentes extremos e confiança na contribuição humana para as mudanças observadas nas regiões do mundo.....	8
Figura 5: Síntese da avaliação da mudança observada na forte precipitação e confiança na contribuição humana para as mudanças observadas nas regiões do mundo.....	8
Figura 6: Mudança média global do nível do mar em relação a 1900.....	9
Figura 7: Ciclo Hidrológico.....	11
Figura 8: Alteração da precipitação total anual e anomalias de precipitação brasileira no período de 1970 até 2020.....	13
Figura 9: Divisão territorial para o Zoneamento Ecológico-Económico (ZEEC) da ZC do ERJ.....	15
Figura 10: Mapas de vulnerabilidade do Estado do Rio de Janeiro (geral, ambiental, social e saúde, respetivamente).....	17
Figura 11: Distribuição global do galgamento costeiro durante o período 1993-2015.....	18
Figura 12: Exemplos ilustrativos de impactos na zona costeira da região de Niterói localizada na ZEEC RH-V.....	20
Figura 13: Impactos na zona costeira da região de Atafona localizada na ZEEC RH-IX.....	20
Figura 14: Impactos na zona costeira na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro localizada na ZEEC RH-V.....	21
Figura 15: Impactos na zona costeira na Zona Sul da cidade do Rio de Janeiro localizada na ZEEC RH-V.....	21
Figura 16: Impactos na zona costeira na cidade de Paraty localizada na ZEEC RH-I no verão de 2020.....	22
Figura 17: Áreas costeiras do município de Mangaratiba atualizadas pela elevação do nível do mar de 2,15m.....	22

Figura 18: Representação das áreas inundadas no município de Mangaratiba: a) IPCC - elevação de 0,84m e b) Grinsted et al. (2009) - elevação de 2,15m.....	23
Figura 19: Principais áreas afetadas na Baía de Ilha Grande com elevação do nível do mar de 2,8m.....	24
Figura 20: Mapa do estado do Rio de Janeiro com a localização de estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (círculos pretos), da Agência Nacional de Águas (círculos vermelhos) e do Alerta Rio (triângulos) nas distintas regiões do estado (a cores).....	28
Figura 21: Adaptações de infraestrutura para elevação do nível do mar.....	29
Figura 22: Modelo lógico da análise <i>ex ante</i>	45
Figura 23: Racionalidade no ciclo de política pública na análise <i>ex ante</i>	46
Figura 24: Etapas para a caracterização da política pública.....	46
Figura 25: Processo de avaliação de eficácia, eficiência e efetividade orientado pelo modelo lógico.....	47
Figura 26: Fases da avaliação <i>ex post</i>	48
Figura 27: Fases da avaliação <i>ex post</i> com exemplo de mortalidade infantil.....	48
Figura 28: Processo coordenado de avaliação de Políticas Públicas.....	48
Figura 29: Avaliação executiva como porta de entrada para avaliações específicas.....	50
Figura 30: Regiões de Governo e Municípios do Estado do Rio de Janeiro em 2019.....	51
Figura 31: Estados com maior participação no PIB brasileiro.....	52
Figura 32: Unidades Federais (UFs) com maior renda per capita no Brasil em 2018.....	52
Figura 33: Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).....	53
Figura 34: Etapas de elaboração da análise <i>ex post</i>	54
Figura 35: Itens para a descrição geral da Política Pública.....	54
Figura 36: Passo-a-passo da análise mais aprofundada do diagnóstico do problema.....	59
Figura 37: Localização geográfica da reserva de pré-sal no litoral da região Sudeste brasileira.....	62
Figura 38: Localização geográfica das Baías de Ilha Grande, Sepetiba e Guanabara.....	65

Figura 39: Passo-a-passo para a avaliação específica de implantação.....	67
Figura 40: Etapas para a avaliação específica de resultados.....	69
Figura 41: Mapa de vulnerabilidade ambiental do Estado do Rio de Janeiro.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Área afetada cumulativa e relativa da região metropolitana do Rio de Janeiro para os três cenários de crescimento do nível do mar.....	23
Tabela 2: Determinação de áreas de risco para a praia de Collaroy/Narrabeen na Austrália.....	33
Tabela 3: Dados gerais do estado do Rio de Janeiro.....	51
Tabela 4: Exemplos de Políticas Públicas relacionadas com meio ambiente no Brasil.....	61
Tabela 5: Graves problemas associados ao longo da zona costeira do ERJ.....	62
Tabela 6: Medidas possíveis de adaptação para enfrentamento das vulnerabilidades da zona costeira do Estado do Rio de Janeiro face às mudanças climáticas.....	76

LISTA DE ABREVIATURAS

AIR - Análise de Impacte Regulatório

ALERJ - Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro

AMC - Adaptação às Mudanças Climáticas

ANM – Aumento do Nível do Mar

AR - *Assessment Report*

ASAS - Alto Subtropical do Atlântico Sul

CFCs – Clorofluorcarbonetos

CHM - Centro Hidrográfico da Marinha

CIG - Comitê Interministerial de Governança

CIM - Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima

CNAAA - Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

DO – Diário Oficial

EbA - *Ecosystem-based Adaptation*

Eco-DRR - *Ecosystem-based Disaster Risk Reduction*

ERJ – Estado do Rio de Janeiro

EUA - Estados Unidos da América

FECAM - Fundo Estadual de Conservação Ambiental e Desenvolvimento Urbano

FIRJAN - Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro

GAEMA/MPRJ - Grupo de Atuação Especializada em Meio Ambiente do Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro

GEE - Gases de Efeito Estufa

GUT - Gravidade, Urgência e Tendência

INEA - Instituto Estadual do Ambiente

IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change*

MC - Mudanças Climáticas

MDT - Modelo Digital de Terreno

NASA - *National Aeronautics and Space Administration*

ODS – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

OMM - Organização Meteorológica Mundial

ONGs - Organizações não Governamentais

ONU - Organização das Nações Unidas

PDCA - “*Plan*”, “*Do*”, “*Check*” e “*Act*”

PENO/COPPE/UFRJ - Programa de Engenharia Oceânica do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro

PIB - Produto Interno Bruto

PNGC - Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro

PNMC - Política Nacional sobre Mudança do Clima

PP – Política Pública

RRD - Redução do Risco de Desastres

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SIMPERJ - Sindicato da Indústria de Material Plástico do Estado do Rio de Janeiro

SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente

UFs - Unidades Federais

UNFCCC - *United Nations Framework Convention on Climate Change*

ZC – Zona Costeira

ZCAS - Zona de Convergência do Atlântico Sul

ZEEC - Zoneamento Ecológico-Económico

Capítulo 1 – Introdução

1.1 Introdução

A influência humana aqueceu o clima a uma taxa sem precedentes, pelo menos, nos últimos 2.000 anos (IPCC, 2021). Hoje, a emissão de gases de efeito estufa é o principal fator que contribui para o forçamento do efeito estufa natural causando o aumento da temperatura na superfície da Terra. O aquecimento é resultado da concentração, principalmente, do gás dióxido de carbono (CO₂) resultante dos processos industriais e tecnológicos após a Revolução Industrial (séculos XVIII e XIX). As alterações feitas na Natureza em consequência de ações antrópicas (mudanças climáticas) geraram diversos desastres e podem ser evidenciadas de diversas formas: secas mais longas, enchentes, ondas de calor, incêndios florestais, chuvas fortes, ciclones, estações de calor mais longas, estações de frio mais curtas, entre outras. Uma outra forma é o aumento do nível do mar.

Já está constatado que o nível do mar subiu em torno de 0,20 m no período de 1901 até 2018 com uma taxa de aumento que acelerou desde a década de 1960 para 3,7 mm/ano para o período de 2006 até 2018 (IPCC, 2021). A previsão é de que o mar continuará a subir nos próximos séculos sendo considerado um problema com duração de 400 anos. É importante reconhecer que, embora tendamos a fazer planos para um prazo relativamente curto, o aumento do nível do mar não vai parar no ano 2100. Especialmente se não reduzirmos as emissões de gases de efeito estufa, o aumento do nível do mar continuará e vai ser absolutamente catastrófico (Pilkey Junior; Pilkey, 2019).

A consequência direta é a perda de grande faixa da zona costeira, onde milhões de pessoas serão prejudicadas. Além disso, afeta áreas urbanas e agrícolas, o nível de estresse vegetal/animal, a produção de energia e de alimentos, a infraestrutura, o setor de saúde pública (particularmente, os grupos menos ricos e idosos da população), a disponibilidade de água potável, entre outros setores. E as projeções climáticas são essenciais para que os formuladores de políticas consigam interpretar os possíveis impactos e para que possam realizar os devidos planejamentos para as suas respectivas comunidades, ao realizar tomadas de decisões com base em dados científicos. A boa governança pública, ou seja, uma boa resolução de propostas feitas através dos governantes sobre esse tema é o que definirá o destino de uma cidade, de um estado ou de um país. No contexto internacional, a decisão de um país em fazer, ou não, parte de um acordo internacional para ações de mitigação ou adaptação às mudanças climáticas pode afetar na qualidade de vida de muitos outros países. E inclusive dentro

do país pode acontecer o mesmo (estados afetarem outros estados), caso não haja um alinhamento em conjunto para a resolução dessas questões.

1.2 Justificativa

Desde sempre, soube que pequenas mudanças no nosso cotidiano poderiam alcançar um nível de mudança relevante para termos uma vida mais sustentável. A preocupação com questões relacionadas à participação ativa da sociedade perante assuntos relacionados com o meio ambiente sempre foi presente na minha vida académica e pessoal. Durante o meu percurso no curso de bacharelado em Ciências Ambientais na Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) e, atualmente, no mestrado em Ciências e Tecnologia do Ambiente na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP), o interesse pelo desenvolvimento sustentável e mudanças climáticas tornou-se mais evidente. Porém, as deliberações políticas têm uma maior influência e precisam ser coordenadas a níveis nacional e internacional.

O atual relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), publicado em agosto de 2021, refere que a alteração do clima é altamente preocupante. As conclusões mais importantes são que o impacto da Humanidade sobre o Clima é um facto, ou seja, não há qualquer tipo de dúvida na correlação mudanças climáticas e interferência humana, e que parte dos efeitos das mudanças climáticas podem ser irreversíveis. Relativamente a América do Sul, a previsão é que o aumento de temperatura será em taxas maiores que a média global. No Brasil, o relatório indica mais chuvas para as regiões Sul e Sudeste e mais seca nas regiões Norte e Nordeste. Outro ponto importante é que o Atlântico Sul e o Atlântico Norte têm as taxas mais altas de aumento do nível relativo do mar, ou seja, contribui para o aumento das inundações costeiras em áreas baixas e recuo do litoral ao longo das costas arenosas. Além disso, as ondas de calor marinhas (temperatura da água anormalmente alta por um longo período de tempo) também devem aumentar em toda região ao longo do século XXI (IPCC, 2021).

As Mudanças Climáticas só podem ser enfrentadas com sucesso se as diferentes pesquisas de cientistas e académicos imparciais forem analisadas e conclusões lógicas forem tiradas de suas descobertas para constatar as principais causas da Mudança Climática (Schwarz-Herion O., 2018). Por isso, esse relatório se faz de extrema importância. E as grandes decisões por parte dos governantes é que irão determinar o futuro das próximas gerações. Nós, como cidadãos, devemos fiscalizar se

essas escolhas estão de acordo com os nossos interesses e se os governantes estão os representando bem.

Por tais motivos, o estudo se justifica na medida em que pretende fortalecer a comunidade científica ao avaliar uma política pública relacionada com alterações climáticas a fim de apresentar soluções baseadas em pesquisas científicas para o caso específico de aumento do nível do mar na zona costeira do Estado do Rio de Janeiro (ERJ).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Principal

O principal objetivo deste estudo é discorrer sobre a importância das políticas públicas na adaptação ou mitigação dos efeitos das mudanças climáticas causadas por ações antrópicas associada ao aumento do nível do mar na zona costeira do Estado do Rio de Janeiro.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Evidenciar a diferença entre esforços de mitigação e esforços de adaptação;
- Explicitar o que é Governança Pública, Governança Ambiental e Políticas Públicas;
- Expor a diversidade no campo de avaliações de Políticas Públicas; e
- Avaliar a Política Estadual sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável do Estado do Rio de Janeiro (Lei Estadual 5.690 de 14 de abril de 2010) no modo *ex post*.

Capítulo 2 – Metodologia

2.1 Metodologia

Desenvolvido através de levantamento bibliográfico na base *Scopus* e análise documental de um guia de avaliação de política pública elaborado pelo Governo do Brasil, o estudo divide-se em apresentação de conteúdos relacionados com o aumento do nível do mar e em análise da lei nº 5.690 de 14 de abril de 2010 (Política Estadual sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável do Estado do Rio de Janeiro). No primeiro contexto foram investigados artigos científicos através das seguintes palavras-chave: “políticas públicas”, “mudanças climáticas” e “governança ambiental”. Já no segundo, apesar da metodologia escolhida, também são apresentadas outras bibliografias com a finalidade de exibir uma multiplicidade de

conceitos. Todo o conteúdo foi exposto de forma sistemática para melhor compreensão dos fatores e procedimentos envolvidos.

Capítulo 3 – Estado da Arte

3.1 Estado da Arte

Durante muitos anos, a Humanidade construiu a ideia de que a Natureza estava ali para o servir e que todos os seus recursos eram infinitos. Na maior parte do processo de evolução da Terra e da história da Humanidade, o Homem sempre se projetou como dominante ou como não pertencente à Natureza. Hoje em dia, temos a noção de que estamos inseridos dentro de um ecossistema climático e que, como sociedade, somos responsáveis pelo seu funcionamento seja em escala local ou global.

Na escala local, os padrões climáticos são o que chamamos de “tempo”: condições meteorológicas definidas a curto prazo. Na escala global, os padrões climáticos são o que chamamos de “clima”: condições meteorológicas complexas e duradouras por um longo período de tempo (FAO, 2016, p. 28 e 29). Independentemente se for em escala local ou global, as condições climáticas funcionam através de ciclos. Porém, na escala global, o clima da Terra é influenciado e alterado por causas naturais, como por exemplo: erupções vulcânicas, radiações solares e poder de calor absorvido pela superfície terrestre e oceânica. O efeito estufa é o conjunto desses fenômenos e responsável por manter a temperatura da superfície da Terra suscetível para que ocorra a existência de vida no planeta.

De acordo com a NASA - *National Aeronautics and Space Administration* (s.d.), programa espacial civil dos Estados Unidos da América, o efeito estufa natural pode ser ilustrado conforme a figura 1. Primeiramente, os raios de sol alcançam a atmosfera da Terra e parte dessa energia é refletida de volta para o espaço. A parte que não foi refletida para o espaço é absorvida e re-irradiada na forma de calor. O vapor d’água, o dióxido de carbono e o metano são alguns dos gases que bloqueiam a saída de calor. Sem o efeito estufa, a temperatura na superfície da Terra seria negativa (em graus Celsius).

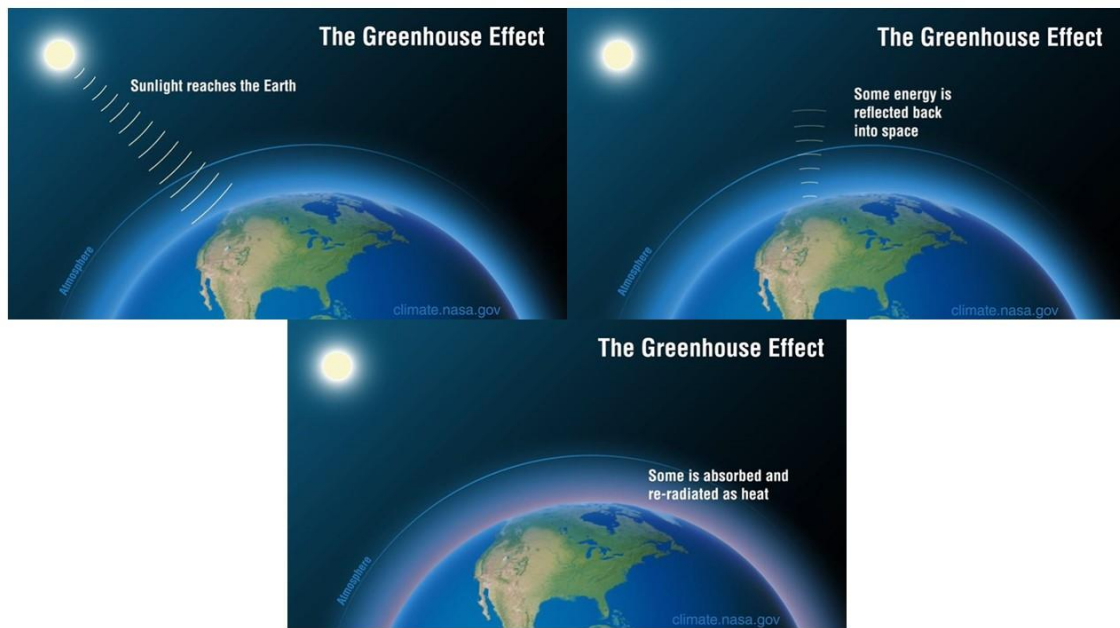


Fig. 1: Efeito estufa natural.

Fonte: <https://climate.nasa.gov/causes/>

Contudo, o que hoje ouvimos por Mudanças Climáticas (MC) são consequências de ações antropogênicas que contribuem para o forçamento da variabilidade climática natural. Ou seja, ilustrado a figura 2, parte do calor que retornaria para o espaço passa a ficar retido na atmosfera por causa do acúmulo dos Gases de Efeito Estufa (GEE) emitidos como consequência da intensificação da industrialização e da agricultura. O dióxido de carbono (CO_2), presente de forma natural no ciclo das erupções vulcânicas e dentre outros ciclos naturais, e o metano (CH_4), que pode ser introduzido na atmosfera por processos resultantes de decomposição de matéria orgânica, são os principais GEE naturais. Tais gases também podem ser produzidos através de processos causados pelo Homem. Porém, como consequência do processo da Revolução Industrial (século XVIII), houve um aumento significativo do acúmulo de GEE responsável pela retenção de calor gerando o agravamento do efeito estufa natural.



Fig. 2: Efeito estufa causado por ação antropogénica.

Fonte: <https://climate.nasa.gov/causes/>

Através da queima de combustíveis fósseis, desmatamento e mudanças no uso da Terra, o Homem contribuiu com o aumento da presença de CO₂ na atmosfera em 48% desde o início da Revolução Industrial (NASA, [s.d.]). Já a decomposição de resíduos em aterros sanitários e agricultura cooperam para a elevação da quantidade de CH₄. Além disso, o óxido nitroso (através do uso de fertilizantes comerciais e queima de biomassa) e os Clorofluorcarbonetos (CFCs – compostos sintéticos de origem industrial) também auxiliam o efeito estufa antropogénico e as mudanças climáticas.

A Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (UNFCCC – do inglês: *United Nations Framework Convention on Climate Change*), que visa equilibrar a intervenção antropogénica em relação às concentrações de GEE na atmosfera assinada em 1992 por 197 países, define mudança climática como:

“Uma alteração no clima que é atribuída, direta ou indiretamente, à atividade humana que altera a composição da atmosfera global e que é, além da variabilidade natural do clima, observada ao longo de períodos comparáveis.” IPCC (2014, p.5)

Em 1988, a Organização das Nações Unidas (ONU) Meio Ambiente e a Organização Meteorológica Mundial (OMM), ambas agências da ONU, criaram o IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, do inglês: *Intergovernmental Panel on Climate Change*) com o objetivo de fornecer uma fonte segura de informações científicas acerca das mudanças climáticas, suas implicações e previsões de riscos futuros. O IPCC determina o estado do conhecimento sobre a mudança do clima, identifica onde há consenso na comunidade científica, e em que áreas mais pesquisas são necessárias. Os relatórios resultantes da avaliação do IPCC devem ser neutros, relevantes para a política, e não devem ser prescritivos. Além disso, as avaliações constituem insumos fundamentais para as negociações internacionais dos 195 países membros que visam o enfrentamento da mudança do clima (BRASIL, [s.d.]).

Em 2014, no seu Quinto Relatório (Assessment Report - AR5) duas afirmações são extremamente preocupantes: “a *influência humana sobre o sistema climático é clara*” e “a *interferência antropogénica é perigosa*”. Os eventos climáticos extremos estão a ocorrer de forma cada vez mais rigorosa e recorrente. E foi constatado que sistemas únicos estão cada vez mais ameaçados: alguns sistemas físicos ou ecossistemas podem sofrer mudanças irreversíveis; as ondas de calor, a inundações da zona costeira e precipitação extrema tem elevados riscos associados; a distribuição desses acontecimentos é desigual (os riscos mais relevantes são para as comunidades

mais desfavorecidas) e os impactos agregados globais na biodiversidade da Terra e na economia global são moderados devido ao aquecimento adicional entre 1°C e 2°C.

Em 2021, no seu sexto e mais recente relatório (Assessment Report – AR6) o cenário é ainda mais alarmante. Desde o Quinto Relatório, melhorias foram implementadas para as estimativas baseadas em observações e informações de arquivos de paleoclimas. Novas simulações de modelos climáticos, novas análises e métodos combinando várias linhas de evidência foram realizadas para uma melhor compreensão da influência humana em uma gama mais ampla de variáveis climáticas, incluindo clima e extremos climáticos. A influência humana aqueceu o clima a uma taxa sem precedentes pelo menos nos últimos 2.000 anos (figura 3). A temperatura da superfície global foi 1,09°C (0,95 até 1,20) mais alta na década entre 2011 e 2020 do que no período entre 1850 e 1900. Além disso, ilustrado na figura 4, a mudança climática já está a afetar todas as regiões habitadas do mundo contribuindo para muitas mudanças observadas no clima e extremos climáticos (IPCC, 2021).

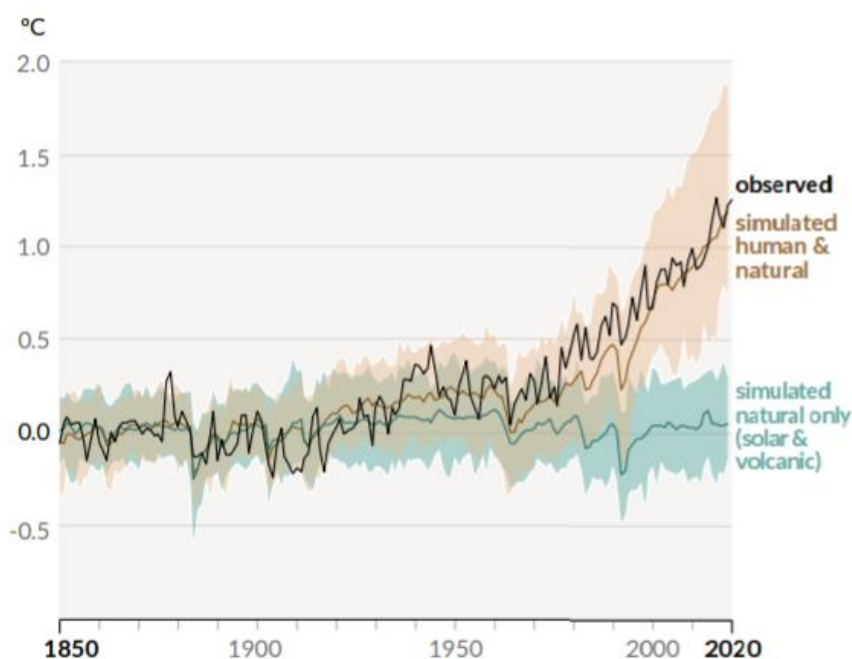


Fig. 3: Mudança na temperatura global da superfície (média anual), conforme observado e simulado usando fatores humanos e naturais e apenas naturais (ambos 1850-2020).

Fonte: IPCC, 2021 (p.7).

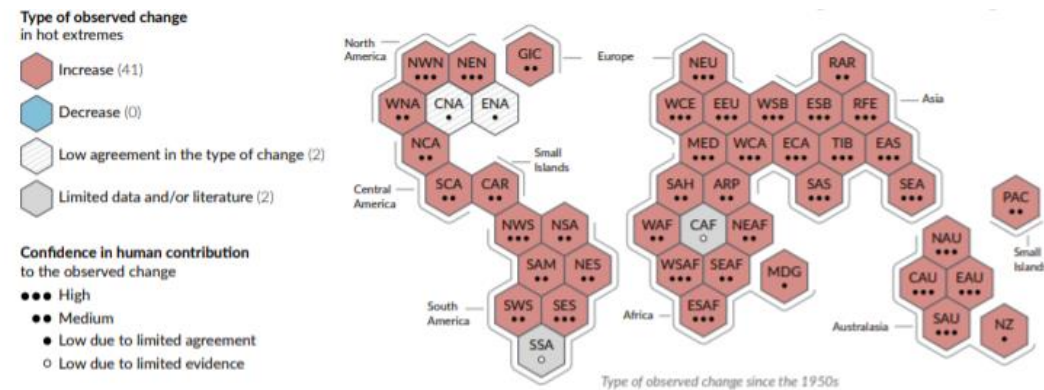


Fig. 4: Síntese da avaliação da mudança observada nos quentes extremos e confiança na contribuição humana para as mudanças observadas nas regiões do mundo.

Fonte: IPCC, 2021 (p.12).

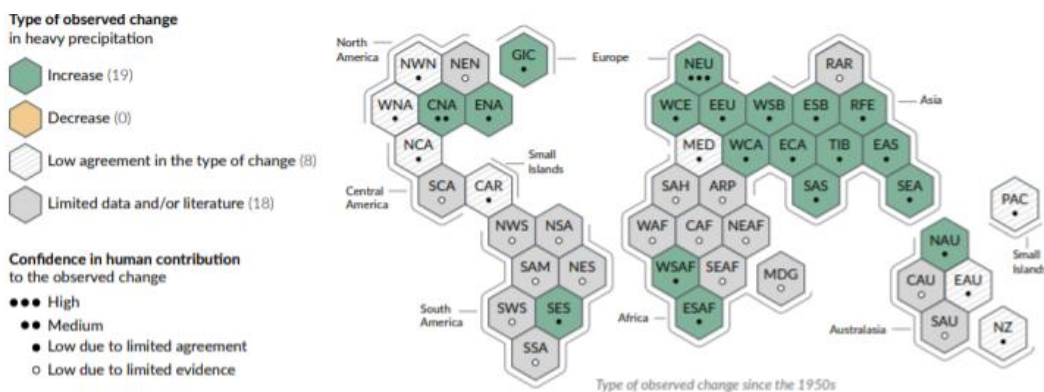


Fig. 5: Síntese da avaliação da mudança observada na forte precipitação e confiança na contribuição humana para as mudanças observadas nas regiões do mundo.

Fonte: IPCC, 2021 (p.12).

As atividades humanas afetam todos os principais componentes do sistema climático, com algumas respondendo ao longo de décadas e outras ao longo dos séculos (IPCC, 2021). No que diz respeito aos oceanos, a tendência é que o nível do mar subirá cada vez mais independente do cenário estipulado pelo IPCC (figura 6). O aumento do nível do mar superior a 15m não pode ser descartado se atitudes não forem tomadas. O relatório apresenta 5 possíveis cenários para o futuro: SSP1-1.9 e SSP1-2.6 são os cenários com baixa emissão de GEE e CO₂, SSP2-4.5 corresponde ao cenário intermediário de emissões e, SSP3-7.0 e SSP5-8.5 são os cenários com altas emissões.

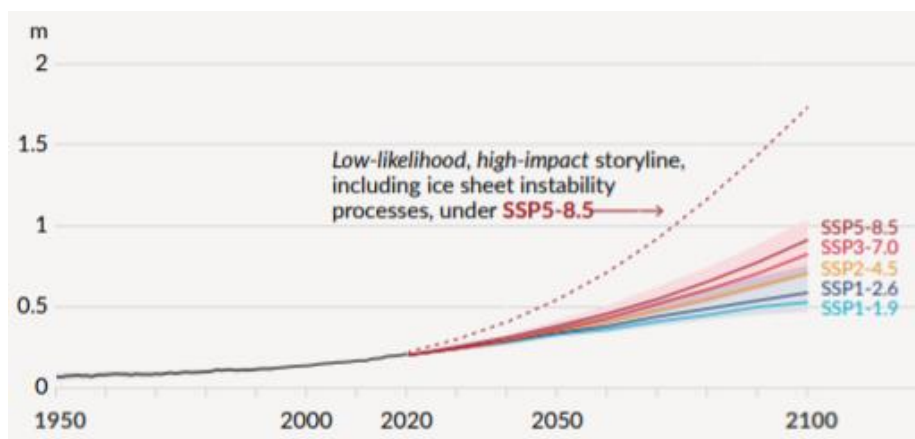


Fig. 6: Mudança média global do nível do mar em relação a 1900.

Fonte: IPCC, 2021 (p.12).

Com o aumento da temperatura, o oceano também irá aquecer, causando acidificação do ambiente aquático e perda de biodiversidade marinha (Agência Europeia do Ambiente, 2015; Sodré *et al.*, 2021; IPCC, 2021), a quantidade de gelo diminuirá e o nível do mar subirá (Silva e Paula, 2009). Haverá mais evaporação e precipitação em geral, mas as condições das regiões locais irão variar (algumas serão mais húmidas e outras mais secas) (FAO, 2016). Eventos climáticos extremos (secas, inundações e temperaturas extremas) passarão a ocorrer com mais frequência podendo prejudicar, também e não só, produção e segurança alimentar (Silva *et al.*, 2018). Esses eventos também afetam as nossas sociedades: mortalidade causada por inundações ou ondas de calor, doenças transmitidas por vetores ou provocada por poluição atmosférica. As consequências são incontáveis.

E diante desses cenários, os planos de mitigação e os planos de adaptação são poderosas estratégias para minimizar ou reverter os efeitos das mudanças climáticas. Ambas estratégias são diferentes por possuírem suas particularidades, mas são complementares para atingir o objetivo em comum. Porém, principalmente a nível local, é interessante entender como o(s) responsável(is) pelo planejamento entende(m) as mudanças climáticas e como relacionará a gestão ambiental com os planos de mitigação ou adaptação: Segundo Peres, Neves e Taddei (2020):

“Sua execução está condicionada às atividades de diagnóstico do problema e planejamento de ações por parte dos gestores regionais. Dentro do modelo institucional vigente de organização das formas de interação do poder público com os ecossistemas, cabe às agências ambientais e seus colegiados associados a gestão dos territórios que se fazem cenário das mudanças climáticas. Tais agências e colegiados devem estar preparados para lidar com os efeitos destas alterações ecossistêmicas e minimizá-los.” (Peres; Neves; Taddei, 2020, p.4)

Capítulo 4 - Problemas ambientais

4.1 Os impactes sobre a zona costeira

Inicialmente, é preciso compreendermos como funciona o ciclo hidrológico para assimilarmos melhor os impactes na zona costeira pois a água é a matéria-prima desse ciclo. A quantidade total de água existente na Terra, nas suas três fases (sólida, líquida e gasosa) distribui-se por três reservatórios principais: os oceanos, os continentes e a atmosfera. Nas formas líquidas e sólidas a água cobre mais de 2/3 da superfície terrestre, e na forma gasosa é constituinte variável da atmosfera. Sob tais condições, o vapor de água se concentra em maior quantidade nas regiões tropicais e nas camadas mais baixas da atmosfera (Miranda; Oliveira; Silva, 2010).

O ciclo hidrológico se constitui de uma sucessão de vários processos na natureza pelos quais a água inicia o seu caminho indo de um estágio inicial até retornar à posição primitiva. A superfície terrestre abrange os continentes e os oceanos, participando do ciclo hidrológico a camada porosa que recobre os continentes (solos, rochas) e o reservatório formado pelos lagos, rios e oceanos. Parte do ciclo hidrológico é constituído pela circulação da água na própria superfície terrestre, isto é; a circulação de água no interior e na superfície dos solos e rochas, nos lagos e demais superfícies líquidas e nos seres vivos (animais e vegetais) (Miranda; Oliveira; Silva, 2010). A água subterrânea é um recurso natural indispensável à manutenção da vida e tem sido objeto de grande interesse, não só do ponto de vista ambiental, mas também do ponto de vista econômico e social (La Pasta Cordeiro; da Silva Junior; Dereczynski, 2021).

E conforme Miranda, Oliveira e Silva (2010), todo o ciclo acontece em duas diferentes direções:

- Superfície-atmosfera: onde o fluxo de água ocorre fundamentalmente na forma de evaporação das águas oceânicas e evapotranspiração continental; e
- Atmosfera-superfície: onde a transferência ocorre em qualquer estado físico, sendo mais significativas, em termos globais, as precipitações pluviométricas, o granizo e a neve.

Os fatores que impulsionam o ciclo hidrológico são a energia térmica solar, a força dos ventos, que transportam vapor d'água para os continentes, a força da gravidade responsável pelos fenômenos da precipitação, da infiltração e deslocamento das massas de água (Tundisi, 2003).

De acordo com Miranda, Oliveira e Silva (2010), e ilustrado na figura 7, podemos notar que as fases do Ciclo Hidrológico são:

- Evaporação: conjunto de fenômenos físicos que condicionam a transformação da água na forma líquida ou sólida, de uma superfície húmida ou de água livre,

em vapor, devido à radiação solar e aos processos de difusão molecular e turbulenta. Além da radiação solar, outros elementos meteorológicos tais como: temperatura do ar, vento e pressão de vapor, também interferem na evaporação principalmente em superfícies líquidas;

- Evapotranspiração: conjunto de processos físicos (evaporação) e fisiológicos (transpiração) responsáveis pela transformação em vapor atmosférico a água precipitada na superfície terrestre;
- Precipitação e Condensação: na Terra a evapotranspiração representa a transferência da água da superfície continental e oceânica para atmosfera, ou seja, a passagem da água do estado líquido para o gasoso. Na atmosfera essa água se condensa, formando nuvens, que se precipitam na direção da superfície terrestre - formando um processo inverso à evapotranspiração. Ou seja, o retorno da água retida na atmosfera, através da chuva, neve e o granizo.

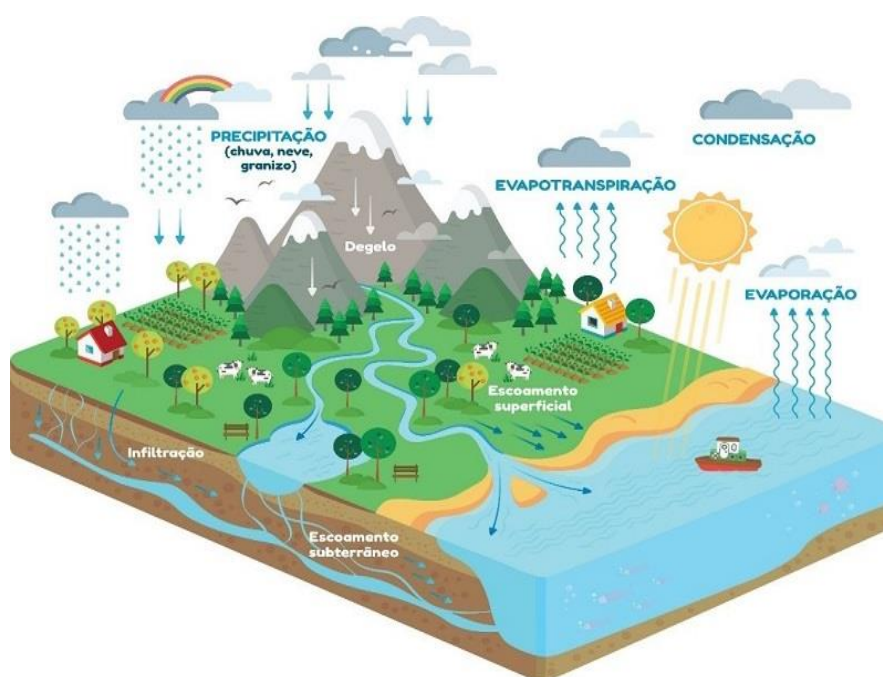


Fig. 7: Ciclo Hidrológico.

Fonte: Grupo Águas de Portugal¹.

As variações de temperatura e precipitação regionais têm o potencial de transformar o balanço hídrico das mais variadas regiões, alterando a distribuição da água ao longo dos diferentes compartimentos do ciclo hidrológico e modificando a quantidade de água que chega à superfície, se infiltra no sistema subterrâneo, retorna à atmosfera por meio de processos de evaporação e transpiração, torna-se neve ou

¹ <https://www.epal.pt/EPAL/menu/epal/comunica%C3%A7%C3%A3o-ambiental/ciclo-da-%C3%A1gua>

gelo, escorre da terra ou se torna fluxo de base para corpos d'água superficiais (La Pasta Cordeiro; da Silva Junior; Dereczynski, 2021).

Por isso, os estudos de chuvas extremas são relevantes para a gestão dos recursos hídricos (Lima et al., 2021) e para iniciar o planejamento de recursos hídricos de determinada região é necessário reconhecer a complexidade do sistema proposto. A fim de minimizar essa vulnerabilidade, o futuro desenvolvimento da hidrologia requer o aprimoramento da comunicação entre cientistas e tomadores de decisão, para garantir que estudos hidrológicos se traduzam em ações para tornar a gestão dos recursos hídricos mais sustentável (Marques; Rodriguez, 2019).

Além disso, uma má gestão de uso de solo também pode ser fator determinante para alterar o balanço hídrico (ciclo hidrológico) de uma região. O desenvolvimento urbano pode ser muito dinâmico, especialmente no que diz respeito ao uso do solo, resultando em um espaço altamente artificial, muitas vezes com severa degradação ambiental e consumo excessivo de recursos naturais (Sandholz et al., 2018).

No Rio de Janeiro, a perda significativa de florestas costeiras, incluindo o bioma Mata Atlântica e manguezais costeiros, levou à perda de biodiversidade, bem como ao declínio de importantes estoques pesqueiros (Obraczka et al., 2017). Do bioma Mata Atlântica, o terceiro maior complexo vegetal brasileiro e um hotspot de biodiversidade global, abrangendo anteriormente 3.500 km ao longo da costa brasileira e cobrindo 1,0-1,5 milhões de km², apenas entre 11% e 16% da cobertura florestal original permanece hoje, encontrada principalmente em pequenos fragmentos (Lange et al., 2016). A Mata Atlântica sofreu muito com a exploração para desenvolvimento e grandes áreas de terra foram convertidas para diferentes usos da terra (por exemplo, agricultura e assentamentos urbanos) por meio de vários ciclos de desenvolvimento.

De acordo com o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), em 2017, houve o desmatamento de 29.075 hectares (ha), nos 17, dos 26, estados brasileiros do bioma Mata Atlântica. Isso representa um aumento de 57,7% em relação ao período 2014-2015, porém o Estado do Rio de Janeiro (ERJ) tem a taxa de desmatamento de apenas 29 ha (INPE, 2017). Já no intervalo 2017-2018, o desmatamento caiu 9,3% em relação à 2016-2017, com a destruição de 11.399 hectares (ha). O desmatamento diminuiu nos dois últimos anos (12.562 ha em 2016-2017 e 11.399 ha em 2017-2018). Desde o início do monitoramento, 2010-2011, esses foram os menores índices já registrados e o ERJ diminuiu para 18 ha (INPE, 2019). E entre 2018-2019, 14.502 hectares foram desmatados, com um aumento de 27,2% se comparado com 2017-2018. Desta vez, o ERJ desmatou 44 hectares.

Interligado com a supressão vegetal, a alteração do padrão na ocorrência de chuvas causa sérios distúrbios nas zonas urbanas. Em zonas litorâneas a situação pode ser ainda mais crítica se unido com o aumento do nível do mar (ANM). A dificuldade de drenagem urbana é o resultado do aumento da pluviosidade, e suas anomalias, e má distribuição geográfica. Por menor que seja o ANM, o mar acaba por “afogar” os rios e bacias hidrográficas, impedindo o escoamento. Logo, o solo das encostas próximas das áreas urbanas sofre assoreamento, gerando deslizamentos e perigo para a população.

As mudanças climáticas são responsáveis por essas alterações do comportamento climático. Segundo o IPCC (2021), aumentos significativos na precipitação foram observados no sudeste do Brasil durante os anos 1902-2005, incluindo que a tendência, desde a década de 1950, poderia estar relacionada com modificações antropogênicas. A figura 8 ilustra a alteração do comportamento climático de 1970 até 2020 e comprova que alagamentos e inundações passaram a ser mais frequentes com o passar dos anos.

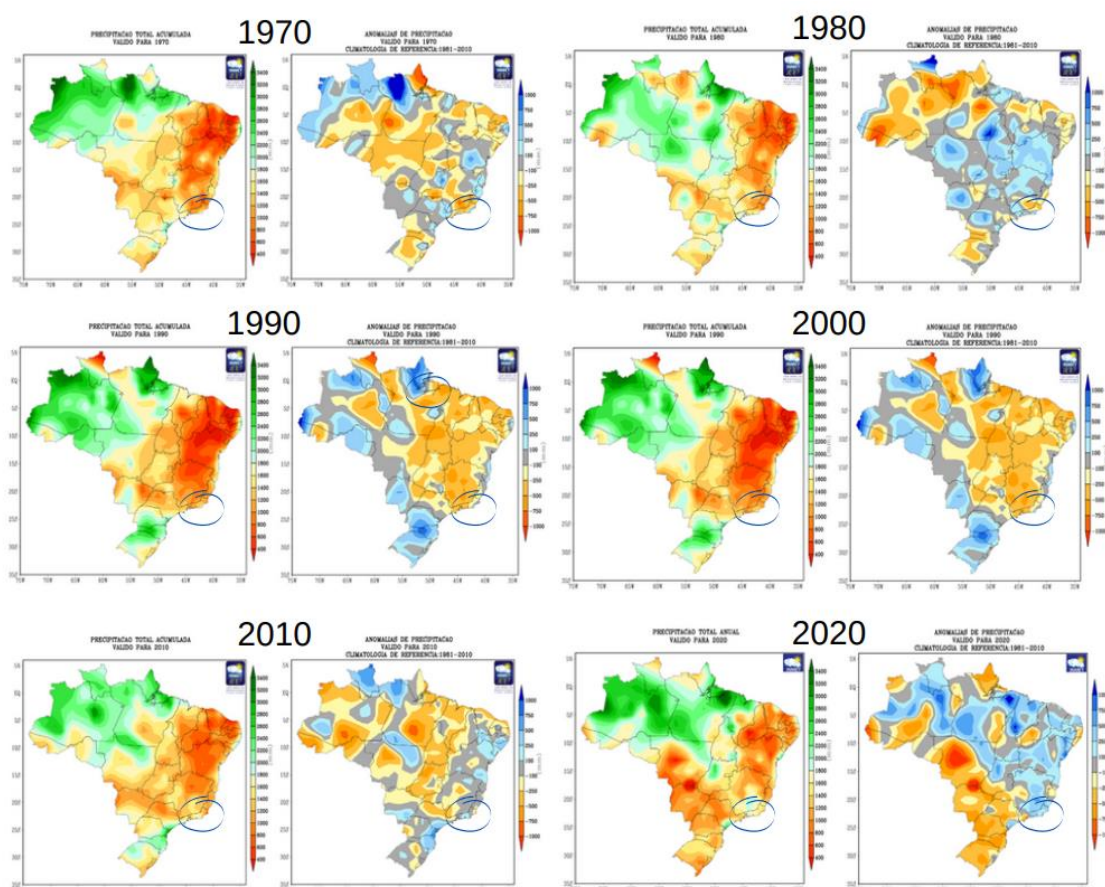


Fig. 8: Alteração da precipitação total anual e anomalias de precipitação brasileira no período de 1970 até 2020.

Fonte: INMET².

² <https://clima.inmet.gov.br/prec>

Adicionalmente, mais de metade da população mundial vive em cidades e a expectativa é que, em 2050, esta porção aumente para 75% (ONU, 2019). Tal processo de urbanização levou a mudanças críticas e irreversíveis nos ecossistemas naturais. Esta tendência pressiona os recursos hídricos consideravelmente a nível nacional e regional em todo o mundo e tem implicações para o nexos água-energia (González-Bravo et al., 2020). Como consequência temos as diversas crises hidrológicas em cidades espalhadas pelo mundo. No Rio de Janeiro houve uma grave crise de abastecimento de água em 2014 que desencadeou outros desastres naturais, como o aumento dramático no número de incêndios florestais (Geirinhas et al., 2019). As variações climáticas, sejam elas naturais ou antrópicas, podem provocar impactos ambientais, tais como: elevação ou redução no nível médio do mar; aumento ou redução na frequência de ocorrência e na intensidade de chuvas severas, secas, ondas de calor e de frio e também dos sistemas meteorológicos transientes (frentes, ciclones tropicais, ciclones extratropicais, entre outros) (Silva; Dereczynski, 2014).

Do ponto de vista das mudanças climáticas, o AR5 do IPCC (2013) afirma que, no período de 1901 a 2010, a média global do nível do mar subiu 0,19 metros (de 0,17 m a 0,21 m, considerando o erro), o que pode intensificar a problemática da captação de água na foz, devido à possibilidade de maior intrusão salina. Já no AR6 (IPCC, 2021), o nível médio global do mar, em 2100, está projetado para aumentar entre 0,28m – 0,55 m (intervalo provável) sob o cenário SSP1-1,9 e entre 0,63m–1,02 m (intervalo provável) sob o cenário SSP5-8,5 em relação à média de 1995–2014 (confiança média). Problemas históricos relacionados com a água, como a diferença entre a crescente demanda e a capacidade de oferta, a manutenção precária de infraestrutura e o abastecimento intermitente vêm sendo agravados devido às mudanças climáticas (Marques; Rodriguez, 2019).

Dentre todos os estados da Federação (em termos absolutos e relativos), o Rio de Janeiro é o estado que apresenta a maior concentração humana na Zona Costeira (ZC) e é a região com maior grau de exposição a eventos de origem oceânica, atmosférica e geológica, associados a condições meteorológicas extremas. Apresenta feições geomorfológicas bastante diversificadas e relevo acidentado junto ao mar com a presença de muitas encostas instáveis (SEA, 2018). A influência de polos industriais (portos, terminais marítimos, bases navais e militares, usinas termoelétricas, usinas nucleares, indústria do petróleo e gás), da agricultura, da aquicultura, da pesca, do turismo e de patrimônios históricos e artísticos faz com que a região se torne extremamente vulnerável, mesmo sendo uma das mais ricas do país (SEA, 2018).

Segundo o Decreto nº 5.300 de 7 de dezembro de 2004, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), “a zona costeira brasileira corresponde ao espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e uma faixa terrestre”. A zona costeira do Brasil “se estende por mais de 8.500 km, abrangendo 17 estados e aproximadamente 400 municípios, o que, somado à faixa marítima, representa uma área de aproximadamente 514 mil km²” (PBMG, 2016). O Estado do Rio de Janeiro (ERJ) é o 3º estado mais populoso (apesar de ser o 24º em área) e possui 1.094,10 km de ZC (IBGE, 2020), que se estende desde a foz do Rio Itabapoana (limite com o estado do Espírito Santo) até a Ponta da Trindade (limite com o estado de São Paulo). Possui, também, um grande número de rios. O principal é o rio Paraíba do Sul (Fundação Ceperj, [s.d.]).

Na figura 9 é possível verificar uma das possibilidades de segmentação da ZC do Estado do Rio de Janeiro (ERJ): o Zoneamento Ecológico-Económico (ZEEC). De acordo com a figura, o ERJ está dividido em nove Regiões Hidrográficas (RH), das quais seis encontram-se na ZC. É importante obter informações das condições hidrográficas porque, por vezes, estão relacionadas com as condições costeiras. Uma outra possibilidade de segmentação é através das microrregiões de acordo com o IBGE ou a segmentação baseada nas características fisiográficas. O Plano Estadual de Adaptação às Mudanças Climáticas cita que:

“Qualquer segmentação apresenta pontos favoráveis e desfavoráveis, cabendo ao Estado decidir a melhor maneira para agregar os municípios para fins de gestão territorial.” SEA, 2018 (p. 58)

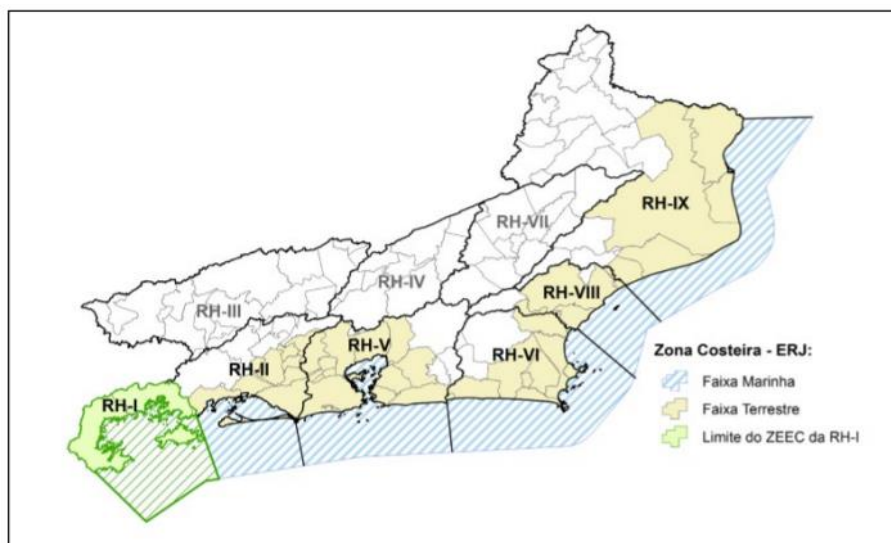


Fig. 9: Divisão territorial para o Zoneamento Ecológico-Económico (ZEEC) da ZC do ERJ.

Fonte: SEA (2018, p. 57).

No que se refere as questões geográficas e meteorológicas, sua posição latitudinal favorece a uma ampla exposição à radiação solar (Silva; Dereczynski, 2014) e a Serra do Mar separa o estado em duas metades, concentrando maiores valores de chuvas extremas na região inferior, onde está localizada a cidade do Rio de Janeiro. O ERJ é caracterizado por uma forte variabilidade pluviométrica devido a sua topografia complexa e a proximidade com o litoral, o que influencia na ocorrência de sistemas meteorológicos de mesoescala sobre a região como brisas terrestres/marítimas e de vales/montanhas. O estado está sujeito aos efeitos dos Sistemas Frontais (quando duas massas de ar de características diferentes entram em contacto), da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e do Alto Subtropical do Atlântico Sul (ASAS). A ZCAS é uma banda de nebulosidade e chuvas com orientação Noroeste-Sudeste (NW-SE) que se estende desde o Sul/Sudeste da região amazônica ao Sudeste do Brasil, abrangendo o Sudoeste do Atlântico Subtropical (António, 2020). O ASAS, no inverno, inibe a entrada de frentes, causa a inversão térmica e a concentração de poluentes nos principais centros urbanos das regiões Sudeste e Sul. E, no verão, transporta de umidade nos baixos níveis troposféricos ao longo da Zona de Convergência do Atlântico Sul (Rio de Janeiro, 2020).

A interação desses sistemas meteorológicos com a topografia resulta em episódios de chuvas extremas em várias regiões do estado durante a primavera e o verão, principalmente sobre o Sul Fluminense (Sul do ERJ), Serrana (planalto do estado), Metropolitana (região metropolitana da cidade do Rio de Janeiro) e Serra da Mantiqueira. Os eventos extremos de chuva podem ser definidos como registos durante um período de tempo (anual, sazonal, diário) que são significativamente superiores aos valores típicos da região (Lima et al., 2021).

Eventos climáticos extremos revelam os efeitos desproporcionais das mudanças climáticas, expondo a injustiça ambiental e a vulnerabilidade de grupos e locais específicos (Andrade; Barreto; Henriques, 2020). Esses eventos podem se tornar comuns no curto e médio prazo, alguns deles têm o potencial de desencadear desastres (por exemplo, inundações e deslizamentos), que implicam em uma série de ruturas para a sociedade, muitas vezes associada à perda de bens materiais e de vidas humanas, e consequências econômicas deletérias (Lima et al., 2021).

Em 2013, pesquisadores do Instituto Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz), em parceria com a Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca (Ensp/Fiocruz) e a Fiocruz-Minas, elaboraram o “Mapa de vulnerabilidade da população dos municípios do Estado do Rio de Janeiro frente às mudanças climáticas” (IOC, 2013). O propósito é apontar a

exposição do ERJ às mudanças climáticas com previsão para os próximos 30 anos. Os mapas (figura 10) estão divididos em 4 grupos (geral, ambiental, social e saúde) e apresentam índices de 0 a 1, dispondo aos municípios menor ou maior vulnerabilidade, respetivamente.

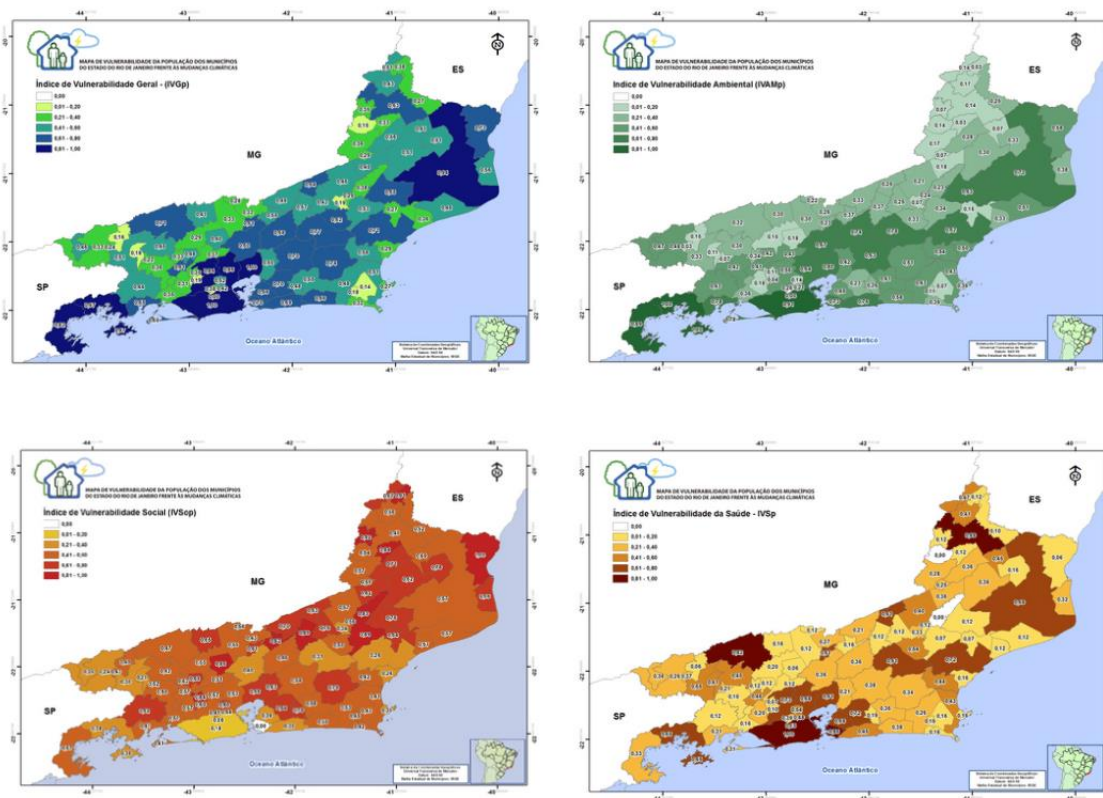


Fig. 10: Mapas de vulnerabilidade do Estado do Rio de Janeiro (geral, ambiental, social e saúde, respetivamente).

Fonte: IOC (2013)³.

Os mapas, além de mostrar quais são as áreas mais vulneráveis, também explicam o porquê. Por esse motivo, facilita a interpretação dos dados e a elaboração de políticas públicas e planos de adaptação às mudanças do clima. Além disso, a combinação entre os dados gera maior confiança na tomada de decisão. As regiões cujo valor está próximo de 1, não indica apenas que é o mais vulnerável, mas que é detentor de uma maior instabilidade se comparado com as demais. Isso indica a priorização de ações por parte do poder público. O município do Rio de Janeiro está entre os mais vulneráveis.

³ <http://www.fiocruz.br/ioc/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1878&sid=32>

4.2 Avanço do nível do mar

Almar *et al.* (2021) expõe um mapa (figura 11) da distribuição global do galgamento costeiro durante o período 1993-2015 através do número médio anual de horas de galgamento (h/ano). Episódios de galgamentos costeiros ocorrem quando o nível extremo das águas costeiras excede a elevação máxima da topografia costeira (duna, falésia, dique). As suas consequências são significativas: quebra das estruturas de proteção costeira (muros costeiros ou enrocamentos) e inundação de áreas continentais que até então nunca tinham sido atingidas. Isso é o resultado de uma combinação de vários processos: nível do mar regional, circulação oceânica, transferência de massa dos continentes para o oceano (derretimento das calotas de gelo, águas terrestres, glaciares), o aumento do nível do mar episódico durante tempestades (maré meteorológica) devido à pressão atmosférica e ventos, a maré, e finalmente os efeitos da quebra das ondas.

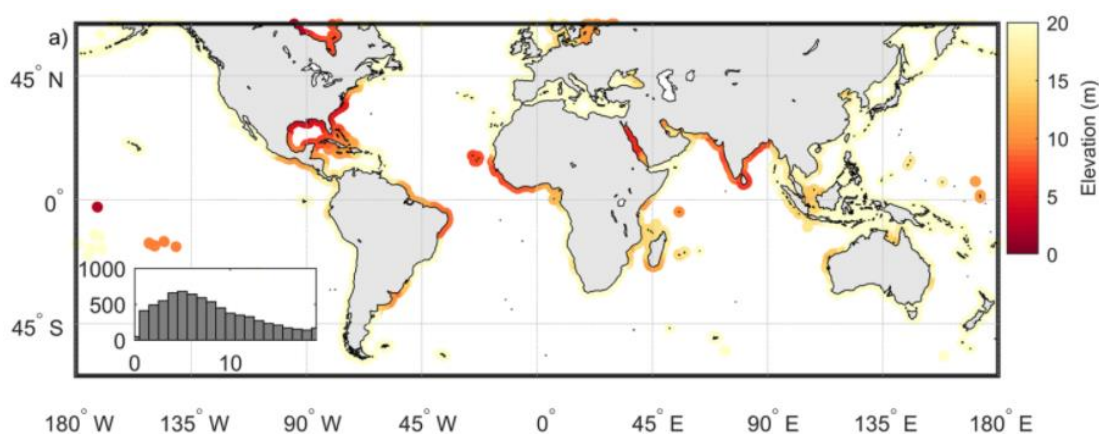


Fig. 11: Distribuição global do galgamento costeiro durante o período 1993-2015.

Fonte: Almar *et al.* (2021).

As zonas costeiras são áreas biogeográficas únicas, contendo ambientes altamente valorizados para uma variedade de serviços ecossistêmicos exclusivos, desde desenvolvimento económico e recreação até biodiversidade de recursos naturais. As áreas costeiras brasileiras são consideradas também as mais conflituosas devido à intensificação das pressões ambientais derivadas da expansão de três vetores principais de desenvolvimento: urbanização, industrialização e exploração turística (Obraczka *et al.*, 2017). E as planícies costeiras brasileiras são relativamente planas e baixas, cuja formação e evolução resultaram da deposição de sedimentos marinhos, estuarinos, lagunares e fluviais, intimamente associados à variação do nível relativo do mar (NRM) durante o período geológico quaternário (Passos *et al.*, 2018).

O processo de elevação do NRM mundial é causado principalmente pela adição de água doce nas bacias oceânicas (resultado do derretimento parcial das massas de

gelo armazenadas nos continentes) e pela expansão térmica dos oceanos, uma das consequências do aumento da temperatura global. De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2013), a expansão térmica do oceano e o derretimento das geleiras foram os fatores dominantes (75% do aumento observado desde 1971) no aumento do nível do mar (ANM) global no século XX (Passos et al., 2018). Estima-se que o aumento do NRM estará entre 0,52 m e 0,98 m até o ano 2100 (Passos et al., 2018).

Segundo o IPCC (2021), as mudanças nos oceanos são sem precedentes. Nas últimas quatro a seis décadas, é praticamente certo que o oceano global aqueceu, sendo a influência humana extremamente provável o principal fator desde os anos 1970, tornando as mudanças climáticas irreversíveis ao longo de séculos a milênios. A quantidade de aquecimento oceânico observada desde 1971 provavelmente dobrará até 2100 em um cenário de baixo aquecimento (SSP1-2.6) e aumentará 4-8 vezes em um cenário de alto aquecimento (SSP5-8.5).

Segundo Schwarz-Herion (2018), em comparação com o período de 1850 a 1900, o nível médio do mar aumentará 24-30 cm em 2065 e 40-63 cm em 2100 devido às atuais concentrações e emissões contínuas de GEE. De acordo com o Inventário de Emissões de GEE do Estado do Rio de Janeiro, os resíduos sólidos foram responsáveis pela emissão de 5,8% do total das emissões do estado. Os resíduos domésticos foram responsáveis pela maior parte dessas emissões, contribuindo com 91,3% das emissões de resíduos sólidos. Na cidade do Rio de Janeiro, o setor de resíduos foi a segunda maior fonte de emissões de GEE, representando 21,0% do total das emissões municipais, atrás apenas do setor de uso de energia, com 73,6%. Num país onde o despejo a céu aberto ainda é a forma predominante de disposição de resíduos sólidos, aconselha-se adoção ou aumento da eficiência de projetos de recuperação de metano com queima ou processamento de biogás, para ajudar a reduzir as emissões. Os impactos negativos das mudanças climáticas criaram uma grande oportunidade para o Brasil expandir sua infraestrutura de gestão de resíduos sólidos urbanos (Loureiro et al., 2013). Ao reduzir a emissão de GEE, mitiga-se também a elevação do NRM.

As mudanças climáticas e um ritmo acelerado de elevação do NRM mostram seus graves efeitos nas áreas costeiras do Brasil, incluindo a erosão da costa oceânica e estuarina (Passos et al., 2018). De acordo com Sodré et al (2016), quanto maior a quantidade de CO₂ liberado, maior será a absorção pelo oceano, provocando uma reação entre CO₂ e água, resultando na produção de ácido carbônico, levando a acidificação das águas oceânicas (Sodré, *et. al.*, 2021). Os oceanos recebem o calor

que vem da atmosfera e com o passar dos anos esse aquecimento considerável das águas provocou lesões às camadas abaixo da superfície aquática (Sodré, *et. al.*, 2021).

Segundo o IPCC (2021):

- Ao longo das últimas 3 décadas, um declínio do pH no interior do oceano foi observado em todas as bacias oceânicas e a acidificação dos oceanos está a afetar a vida marinha, especialmente os organismos que constroem conchas e estruturas calcíferas (por exemplo, os recifes de coral);
- Os desafios de adaptação para os ecossistemas costeiros e marinhos apresentam-se em cenários de cada vez menos oxigênio nas águas superiores do oceano, zonas de mínimo de oxigênio cada vez mais difundidas, além do aquecimento do oceano;
- Nas áreas polares, as mudanças impactam a vida polar, a terra adjacente, as massas de gelo e os fluxos dinâmicos complexos na atmosfera pois a área de gelo marinho influencia a troca de massa e energia entre a atmosfera e o oceano; e
- O aquecimento do oceano pode afetar a vida marinha (por exemplo, branqueamento de corais) e também está entre os principais contribuintes para o aumento do nível do mar a longo prazo (expansão térmica).

Mas cenários de mudanças climáticas também traz lesões na camada ao nível do mar como perdas de vidas humanas e de infraestrutura (Lima et al., 2021). A elevação do nível do mar, enchentes indesejáveis e tempestades estão inter-relacionados (Pilkey Junior; Pilkey, 2019). As figuras 12, 13, 14, 15 e 16 refletem episódios de eventos extremos associados ao aumento do nível do mar (ANM) em cidades situadas na ZC do ERJ.



Fig. 12: Exemplos ilustrativos de impactos na zona costeira da região de Niterói localizada na ZEEC RH-V.

Fonte: SEA (2018, p. 63) ⁴.



Fig. 13: Impactos na zona costeira da região de Atafona localizada na ZEEC RH-IX.

Fonte: Marco Lyra Blogspot (2016) ⁵ e Ecoa Uol (2020) ⁶.

⁴https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Praia-de-Piratininga-Destruicao-de-muro-apos-ressaca-de-2001-A-direita_fig1_258079351

⁵ <http://marcolyra.blogspot.com/2016/09/avanco-do-mar-atafona-pode-estar.html>

⁶<https://www.uol.com.br/ecoa/colunas/noticias-da-floresta/2020/08/06/atafona-a-cidade-que-o-brasil-vem-perdendo-para-o-mar.htm>



Fig.14: Impactos na zona costeira na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro localizada na ZEEC RH-V.

Fonte: Notícias Uol ⁷.



Fig. 15: Impactos na zona costeira na Zona Sul da cidade do Rio de Janeiro localizada na ZEEC RH-V.

Fonte: Acervo O Globo ⁸.

⁷ <https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/agencia-estado/2017/10/18/avanco-do-mar-destruicao-costeira-se-alastra-no-pais.htm>

⁸ <https://acervo.oglobo.globo.com/>

⁸ No bairro de Copacabana, na cidade do Rio de Janeiro, nos anos de 1920, 1921, 1961, 1962 e 1963, respetivamente, com registos de grandes ressacas.



Fig. 16: Impactos na zona costeira na cidade de Paraty localizada na ZEEC RH-I no verão de 2020.

Fonte: Araujo et al. (2021).

O início do século XXI, de acordo com as décadas anteriores de 1980 e 1990 do século XX, caracterizou-se por um aumento contínuo da temperatura média global com 17 dos 18 anos mais quentes registados ocorrendo todos no início do século XXI e tais condições anômalas foram associadas ao El Niño com anomalias das temperaturas mornas da superfície do mar (Geirinhas et al., 2019). Diversos estudos relataram a forte relação entre o El Niño-Oscilação Sul (ENOS) com, por exemplo, a intensificação de extremos de chuvas no Sudeste do Brasil (Lima et al., 2021).

O estudo de Passos et. al (2018) mostra que a percentagem de cheias na região de Mangaratiba, mesmo expressando um baixo percentual, irá tem um efeito devastador. A simulação de elevação do nível do mar da ordem de 2,15 m com base em Grinsted et al. (2009) permitiu quantificar a área potencialmente inundada (figura 17), em hectares (ha): área total alagada igual a 2573,51ha, com percentual equivalente a 7,40% da área total do município (34.768,61ha).



Fig. 17: Áreas costeiras do município de Mangaratiba atualizadas pela elevação do nível do mar de 2,15m.

Fonte: Passos et al. (2018).

Comparando a simulação com elevação de 2,15 m com base em Grinsted et al. (2009) com a cota proposta pelo IPCC (0,84 m), é possível perceber a diferença no total de áreas de inundação no município (figura 18).

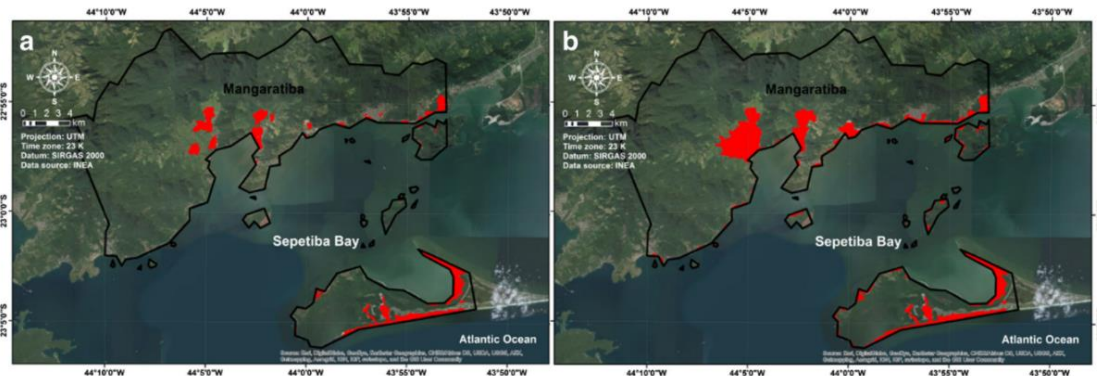


Fig. 18: Representação das áreas inundadas no município de Mangaratiba: a) IPCC - elevação de 0,84m e b) Grinsted et al. (2009) - elevação de 2,15m.

Fonte: Passos et al. (2018).

Na cidade do Rio de Janeiro e sua região metropolitana, segundo Santos *et al.* (2020), as regiões de São Gonçalo e Guapimirim e Rio de Janeiro são as mais propensas a ter maior área afetada acumulada nos cenários de 0,5 m; 1,0 m e 1,5 m (tabela 1).

Tabela 1: Área afetada cumulativa e relativa da região metropolitana do Rio de Janeiro para os três cenários de crescimento do nível do mar.

City of RJMA	Accumulated affected area (km ²)			Relative affected area (%) up to 1.5m
	Up to 0.5m	Up to 1.0m	Up to 1.5m	
Belford Roxo	0,001	0,37	0,72	0,90%
Duque de Caxias	2,01	3,68	10,5	2,20%
Guapimirim	2,48	14,73	21,37	5,90%
Itaboraí	3,63	10,52	15,33	3,60%
Magé	0,84	3,09	8,63	2,20%
Niterói	0,29	0,8	1,98	1,50%
Rio de Janeiro	29,66	83,02	124,67	10,30%
São Gonçalo	3,17	12,77	20,27	8,10%
São João de Meriti	0,00	0,003	0,03	0,10%

Fonte: Santos et al. (2020).

Particularmente, no caso da cidade do Rio de Janeiro, temos uma região metropolitana densamente povoada de importância nacional, que está quase inteiramente localizada em terras baixas do litoral. As praias oceânicas são mais

vulneráveis a esse perigo porque, no caso desta cidade, estão diretamente expostas à ação das ondas e enfrentam a direção das marés tempestuosas que atingem o litoral desta parte do estado (Santos et al., 2020). Na Baía de Ilha Grande, o Modelo Digital de Terreno (MDT) das áreas impactadas com a subida do nível do mar foi construído com base em dados altimétricos fornecidos pelo INEA (figura 19) e exibe um cenário de uma elevação total estimada do nível do mar de 2,8 m até 2100 (Reguero et al. 2015). As principais áreas afetadas são normalmente planícies costeiras, manguezais e áreas de planície, onde existe uma boa parte da zona urbana.

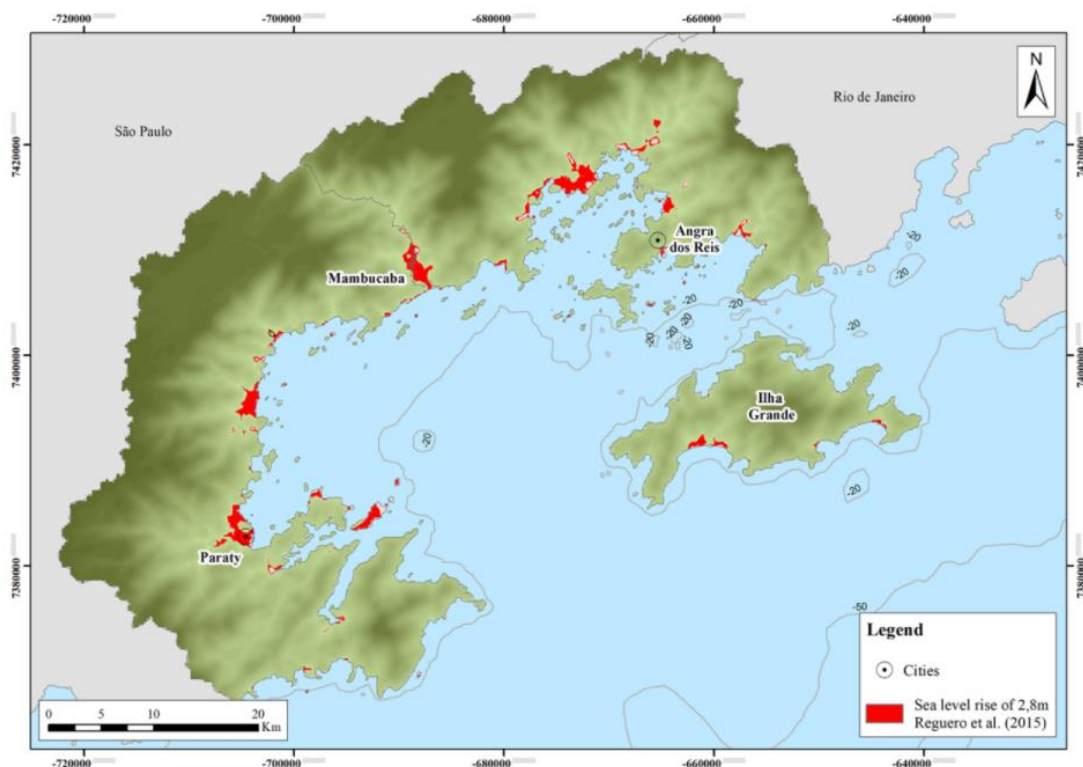


Fig. 19: Principais áreas afetadas na Baía de Ilha Grande com elevação do nível do mar de 2,8m.

Fonte: Araujo et al. (2021).

A compreensão das informações ambientais, das previsões e dos respectivos cenários, altera na forma como as estratégias e as decisões políticas são tomadas. É cada vez mais claro que as instituições políticas são cada vez mais insuficientes ao tentar prever e controlar processos naturais. A não efetividade das decisões é comprometida a partir do momento que há confusão em associar conhecimento e ação (Peres; Neves; Taddei, 2020). Iniciativas como a implantação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que abordam as principais dificuldades enfrentadas por todos os países, pode realmente levar a uma situação onde todos ganham a nível global (Schwarz-Herion, 2018).

4.3 Análises Científicas e recomendações

A adaptação à elevação do nível do mar envolve responder tanto à elevação média quanto extrema. É um processo complexo com múltiplas dimensões que diferentes autores caracterizam de forma diferente. É importante distinguir a adaptação autônoma (ou espontânea) da adaptação planejada. Também é possível distinguir adaptação planejada proativa versus reativa. Dada a grande e crescente concentração de pessoas e atividades na zona costeira, os processos de adaptação autônomos por si só não serão capazes de lidar com a elevação do nível do mar. Além disso, a adaptação no contexto costeiro é amplamente vista como uma responsabilidade pública e não privada. Portanto, todos os níveis de governo têm um papel fundamental no desenvolvimento e facilitação de medidas de adaptação adequadas (Nicholls, 2015).

É recomendável basear-se nos esquemas de cooperação já existentes, bem como na compreensão pessoal existente de especialistas nas diferentes autoridades envolvidas e consolidá-los. A governança é um ponto crucial para abordagens baseadas em ecossistemas em áreas urbanas, pois um planejamento e implantação adequados exigiria reunir as comunidades de engenharia, meio ambiente e Redução do Risco de Desastres (RRD) em um esforço conjunto (Sandholz et al., 2018). Este capítulo visa sugerir diversas metodologias, como uma espécie de guia, para que possam ser aplicadas no ERJ como estratégias de adaptação/mitigação em relação ao aumento do nível do mar nas zonas costeiras.

Estratégias de adaptação são necessárias para aumentar a resiliência de sistemas socioecológicos vulneráveis. A adaptação requer uma combinação de instrumentos de política relacionados à conservação e restauração da natureza com políticas socioeconômicas que promovam a diversificação dos meios de subsistência e, consequentemente, a geração de renda e redução da pobreza (Rezende et al., 2018). No contexto do Brasil, duas décadas de pesquisa empírica conduzida por Parikh (1995) nos mostram que minimizar a vulnerabilidade e a injustiça ambiental como variantes da dívida ecológica exige que pensemos em processos de governança ambiental (Andrade; Barreto; Henriques, 2020).

É importante notar que a sociedade tende a reagir aos eventos e desastres costeiros ao invés de antecipá-los (Nicholls, 2015). A transparência e acessibilidade ao processo de tomada de decisão são essenciais para o sucesso da gestão ambiental costeira com benefícios decorrentes da presença da participação e confiança do público. Um exemplo de integração bem-sucedida ocorreu na cidade da Califórnia, nos Estados Unidos, com o projeto chamado de “*Community Land Trusts*”, onde a população funda uma organização sem fins lucrativos e toma à frente as decisões do local onde vivem

para o benefício da comunidade e que poderia possivelmente ser replicável no Rio de Janeiro para aumentar a participação das partes interessadas nos processos de tomada de decisão (Obraczka et al., 2017). E a adoção de medidas preventivas por parte das autoridades locais também é de grande importância, tanto no aspeto socioambiental quanto acadêmico (Passos et al., 2018).

A participação da população local é indispensável pois traz uma outra percepção sob os eventos da zona costeira. Lins-de-Barros, Zeidan e Lima (2016), nos anos de 2003 e 2015, realizou um estudo no litoral de Maricá, no ERJ, onde entrevistou moradores permanentes, proprietários de casas de veraneio, caseiros, funcionários e proprietários de quiosques ou bares à beira-mar e, salva-vidas. O interrogatório foi realizado em diferentes bairros. Além de saber a percepção ambiental, é interessante cruzar dados socioeconômicos com as percepções políticas (fiscalização em relação às construções irregulares, por exemplo) ou dados socioeconômicos com a localidade e as sugestões de melhoria. Um dos resultados menciona que as mesmas pessoas que apontaram como causa a proximidade das casas à praia, acreditam que uma das soluções possíveis seria a proibição da ocupação urbana em toda a orla.

Os interrogatórios também devem ser utilizados como base para a elaboração de materiais educacionais e/ou informativos. Em vez de implementar abordagens de cima para baixo, as análises de percepção fornecem uma maneira viável de adaptar as estratégias de Eco-DRR (Redução do Risco de Desastres com base no ecossistema, do inglês: *Ecosystem-based Disaster Risk Reduction*) e adaptação baseada em ecossistemas às mudanças climáticas (do inglês: *Ecosystem-based Adaptation - EbA*) às diferentes necessidades locais, aumentando assim sua eficácia e eficiência. EbA é o conjunto de medidas de adaptação que levam em consideração o papel dos serviços ecossistêmicos na redução da vulnerabilidade da sociedade às mudanças climáticas (Rezende et al., 2018). É interessante associar variáveis estruturais (geologia, geomorfologia, altimetria, entre outros) e socioeconômicas (uso do solo, vulnerabilidade social, entre outros) (Oliveira e Bonetti, 2021; Lange et al., 2016).

Uma análise de percepção, portanto, desempenha um papel importante em aconselhar os formuladores de políticas em nível nacional, estadual, municipal e local sobre como implementar medidas mais eficazes e baseadas no ecossistema para RRD (Redução do Risco de Desastres, do inglês: *Disaster Risk Reduction*) e mudanças climáticas com forte envolvimento das comunidades locais. É importante enfatizar que uma análise de percepção serve para complementar as medidas de Eco-RRD e EbA em nível local. Para engajar a população e aumentar sua participação, é especialmente importante alinhar certas medidas de baixo para cima, embora as instituições

governamentais sejam as principais responsáveis por criar as condições para a participação local, como fornecer informações relevantes sobre onde e como as pessoas podem contribuir efetivamente. Além disso, embora as medidas propostas de Eco-RRD ou EbA possam ter boa relação custo-benefício, o apoio financeiro para sua implantação é crucial, como o fornecimento de um fundo para comunidades locais ou mesmo organizações não governamentais realizarem tais atividades (Lange et al., 2016).

A gestão sustentável de áreas urbanas requer a integração de atores de diversos setores e das esferas municipal, estadual e federal. Portanto, é essencial analisar o sistema de governança urbana em relação à redução do risco de desastres (RRD) e Adaptação às Mudanças Climáticas (AMC). Uma avaliação sistemática dos atores que estão envolvidos de maneiras formais e informais, e a identificação de seu *modus operandi* e esquemas de cooperação é um componente integral e crucial para facilitar a implantação de abordagens baseadas em ecossistemas (Sandholz et al., 2018).

Os dados de elevação de alta resolução em todas as regiões costeiras é uma ferramenta que poderia ser útil para ajudar a prever com mais precisão as taxas de aumento do nível do mar em uma escala local. Porém, é importante se preocupar sobre a estabilidade da terra e com dados adequados sobre os fenômenos como subsidência ou assentamento da terra, pois podem tornar a tradução de cenários de aumento do nível do mar em escalas locais para fins de planejamento altamente incerta. Em uma escala local, é necessário concentrar os esforços no desenvolvimento de planos de longo prazo com soluções que tenham valor tanto mitigativo quanto adaptativo (Kearney et al., 2012).

Além disso, a caracterização dos padrões temporais e espaciais de eventos extremos de chuva é crucial para o planejamento de médio e longo prazo da infraestrutura urbana, gestão dos recursos hídricos e resiliência aos efeitos das mudanças climáticas (Lima et al., 2021). As previsões são de extrema importância para prevenir a sociedade (Geirinhas et al., 2019). Atualmente, o ERJ tem um radar meteorológico chamado “Alerta Rio” que mantém a população informada sobre informações meteorológicas com previsão de fortes chuvas que possam ocorrer inundações de vias públicas em consequência das chuvas e/ou acidentes geotécnicos em encostas (deslizamentos). O que poderia facilmente ser utilizado para dispersar informação sobre acontecimentos relacionados com a área costeira, como ressacas, ao implementar mais postos de coleta de informação na ZC do ERJ (figura 20).

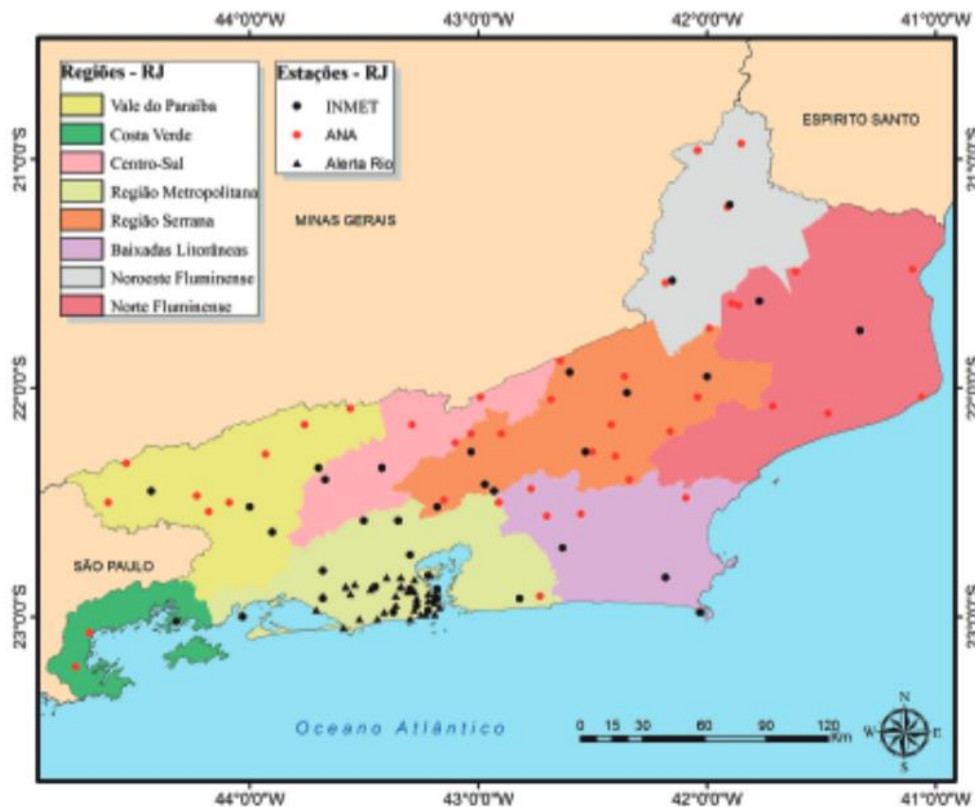


Fig. 20: Mapa do estado do Rio de Janeiro com a localização de estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (círculos pretos), da Agência Nacional de Águas (círculos vermelhos) e do Alerta Rio (triângulos) nas distintas regiões do estado (a cores).

Fonte: Silva e Dereczynski (2014).

Outra sugestão seria a criação de uma “caixa de ferramentas” que permitiria aos tomadores de decisão, planejadores e outros formular questões para uma melhor comunicação com os engenheiros, por exemplo, no caso de questões de infraestruturas. Funcionaria como um sistema em que fosse possível formar potenciais parcerias ou esforços colaborativos entre várias organizações para a abordar os problemas discutidos (Kearney et al., 2012).

Essa “caixa de ferramentas” também poderia ser utilizada pra um método de consulta de especialistas para auxiliar a identificação de riscos (algo que é imprescindível a ser feito antes da tomada de decisões). A finalidade do questionário é avaliar impacte de cada critério no meio ambiente. Na pesquisa realizada por Araujo et al. (2021), o grupo de especialistas foi formado por profissionais de diferentes universidades e institutos ambientais do Brasil, representando conhecimentos em diferentes tipos de ambientes costeiros e foram divididos entre geocientistas (geólogos e geógrafos), biólogos, engenheiros, gestores ambientais, arquitetos e engenheiros, a maioria deles com pós-graduação. Os critérios foram organizados em linhas e os pesos em colunas, onde cada participante contribuiu atribuindo pesos a cada critério, de 1 a

10, não podendo atribuir o mesmo peso para diferentes critérios. O resultado da ponderação dos critérios pelos especialistas por meio do questionário gerou um peso médio para cada critério. Esse método é conhecido por método Delphi.

Uma outra forma de se avaliar a vulnerabilidade costeira, desta vez proposta por Oliveira et al. (2021), é através da união das seguintes informações: taxa de mudança histórica da costa, taxa de mudança relativa ao nível do mar, altura máxima da onda, amplitude das marés, variáveis estruturais associadas à geologia, geomorfologia ou outras características ambientais com variáveis econômicas e demográficas à vulnerabilidade física.

Relativamente às infraestruturas, Nicholls (2015), sugere três tipos de métodos de adaptação (figura 21):

- “*Planned retreat*” (retirada planejada): todos os efeitos do sistema natural são permitidos para ocorrer e os impactos humanos são minimizados puxando para trás da costa por meio de planejamento de uso da terra, controles de desenvolvimento, migração planejada, etc;
- “*Accommodation*” (acomodação): todos os efeitos do sistema natural de acomodação podem ocorrer e os impactos humanos são minimizados ajustando o uso humano da zona costeira por meio da alteração do uso da terra / tipos de cultivo, medidas de resiliência a inundações, sistemas de alerta, seguro, etc; e
- “*Protection*” (proteção): os efeitos do sistema natural de proteção são controlados por barreiras moles ou rígidas (por exemplo, praias e dunas nutridas ou paredões), reduzindo os impactos humanos na zona que seria impactada sem proteção.

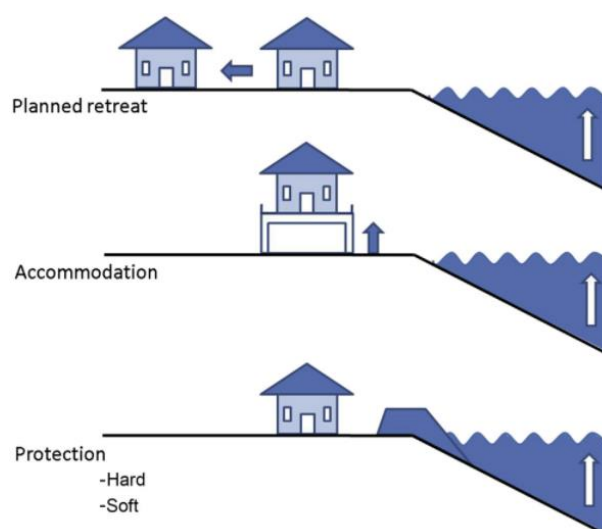


Fig. 21: Adaptações de infraestrutura para elevação do nível do mar.

Fonte: Nicholls (2015).

Medidas de informação como preparação para desastres, mapeamento de perigo e alerta/evacuação de enchentes também são cada vez mais importantes e, de muitas maneiras, são transversais e complementares às três abordagens acima. Por exemplo, a proteção contra inundações pode usar amortecedores do ecossistema na frente das defesas artificiais, reduzindo o tamanho da defesa necessária. Além disso, precisamos considerar o risco residual que permanece para todas as áreas protegidas: isso sugere que a adaptação precisa ser combinada com previsão de enchentes e sistemas de alerta. A adaptação para um setor pode, no entanto, exacerbar os impactos em outros lugares: um bom exemplo é a compressão costeira de habitats interditais e costeiros rasos, onde a migração on-shore de habitats devido ao aumento do nível do mar é evitada por proteção rígida. Em contraste, as opções de retiro e acomodação permitem a migração do habitat. A gestão costeira precisa considerar o equilíbrio entre a proteção da atividade socioeconômica/segurança humana e os habitats e o funcionamento ecológico da zona costeira sob o aumento do nível do mar (Nicholls, 2015).

Ainda sob a visão de Nicholls (2015), os tipos de técnicas que podem ser empregues para proteger contra a entrada do mar são geralmente baseadas na engenharia, onde a blindagem da linha costeira é usada como um meio de substituir a linha costeira natural por uma superfície artificial que é então usada para conter o mar. Os tipos de técnicas de blindagem de linha costeira que podem ser usados podem ser divididos em duas categorias principais com base no objetivo pretendido. Um tipo de técnica são os métodos de blindagem de posição fixa; a outra técnica pode ser referida como técnicas de proteção contra inundações. O objetivo dos métodos de blindagem de posição fixa é estabelecer um local fixo para a costa. O objetivo da proteção contra inundações é evitar inundações de terras quando os níveis de água excedem a altura da terra que está sendo protegida.

O objetivo dos métodos de blindagem de posição fixa é criar uma barreira definida entre a terra e o mar. Os benefícios de criar uma barreira estabelecida incluem a capacidade de fornecer consistência em termos de planejamento para o desenvolvimento. Além disso, a barreira fixa pode ser construída de forma a garantir um nível de proteção contra tempestades e outros processos relacionados ao mar. Existem várias estruturas que podem ser projetadas para criar barreiras fixas, incluindo paredões, anteparas, revestimentos e muros de contenção. Cada método é usado para conter o mar, mas o propósito e o efeito entre os métodos listados podem variar. A escolha de permanecer na zona costeira é baseada em uma série de fatores. O nível

de desenvolvimento na área costeira é obviamente uma consideração primária (Nicholls, 2015).

Os tipos de técnicas de proteção contra inundações incluem: diques, dunas, comportas e barreiras contra tempestades. Algumas dessas técnicas de proteção diferem umas das outras em termos da forma como operam e funcionam, enquanto outras distinções são baseadas mais na finalidade da técnica usada, que é definida pelas condições ambientais circundantes em que a técnica de proteção contra inundações particular opera (Nicholls, 2015).

Também é possível utilizar técnicas híbridas de proteção. Incluem técnicas de blindagem de posicionamento fixo combinadas com outras técnicas destinadas a prevenir ou mitigar os efeitos da elevação do mar. O propósito dessas técnicas híbridas varia, mas geralmente são voltadas para prevenir os piores efeitos do aumento do nível do mar na comunidade costeira, embora em alguns casos permitindo a manutenção das características tradicionais da costa. Quebra-mares, curvas e molhes, preenchimento de praia (depósito de areia) e linhas costeiras vivas são exemplos (Nicholls, 2015).

Técnicas de políticas específicas voltadas para a retirada (*“Planned retreat”*) tendem a seguir um maior grau de planejamento de um ponto de vista pró-ativo. As técnicas tendem a se concentrar em procedimentos proativos e abrangentes que mitigam os impactos do aumento do nível do mar em curto prazo e também planejam respostas mais fáceis e a transição para o aumento futuro do nível do mar. Algumas das técnicas fornecidas em uma orientação de retirada planejada são específicas - por exemplo, realocar estruturas existentes que estão perto da linha da maré e, portanto, com maior risco de inundação ou tempestade associada ao aumento do nível do mar. Outras técnicas criam programas que oferecem maneiras de compensar os proprietários privados que possuem terras sensíveis, fornecendo fundos para a compra dessas terras. A realocação é, em essência, a decisão de mover uma estrutura existente mais para o interior a partir de sua localização atual. No entanto, existem vários problemas associados à relocação. Por exemplo, a exigência de transferir a propriedade para a terra pode ser frustrada pela falta de terras disponíveis para o proprietário da propriedade. Além disso, a base para tal exigência pode ser contestada como uma apropriação inconstitucional de propriedade privada quando o regulamento ordena a mudança da propriedade, mas não prevê qualquer compensação (Nicholls, 2015).

No mesmo pensamento, Kearney et al. (2012) cita que para infraestruturas em perigo de efeitos do aumento do nível do mar, foi sugerido que uma “triagem” seja instituída para garantir que as áreas costeiras recebam a atenção mais imediata para medidas mitigativas. Três opções foram discutidas, cada uma com suas próprias

vantagens e desvantagens. Primeiro, proteger o que existe construindo uma “armadura” ao seu redor ou elevando-o a alturas mais altas. As soluções sugeridas foram o uso de vegetação com sistemas de raízes fortes e barreiras contra tempestades, entre muitas outras. A segunda opção é acomodar o que está em vigor por meio da modificação da infraestrutura. Vários métodos foram discutidos que já são usados, como elevar o nível da rua, como fez Sacramento (nos EUA). A terceira opção é recuar, ou mover a infraestrutura para zonas menos potencialmente arriscadas. Esta terceira opção foi citada como uma possibilidade porque, em caso de desastre(s) natural(is), em algum momento ficará mais barato recuar do que reconstruir e reparar cada vez que algo acontecer. Esta é a opção mais sustentável das três, mas também a mais drástica e cara no curto prazo.

O planejamento de gestão da linha costeira surgiu na Inglaterra e no País de Gales nas últimas duas décadas como uma resposta à erosão costeira e gestão de risco de inundação. Ele fornece uma estrutura para pensar sobre o futuro de toda a costa em longas escalas de tempo com base em princípios geomórficos, incluindo os efeitos não locais da gestão. Quatro respostas genéricas são consideradas sem considerar os detalhes técnicos: (1) avançar a linha de defesa existente; (2) manter a linha de defesa existente; (3) realinhamento gerenciado; e (4) nenhuma intervenção ativa. As opções 1 e 2 podem ser consideradas como proteção genérica, enquanto as opções 3 e 4 podem ser consideradas recuo. Paralelamente a isso, também houve o reconhecimento de que, embora precisemos nos adaptar à elevação do nível do mar, há uma grande incerteza quanto ao momento certo e à oportunidade de aprender. Os caminhos de adaptação, combinados com monitoramento e aprendizagem, são uma abordagem atraente para a adaptação costeira, especialmente em cidades onde grandes mudanças serão necessárias (Nicholls, 2015).

Para Araujo et al. (2021), utilização do método de análise hierárquica com base nas características geológicas, geomorfológicas, pluviométricas, oceanográficas e sociodemográficas é essencial para um diagnóstico mais preciso. Faz-se necessário saber informações como: rotação no sentido horário da direção das ondas, estabelecida pelo fluxo médio da energia das ondas, associada à forte tendência para tempestades em latitudes médias pois os efeitos da rotação podem influenciar a configuração da linha de costa.

Sistema de Informação Geográfica (SIG) também pode se tornar num forte aliado. Seria possível interligar diferentes aspetos, subdividir a ZC do ERJ em seções e aplicar métodos híbridos num geral. Hennecke et al. (2004) demonstra que na Austrália, seis seções foram geradas para considerar a variabilidade ao longo da costa na

aplicação do modelo SIG e impactos dos efeitos combinados do cenário de elevação do nível do mar de 50 anos (pois SIG é uma ótima ferramenta para fazer previsões). Os resultados da modelagem SIG forneceram uma indicação sobre a magnitude potencial do aumento do nível do mar e também incluiu os impactos da demanda por tempestades ao longo da zona costeira. Uma primeira estimativa do risco potencial devido aos impactos de um aumento no nível do mar e um evento de tempestade é possível de forma rápida e econômica, usando dados prontamente disponíveis e modelos de comportamento costeiro implementados em um SIG. O SIG não é apenas capaz de armazenar e processar dados, combinando a informação espacial com um banco de dados externo, mas também de dar ao usuário a possibilidade de considerar a variabilidade morfológica ao longo de uma praia, atualizar ou adicionar informações (Hennecke et al., 2004).

A matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência, do inglês: *Gravity, Urgency and Tendency*) é outro método que auxilia onde serão necessárias aplicar as principais tomadas de decisões. A multiplicação dos índices G, U e T, verifica-se quais são os impactos ambientais com maiores resultados e, conseqüentemente, com maior prioridade a ser tratados (Passos et al., 2018). E a matriz de perigo *versus* vulnerabilidade (tabela 2) também pode ser utilizada juntamente com previsões para até 50 anos, como no caso do estudo realizado por Hennecke et al. (2004) para determinar as classes de risco numa determinada zona/seção.

	Hazard	Storm	10-yr SLR	20-yr SLR	30-yr SLR	40-yr SLR	50-yr SLR
			+ storm	+ storm	+ storm	+ storm	+ storm
Vulnerability	Weighting	6	5	4	3	2	1
Low	1	6	5	4	3	2	1
Medium	2	12	10	8	6	4	2
High	3	18	15	12	9	6	3
Extreme	4	24	20	16	12	8	4
Risk classes		Low	Medium	High	Extreme		

Tabela 2: Determinação de áreas de risco para a praia de Collaroy/Narrabeen na Austrália.

Fonte: Hennecke et al. (2004).

O que é certo é que não há uma única forma de se adaptar ou mitigar acerca da elevação do nível do mar. O mais importante é combinar métodos: Consulta com outros especialistas, Análise hierárquica, Taxa do nível do mar global, Taxa do nível do mar regional, Taxa do nível total do mar, Uso do solo, SIG, entre outros. As questões de viabilidade e custo na abordagem do problema são informações importantes a serem levadas em consideração (Kearney et al., 2012) pois há uma carência de maiores custos de mitigação e adaptação em muitos países (Lima et al., 2021).

Capítulo 5 – Referências Teóricas

5.1 Estratégias adotadas consequentes às Mudanças Climáticas

Ao contrário dos esforços de mitigação que dependem do conjunto de todos os países e indivíduos do mundo, os esforços de adaptação às mudanças climáticas dependem apenas de cada país individualmente. Em cada país, igualmente, as regiões, estados, municípios e cidades deverão tomar a dianteira e se antecipar ao problema, independentemente dos governos centrais, que não terão capacidade de atender a todos (SEA, 2018). Na prática, a maioria das estratégias não pode ser desenvolvida pelos municípios isoladamente pois dependem de recursos e orientações técnicas dos âmbitos estadual e/ou federal que nem sempre estão disponíveis para todos. As estratégias adotadas em cada país variam de acordo com as condições económicas, os conhecimentos técnico-científicos, tipos de riscos e tipos de impactos. E o funcionamento do Poder Público é essencial para determinar as condições ambientais futuras. Na Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, especificamente no Capítulo VI referente ao Meio Ambiente, diz:

“Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

O artigo 225 é o ponto central para a proteção do meio ambiente no Brasil. De acordo com Antunes (2010), o primeiro destaque que merece abordagem é o vocabulário “todos”, que dá início ao capítulo. “Todos” tem o sentido de qualquer indivíduo que se encontre em território nacional, independentemente de sua condição jurídica perante a jurisdição brasileira. “Todos” quer dizer todos os seres humanos, sem exceções. No artigo 5º da Constituição Federal Brasileira, os direitos e os deveres não se destinam a toda e qualquer pessoa: os seus destinatários são os brasileiros e os estrangeiros residentes no País. Um estrangeiro que esteja simplesmente de passagem pelo Brasil, não é destinatário do artigo 5º. Porém, ao se utilizar da expressão “todos” no artigo 225, buscou estabelecer que mesmo os estrangeiros não residentes e outros que, por motivos diversos, tenham tido suspensos os seus direitos de cidadania, ainda que parcialmente, são destinatários da norma atributiva de direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Historicamente, no Brasil, a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) foi instituída pela Lei nº 12.187 de 29 de dezembro de 2009 e seu Decreto regulamentador nº 7.390 de 9 de dezembro de 2010 pelo ex-presidente Luiz Inácio Lula

da Silva e tinha, como um dos seus instrumentos institucionais, o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM) instituído pelo Decreto nº 6.263 de 21 de novembro de 2007. Tal decreto expunha orientações para a elaboração do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, porém foi revogado pelo atual presidente Jair Messias Bolsonaro através do Decreto nº 10.223 de 5 de fevereiro de 2020.

Além disso, o Decreto nº 7.390 de 9 de dezembro de 2010 que regulamentava os arts. 6º, 11º e 12º da PNMC foram revogados pelo ex-presidente Michel Temer através do Decreto nº 9.578 de 22 de novembro de 2018. Dessa maneira, ficam cancelados os instrumentos, os planos setoriais de mitigação e adaptação e o compromisso nacional voluntário de reduzir emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) entre 36,1% e 38,9% até 2020. Ou seja, diminui o compromisso nacional das estratégias de mitigação perante aos outros países e a responsabilidade nacional do cumprimento do artigo 225 da Constituição Federal.

Contudo, foram publicados dois Planos: o Plano Nacional sobre Mudança do Clima em 2008 e Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima em 2016. Atualmente, o desserviço público no âmbito ambiental prejudica os direitos dos vários grupos da sociedade, como: a saúde, a educação, o desenvolvimento sustentável, a segurança, o patrimônio cultural e religioso, a biodiversidade, a habitação, o lazer, o transporte, e assim por diante.

5.2 Governança Pública, Governança Ambiental e Políticas Públicas

As decisões políticas incidem fortemente na vida do cidadão. Tudo o que o Governo faz, gera um impacto. E isso pode ser de um modo positivo como, também, negativo. A indispensabilidade de uma melhoria contínua da gestão pública é inegável pois tem a responsabilidade de avaliar se o dinheiro derivado dos tributos está a ser bem alocado, se os objetivos estão a ser alcançados, se os serviços estão a ser bem fornecidos e se o cidadão está a ser beneficiado.

Isso refere-se a questão de responsabilidade social, de saúde, de meio ambiente, de segurança, de educação, de mobilidade urbana e de todos os serviços públicos e direitos sociais e individuais atribuídos no Art. 5º da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 como direitos e garantias fundamentais para todo e qualquer brasileiro e residentes estrangeiros no Brasil. Para que todos os direitos sejam garantidos com excelência e todas as decisões políticas tenham impactos positivos na vida do cidadão é necessário que a estratégia, o planejamento, a coordenação, o gerenciamento, o controle de riscos, os objetivos, os indicadores de desempenho e as metas sejam bem definidos e aplicados. Deste modo, a governança se faz presente.

A governança trata de meios eficazes - ou seja, instrumentos de política - para implementar os objetivos da política (e para equilibrá-los com outros valores ou objetivos) e estratégias de sustentabilidade resultantes dos objetivos (Ekardt, 2020). Governança também pode ser definida através da maneira pela qual o poder é exercido para o controle do uso de recursos económicos, sociais e naturais; a instituição de leis e regras que definem como o poder é exercido numa sociedade, fortalecendo a democracia e a participação da sociedade no processo decisório, envolvendo transparência e capacidade institucional; arranjos formais e informais na relação estado/sociedade; formulação e implantação de políticas públicas, direitos e deveres civis; e administração pública (Câmara, 2011).

Para entendermos de uma melhor forma: imagine dois condomínios com o mesmo número de moradores. Em um deles tudo funciona bem e no outro não. Na situação ideal, os moradores se organizam e estruturam um condomínio formalmente. Cada parte atua com finalidades e funções específicas. No prédio onde tudo funciona bem, o síndico foi escolhido pelos moradores e é um líder atuante, competente e ético que está pronto para atender os interesses dos condôminos. Há também uma série de mecanismos: convenção de condomínio, assembleia, transparência e conselho fiscal que servem para evitar desvios na conduta do síndico e de sua equipa. E todos os moradores participam das assembleias, onde as ações de melhoria são planeadas e decididas. Ou seja, o conjunto de instrumentos para garantir que os interesses dos moradores sejam atendidos é o mecanismo de governança (TCU, 2013).

O movimento "*new public administration*" (do inglês: nova administração pública), traz uma nova versão do que hoje é conhecido por governança. Na visão de Tzoumis (2004), o principal objetivo é o redirecionar a gestão pública para a execução responsiva e socialmente justa de programas públicos. Antes, o governo era administrado como uma empresa com as preocupações voltadas para economia e eficiência, ao mesmo tempo que assegurava a responsabilidade perante os cidadãos. Depois, além de manter a responsabilidade, deveria ser mais acolhedor ao público (já que na visão de empresa, os cidadãos seriam os clientes). O principal pilar é inserir ideais normativos e prescritivos de democracia, como tratamento justo e igual. Para TCU (2013), uma boa governança pública favorece o alcance dos melhores resultados em serviços públicos, educação e saúde de qualidade, meio ambiente equilibrado, segurança e mobilidade urbana. Ou seja, o objetivo é melhorar a vida de cada cidadão

Em situações extremas, o governo pode existir sem governança e vice-versa, distinguindo governo de governança, definindo governo como autoridade formal, com poder de polícia, com habilidade de se levar a efeito de políticas públicas, enquanto a

governança se volta para a gestão estabelecida em objetivos comuns e compartilhados (Câmara, 2011). Os problemas de governança, como efeitos rebote ou efeitos de mudança, são obstáculos típicos para uma política de sustentabilidade eficaz, que podem ser medidos empiricamente e derivados de pesquisas comportamentais (Ekardt, 2020).

De acordo como Decreto 9.203/2017, que dispõe sobre a política de governança da administração pública federal direta, autárquica e fundacional, governança pública é o conjunto de mecanismos de liderança, estratégia e controle postos em prática para avaliar, direcionar e monitorar a gestão, com vista à condução de políticas públicas e à prestação de serviços de interesse da sociedade. E são conduzidas através dos seguintes princípios: capacidade de resposta, integridade, confiabilidade, melhoria regulatória, prestação de contas e responsabilidade e transparência.

No âmbito de preservação ambiental, as atividades que a Gestão Pública desenvolve em relação à resíduos sólidos, manejo florestal, gestão costeira, saneamento, qualidade do ar, proteção da biodiversidade, gerenciamento de bacias hidrográficas, entre outros contextos, é o que representa a Governança Ambiental. A governança ambiental a níveis nacional, regional e global é fundamental para o alcance da sustentabilidade ambiental e do desenvolvimento sustentável, em última instância. Considerando a natureza indivisível do meio ambiente e suas ligações inextricáveis com as dimensões econômica e social do desenvolvimento sustentável, os processos de tomada de decisão e os trabalhos das instituições devem ser bem informados, coerentes, não fragmentados, globais e integrados, além de contar com adequados quadros normativos e condições de habilitação, que facilitam esse processo (ONU Meio Ambiente, [s.d.]).

Sob a perspectiva de Andrade, Barreto e Henriques (2020), a governança ambiental é fortalecida por práticas de reivindicação democrática, estratégias de mitigação, adaptação, prevenção e minimização de riscos às mudanças climáticas e ações coletivas para promover a governança climática global (Inoue, 2016; Roser; Seidel, 2017). Chamado por Ekardt (2020) de Governança da Sustentabilidade, a Governança Ambiental, em sua perspectiva, busca a elaboração efetiva das metas de sustentabilidade (baseadas nos direitos humanos). E ainda cita que os limites para os combustíveis fósseis e a pecuária desempenham um papel fundamental para isso.

Não somente focado nas questões ambientais, a Governança Ambiental tem um papel relevante ao associar condições econômicas e sociais aos aspetos ambientais. Segundo Gomides e Silva (2009), baseado no relatório “Recursos Mundiais 2002-2004 – Decisões pela Terra – Equilíbrio, Voz e Poder” (elaborado pelo Banco Mundial,

Programa das Nações Unidas para o Ambiente e a ONG *World Resources Institute*), a Governança Ambiental pode ser definida por sete elementos: Instituições e Leis, Direitos de Participação e Representação, Nível de Autoridade, Responsabilização e Transparência, Direitos de Propriedade e Posse, Mercados e Fluxos Financeiros e, Ciência e Risco. Cada um dos elementos com perguntas associadas, dentre elas:

“Quem resolve as disputas? Leis relativas à liberdade de informação; audiências públicas; e processos e períodos de consultas públicas relativos a planos e ações ambientais; capacidade de processar em tribunal, de apresentar uma queixa ou de exigir a revisão de uma lei ou decisão por parte da administração” (Gomides; Silva, 2009, p. 186-187).

As instituições internacionais, os ministérios, os conselhos regionais, os departamentos locais de planeamentos e empresas e organizações que estejam ligados com recursos hídricos, controlo de poluição ou setores de indústria e comércio são responsáveis por fazer e aplicar as regras de manipulação dos recursos naturais (Gomides; Silva, 2009). Tais regras, políticas, tratados, leis ambientais e económicas, normas de condutas e, tribunais, funcionam a nível local, regional e internacional (a autoridade é visível na organização das competências nos diversos níveis do governo) (Gomides; Silva, 2009). Além disso, os representantes nomeados (por exemplo: ONGs ou deputados) representam os que utilizam e o que dependem dos recursos naturais através de avaliações de desempenho, sondagem de opinião pública, auditorias, assembleias e conselhos ao analisar os registos de regras, queixas e decisões, relatórios e inventários relacionados com o problema ambiental em questão.

A complexidade e a natureza multinível das mudanças climáticas requerem sistemas de governança capazes de gerenciar e resolver conflitos de interesses em várias escalas e entre diversos atores políticos (Andrade; Barreto; Henriques, 2020). Aliás, a incorporação da responsabilidade social corporativa poderá ser uma forte aliada juntamente com as tomadas de decisões políticas (governo) e, consequentemente, ocasionar um maior engajamento social. A responsabilidade social corporativa (RSC) é uma perspetiva onde exige que as empresas não apenas cumpram a lei e suas obrigações regulatórias, mas, ao mesmo tempo, cumpram um padrão mais elevado do que o exigido por lei. Declarações parciais como “não faremos mal” ou “agiremos com ética” são exemplos padrões que não se enquadram dentro do que é proposto na RSC, pois obriga, no sentido de justificar um retorno justo para a sociedade, que as empresas contribuam ativamente para o bem comum (Sarre, 2004).

Um elemento importante que também deve ser considerado como uma boa prática na Governança Ambiental é a transdisciplinaridade. De acordo com Ekardt (2020), transdisciplinaridade significa discutir ciência não da perspectiva de uma disciplina particular, mas com base em todo o conhecimento disciplinar sobre esses problemas.

No Brasil, os conselhos de meio ambiente, órgãos integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), instituído pela Lei de Política Nacional do Meio Ambiente (nº 6938/1981), são espaços públicos que definem parâmetros de gestão pública e que deliberam sobre normas, padrões e regulamentos ambientais. O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) é o órgão consultivo e deliberativo do SISNAMA e é composto de Plenário e Câmaras Técnicas com representação de diferentes setores do governo e da sociedade civil, como: governos federal, estaduais e municipais, confederações nacionais do setor privado (Confederação Nacional do Comércio – CNC e Confederação Nacional de Serviços – CNS, por exemplo) e entidades ambientalistas (Centro de Desenvolvimento Agroecológico do Cerrado – CEDAC e Instituto Matogrossense de Direito e Educação Ambiental – IMADEA, por exemplo) (Gomides; Silva, 2009).

Ainda sobre Governança Pública no contexto brasileiro: para propor medidas, práticas organizacionais, melhorias de governança e elaboração de manuais e guias com a finalidade de obedecer aos princípios e às diretrizes definidos pelo Decreto 9.203/2017, foi criado o Comitê Interministerial de Governança (CIG) que é composto pelo Ministro de Estado Chefe da Casa Civil da Presidência da República (como coordenador), Ministro de Estado da Economia e o Ministro de Estado da Controlaria-Geral da União (Brasil, 2017).

Aprovados pelo CIG, o Governo Federal brasileiro apresentou quatro guias que propõem conceitos, princípios, diretrizes e mecanismos para governança pública:

- “Diretrizes Gerais e Guia Orientativo para Elaboração de Análise de Impacte Regulatório - AIR”;
- “Guia da Política de Governança Pública”;
- “Avaliação de Políticas Públicas – Guia Prático de Análise *ex ante*”; e
- “Avaliação de Políticas Públicas – Guia Prático de Análise *ex post*”.

Os objetivos gerais da criação desses guias é que todos os Ministérios tenham a mesma linguagem e que as relações intergovernamentais sejam fortalecidas (interações entre os diferentes níveis de governo). A crença da sociedade na consistência da governança é consequência da capacidade do Estado em atender de forma efetiva às

suas necessidades por bens e serviços públicos. E o fortalecimento dessa crença pode surgir através de uma boa aplicação de instrumentos como, por exemplo, as políticas públicas.

Política Pública é a soma das atividades dos governos, que agem diretamente ou através de delegação e que influenciam a vida dos cidadãos (Peters, 1986). De acordo com Brasil (2018), entende-se por políticas públicas o conjunto de programas ou ações governamentais necessárias e suficientes, integradas e articuladas para a provisão de bens ou serviços à sociedade, dotada de recursos orçamentários ou de recursos oriundos de renúncia de receitas e benefícios de natureza financeira e creditícia.

Para Saint-Martin (2006), as políticas públicas têm efeitos de feedback também em termos do significado e da informação que transmitem aos atores políticos e sociais. Esses efeitos fornecem informações não apenas aos formuladores de políticas, mas também aos cidadãos e ao público em geral. A ideia é que o conteúdo da política pública (desenho da política) afeta a orientação dos cidadãos, enviando mensagens sobre o valor do grupo ou grupos que são alvo da política (Ingram & Schneider, 1993). As políticas geram pistas que ajudam os atores sociais a interpretar o mundo ao seu redor. Entretanto, muitas vezes essa divulgação não acontece, ou por interesse em não divulgar ou porque os processos de comunicação não foram considerados. Consequentemente, há menor disseminação de informação, menor fiscalização por parte da sociedade e margem para omissão do governo (que também pode ser um mecanismo de governo).

Outra leitura interessante do que significa políticas públicas, segundo Shires (2004), é que se refere ao processo através do qual os membros de uma área ou unidade política fazem escolhas que abordam as suas áreas e questões de preocupação. A parte do "público" reflete as preferências e ações de um grupo de pessoas, mais frequentemente através da sua voz conjunta, tal como se reflete nas suas instituições governantes e especialmente nos seus governos. Já a parte da "política" refere-se a regras, estratégias de gestão, processos e planos permitidos pelo público para abordar as suas áreas de preocupação. Estas estratégias, processos, e planos podem ser tanto intencionais como acidentais. Muitas vezes, as jurisdições desenvolvem uma abordagem para uma dada questão ou preocupação, como o crime. Outras vezes, a ausência de uma estratégia ou plano para abordar uma determinada questão estabelece, de facto, um plano com a intenção de não tomar medidas numa determinada área. A presença ou a ausência de tal plano seria também uma política pública.

Nas democracias modernas, as políticas públicas são tipicamente geradas pelos ramos governamental (legislativo) e administrativo (executivo) do governo (Shires,

2004). E o controlo das escolhas políticas podem ser exercidas pelo povo diretamente e indiretamente, através do voto e o governo como agente público com quase que total controlo, respetivamente.

As políticas públicas (PP) surgem como resolução de problemas. Porém, não há garantia do sucesso da sua aplicação na prática pois alguns motivos podem causar interferência, por exemplo: prazos, nível de aplicação (política pública elaborada a nível federal a ser aplicada a nível municipal), ato ilegal envolvido no processo por desconhecimento, se atende o público prioritário ou não, entre outros. E por tais motivos, mostra-se relevante a importância da avaliação das políticas públicas.

5.3 Avaliações de Políticas Públicas

Na formulação e na aplicação das Políticas Públicas (PP) envolvem-se vários agentes: gestores, partidos políticos, avaliadores, mídia, institutos de pesquisa, técnicos, governantes, parceiros e comunidade, a incluir setores privado e público. Cada um a agir de acordo com seus interesses, que podem ser convergentes ou não, para a resolução de problemas sociais. O que torna um processo dinâmico e complexo. Consequentemente, é difícil definir apenas uma única forma global de avaliação.

Segundo Ingram e Schneider (2008), a importância das políticas públicas na construção de uma sociedade mais justa é perceptível em todo o mundo. O contexto no qual a análise está inserida está mudando de maneiras importantes que tornam a relação entre política e democracia especialmente saliente porque a opinião pública é crítica em relação ao governo e às políticas públicas. Uma grande proporção do povo não acredita mais que o governo seja capaz de cumprir as promessas incorporadas aos objetivos das políticas e que os governantes não são confiáveis. Muitas pessoas acreditam que os interesses da elite e dos membros do governo estão acima dos interesses dos cidadãos comuns. Isso impacta diretamente a democracia. A formulação de políticas afeta o enquadramento de problemas e identidades dos cidadãos por meio de linguagem, símbolos e discurso. A análise de PP deve sondar como o conteúdo impacta o enquadramento, as construções, a implantação e a transparência e, por meio deles, as oportunidades oferecidas aos cidadãos.

Gascó (2004), justifica que a avaliação de uma política pública melhora as formas como as políticas são conduzidas. O processo se estende desde os estágios iniciais de definição e desenho até o seu desenvolvimento e execução. Outra definição complementar é que a análise é a avaliação sistemática da operação e dos resultados de um programa ou política, em comparação com um conjunto de padrões explícitos, como meio de o melhorar. De acordo com Nagel (2002), o processo de avaliação pode

ser definido como o estudo da natureza, causas e efeitos de políticas públicas alternativas. Ainda na perspectiva de Nagel (2002), existem 5 formas de se avaliar:

- “1. Otimização matemática, com ênfase em pesquisa operacional, ciência da gestão e ciência da decisão;*
- 2. Uma abordagem econométrica, com ênfase na análise de regressão estatística;*
- 3. Uma abordagem quase experimental, com ênfase na tentativa de organizar um pré-teste, um pós-teste, um grupo de controle e um grupo quase experimental não aleatório;*
- 4. Uma abordagem de processo comportamental, com ênfase no processo de formação e implementação de políticas; e*
- 5. Tomada de decisão multicritério (MCDM, do inglês: Multicriteria decision making), com ênfase no processamento de um conjunto de (a) objetivos sociais a serem alcançados, (b) alternativas de política para alcançá-los, e (c) relações entre objetivos e alternativas para escolher a melhor alternativa, combinação ou alocação.” (Nagel, 2002)*

Winship (2008) refere que análise de políticas públicas pode ser analisada da mesma forma como montamos um quebra-cabeça pois ajuda a compreender e retificar os problemas que estão envolvidos num conjunto de extremidades políticas aparentemente conflitantes. Inicialmente, nós juntamos as peças que parecem ser do mesmo setor (por exemplo: as peças azuis e/ou azuis e brancas que podem ser o céu). Porém, através do formato de cada peça, nós tentamos descobrir as maneiras, se é que existem, em que peças díspares podem ser colocadas juntas. Todo o processo é racional, mas diferente de uma análise padrão. A principal diferença é que a racionalidade padrão envolve escolher entre um conjunto de opções possíveis. A resolução do quebra-cabeça envolve descobrir quais opções são possíveis. As principais habilidades são flexibilidade e boa percepção.

Já Forester (2008) acredita que o modo de escuta crítica é a melhor forma de se avaliar uma política pública. No mesmo raciocínio exposto no capítulo 4.3 (Análises Científicas e recomendações), ao conversar com diferentes atores envolvidos na PP através das entrevistas e dos questionários, os planeadores conseguem explorar e descobrir o que é possível (ou não) de ser feito. As entrevistas podem ser formais ou informais e podem trabalhar com diversos “*stakeholders*” (partes interessadas). Tecnicamente, a compreensão de múltiplas perspectivas pode melhorar a compreensão de um caso particular porque o(s) planeador(es) não têm acesso especial à verdade, informação completa ou perfeita. Politicamente, compreender e ser capaz de integrar

muitas perspectivas permite que o(s) planeador(es) abordem questões de viabilidade e poder. Com isso, conseguem não apenas definir posições, mas explorar possibilidades futuras, esclarecer, reformular e sondar os diversos interesses e as maneiras práticas que procuram satisfazer.

A análise através de consultoria também seria outra forma de se analisar. Wilson (2008), propõe uma sequência simples: pesquisa, análise, alternativas, consultas, propostas e decisões, todos guiados e fundamentados por consultoria em cada fase. Os processos têm influência das condições administrativas e da própria cultura onde está inserido fazendo com que tente se manter, ao máximo, um trabalho de alta qualidade. Porém, para Gascó (2004), a avaliação é a quarta fase no ciclo de análise, sendo antecedida por: definição do problema, tomada de decisão e execução. Na fase de definição do problema é definido o problema-alvo da PP. Na fase de tomada de decisão são estudadas as diversas alternativas de resolução do problema-alvo. Na fase de implantação é definido o que precisa ser feito para a resolução do problema-alvo. E na fase avaliação são analisados os programas relacionados com a PP a fim de avaliar e melhorar, se aplicável, a forma como a PP e os programas são/foram conduzidos.

Relativamente à estrutura, Pavone (2004) diz que a construção do desenho da política pública determina o seu objetivo, as agências que irão implementar, as ações que serão tomadas para resolver o(s) principal(ais) problema(s) da política, o público-alvo, as regras que regem a implantação e a administração da política e, a sua lógica. Para Besharov, Baehler e Klerman (2017) existem três objetivos que se devem alcançar ao avaliar: (i) permitir mais *benchmarking* (análise estratégica de melhores práticas) internacional (e intranacional) e, assim, estimular a ação; (ii) tornar as avaliações de impacto mais viáveis e informativas para as políticas; e (iii) melhorar o monitoramento dos projetos de desenvolvimento.

Na perspectiva de Strickland (2004), é importante que duas perguntas sejam feitas na etapa de formulação: (1) “Como a PP será formulada?” e (2) “Quem irá formular?”. Diferentes tipos de formulação podem ocorrer dependendo da habilidade de entendimento e na maneira de confrontar o problema-alvo por parte dos governantes. Contudo, para Wilson (2008), não há uma “preocupação” como as questões (1) e (2) pois a formulação de políticas baseia-se apenas no processo pelo qual os governos traduzem sua visão política em programas e ações para entregar resultados (as mudanças desejadas no mundo real).

Para Dryzek (2008), toda análise de política deve ter um componente crítico, nem que seja para estabelecer que o problema social em questão não é definido de forma a favorecer interesses particulares de maneira indefensável. A análise pode se

desenvolver de duas diferentes formas: tecnocracia e acomodação. A intenção da análise tecnocrática é identificar relações de causa e efeito que podem ser manipuladas por políticas públicas sob controle central e coordenado. Já a análise acomodativa busca se vincular ao formulador de políticas (se adota pontos de vista sobre a definição de problemas, objetivos e soluções aceitáveis em seu ambiente organizacional). O principal ponto neste tipo de análise é verificar quem sofre com a política pública e esclarecer as causas de seu sofrimento. A validação é por meio da aceitação reflexiva por parte do público e, em última instância, da ação baseada nessa aceitação.

Além disso, a avaliação, diferentemente do controlo (que também é uma etapa importante do processo de implantação e administração da PP), permite um debate para o entendimento de tópicos que não ocorreram bem para um consenso em torná-las mais adequadas. Esse debate gera a possibilidade de modificação e a inserção de novos conceitos, objetivos, metodologias ou o que for necessário para o aprimoramento da PP. O controlo faz a monitoração da execução do que foi planeado sem grandes questionamentos.

No Brasil, dois documentos foram elaborados para servir como guias na avaliação de PP: “Guia Prático de Análise *ex ante*” (Brasil, 2018) e “Guia Prático de Análise *ex post*” (Brasil, 2018), citados no capítulo anterior. O que mostra a existência de dois tipos de avaliação. De um lado, a análise *ex ante* objetiva promover uma reflexão em nível mais elevado quando da criação, expansão ou aperfeiçoamento de políticas públicas, para que estas sejam desenhadas e planeadas de uma melhor forma, incluindo, por exemplo, a indicação do sistema de monitorização e avaliação que será utilizado ao longo de sua execução. De outro lado, a avaliação *ex post* é um instrumento relevante para a tomada de decisões ao longo da execução da política – dizendo ao gestor o que aprimorar e, em alguns casos, como fazê-lo –, bem como para a melhor alocação de recursos entre as diferentes políticas públicas setoriais (Brasil, 2018).

A seguir serão expostas informações de como se realizam as duas avaliações. Para fins de conhecimentos gerais serão expostas informações breves sobre a avaliação *ex ante* pois complementa as ideias que serão apresentadas sobre avaliação *ex post*. E para cumprir um dos objetivos deste estudo, a avaliação *ex post* será analisada de uma forma introdutória para depois ser apresentado o objeto de estudo: a Lei 5.690 de 14 de abril de 2010, que institui a Política Estadual sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável publicada no Diário Oficial (D.O.) em 15 de abril de 2010 e regulamentada pelo Decreto nº 43.216, de 30 de setembro de 2011.

5.4 Avaliação de Políticas Públicas – *ex ante*

A avaliação *ex ante* de uma política pública em fase de concepção tem a finalidade de verificar, fundamentalmente, se ela responde a um problema bem delimitado e pertinente. Em função disso, observa-se se há um objetivo claro de atuação do Estado e propõe-se um desenho que efetivamente possa ser alcançado. É importante que as políticas públicas contem com essa análise *ex ante* para que os recursos públicos e o bem-estar da sociedade sejam otimizados. Desse modo, evita-se a detecção posterior de erros de formulação e de desenho, que, com maior racionalidade no processo inicial de implantação da política, poderiam ter sido previstos e eliminados (Brasil, 2018).

Como a demanda da sociedade é crescente, o desafio do governo para esta e as próximas gerações não é apenas conter a expansão do gasto público, mas também avaliar em que pontos ele é pouco produtivo, com o propósito de fazer mais com menos recursos e priorizando a efetividade e a eficiência das políticas públicas. Nesse sentido, a análise *ex ante* pode contribuir para que as decisões alocativas sejam orientadas por critérios mais claros e transparentes, baseados em avaliações técnicas mais robustas. O fundamento é orientar a decisão para que ela recaia sobre a alternativa mais efetiva, eficaz e eficiente (Brasil, 2018).

O objetivo é orientar para a construção de PP que tenham mais chances de produzir resultados tangíveis. Ou seja:

- Aprimorar a formulação de PP para garantir resultados efetivos;
- Gerar um padrão de formulação e de debate de PP;
- Deliberar e priorizar PP de forma mais objetiva e transparente; e
- Garantir melhor custo-efetividade.

Resumidamente, o modelo lógico da análise *ex ante* podem ser formuladas de acordo com a figura 20.

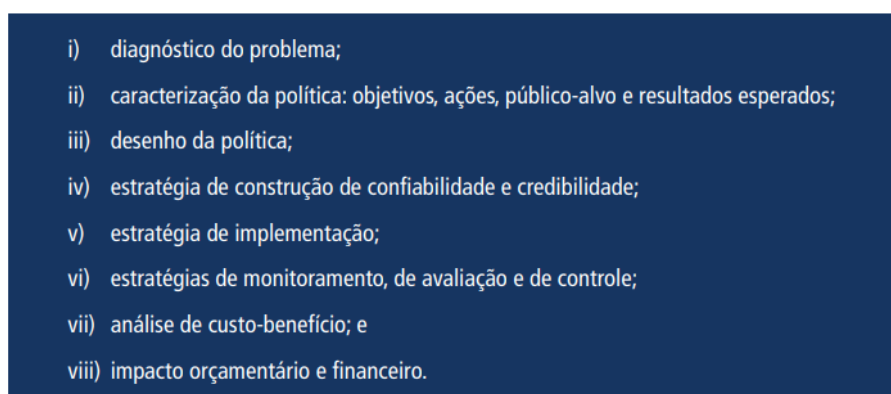


Fig. 22: Modelo lógico da análise *ex ante*.

Fonte: BRASIL (2018, p.11).

Com base no ciclo PDCA (do inglês: “*Plan*”, “*Do*”, “*Check*” e “*Act*”), o desenho da PP faz a Avaliação da Racionalidade e Tomada de Decisão (figura 23), da Caracterização (figura 24), da Implantação, da Monitorização, da Avaliação da Eficácia e Efetividade (figura 25), dos Objetivos e faz as devidas correções. Também chamado de ciclo de Deming, o ciclo PDCA faz com que sistematicamente seja possível alcançar resultados cada vez melhores através dos indicadores de desempenho. O conceito fundamenta-se em planejar, executar, verificar e atuar integrando o pensamento baseado em risco (ISO, [s.d.]).

É o princípio operacional de todos os padrões de sistema de gerenciamento ISO (*International Organization for Standardization*), incluindo o ISO 14001:2015 (Sistema de Gestão Ambiental). A ISO é uma organização internacional de normalização, ou seja, responsável por desenvolver e publicar normas. As normas ajudam governos e organizações a lidar com as mudanças climáticas por meio da adoção de energia limpa e tecnologias de eficiência energética, apoiam a adaptação e mitigação das mudanças climáticas, nos mercados de GEE para comércio, créditos de compensação, neutralidade de carbono e políticas de baixo carbono, e para cumprir com a ODS número 13 (ISO, 2018).

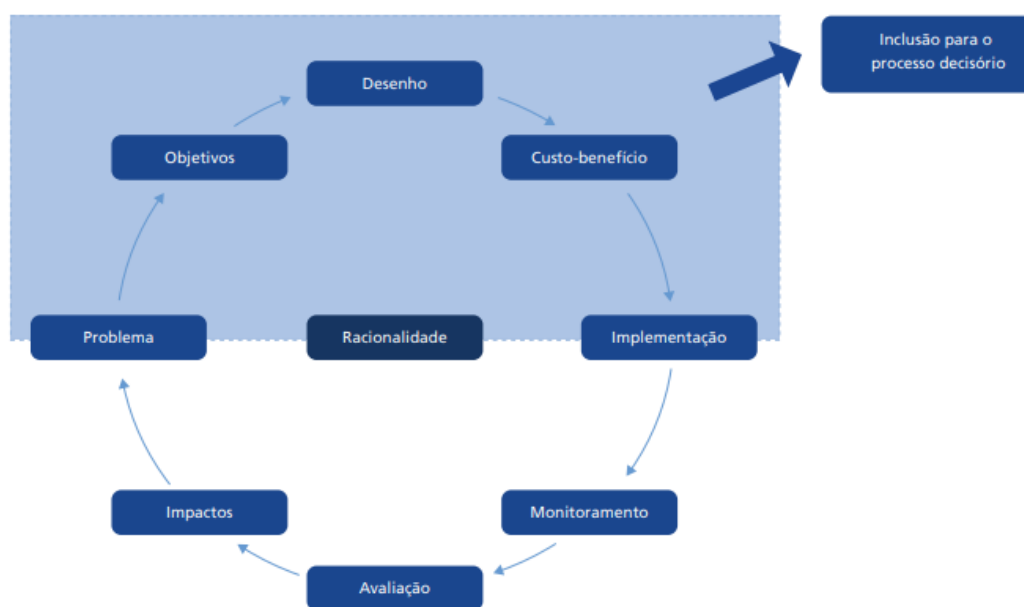


Fig. 23: Racionalidade no ciclo de política pública na análise *ex ante*.

Fonte: BRASIL (2018, p. 12).

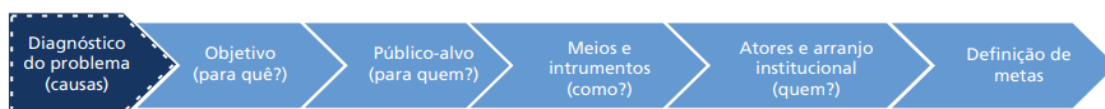


Fig. 24: Etapas para a caracterização da política pública.

Fonte: BRASIL (2018, p. 72).

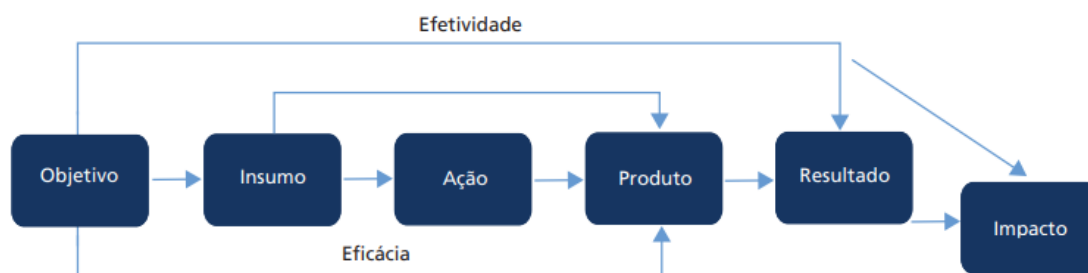


Fig. 25: Processo de avaliação de eficácia, eficiência e efetividade orientado pelo modelo lógico.

Fonte: BRASIL (2018, p.103).

Na avaliação *ex ante*, a questão-chave é o planejamento. Principalmente o planejamento da implantação para que sejam alcançados os impactos esperados. É de extrema importância que a avaliação, a monitorização e o controlo sejam planeados antes da execução da PP para que sejam definidos os indicadores e suas respetivas atividades, quem serão os responsáveis e, quando e como essas atividades serão aprimoradas e seus resultados comunicados. Segundo Brasil (2018), muitas políticas públicas são de difícil avaliação, ou, em muitos casos, sua execução é cara, pois os dados necessários não foram planeados e/ou coletados ou não está definido a quem caberá essa avaliação.

5.5 Avaliação de Políticas Públicas – *ex post*

Em conjunto com o guia *ex ante*, o guia de avaliação *ex post* cobre todo o ciclo da avaliação das políticas públicas e, adicionalmente, ajuda na tomada de decisões com foco em garantir o máximo de retorno possível à sociedade. Na etapa de avaliação *ex post*, o problema identificado já está a ser “tratado”, e cabe novamente verificar se o diagnóstico anterior (*ex ante*) estava correto. Por exemplo, quando novas evidências são apresentadas de modo a modificar a teoria anteriormente estabelecida entre o problema e suas causas (Brasil, 2018). Uma outra interpretação também é possível ao evidenciar o desempenho no sentido de mostrar se os recursos públicos estão a ser aplicados de acordo com os parâmetros de economicidade, eficiência, eficácia e efetividade. É possível verificar as fases da avaliação *ex post* de um modo geral na figura 26, as fases da avaliação *ex post* aplicadas no contexto de mortalidade infantil (com a finalidade de exemplificar um modo prático) na figura 27 e o processo coordenado de avaliação de PP na figura 28.

Análise ex post da Política Estadual sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável do Rio de Janeiro



Fig. 26: Fases da avaliação ex post.

Fonte: BRASIL (2018, p. 59).

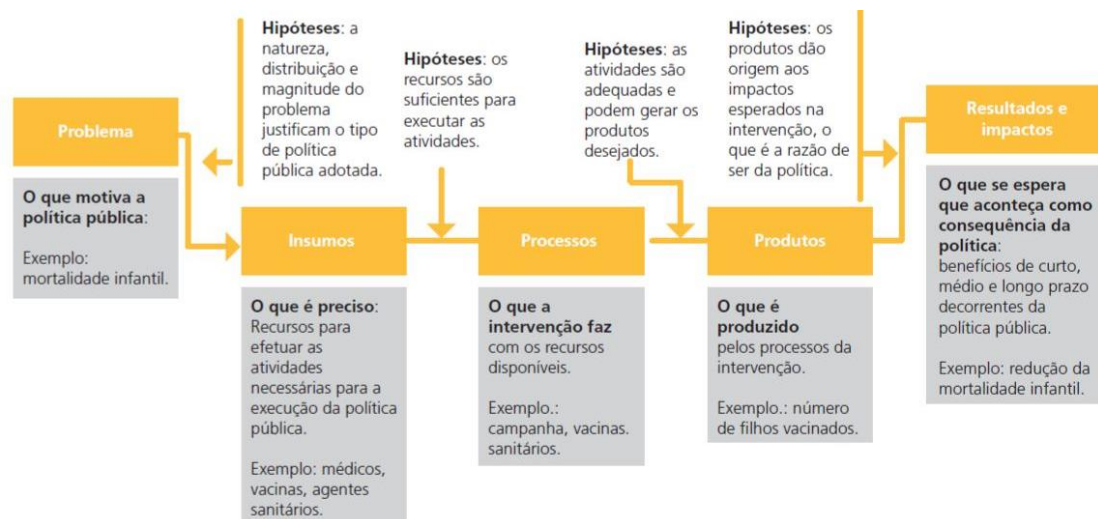


Fig. 27: Fases da avaliação ex post com exemplo de mortalidade infantil.

Fonte: BRASIL (2018, p. 61).

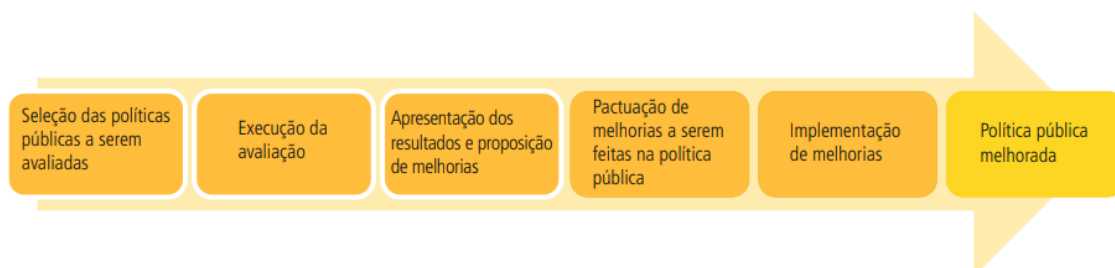


Fig. 28: Processo coordenado de avaliação de Políticas Públicas.

Fonte: BRASIL (2018, p. 20).

As fases do processo de avaliação *ex post* mostram o modelo lógico de como a avaliação deve ser feita: o Diagnóstico do Problema é o input desse processo e a Análise do Custo-benefício e Eficiência é o output. O Diagnóstico do Problema consiste em verificar a importância da PP em relação às mudanças diante da situação ou a análise

crítica que apura se o diagnóstico anterior estava realmente apropriado. Já a Análise do Custo-benefício e Eficiência avalia o retorno social e económico.

Entretanto, como é possível verificar nas figuras 10 e 11, há um encadeamento de fases envolvidas: Insumos, Processos, Produtos, Resultados e Impactes. Todas configuram a Avaliação do Desenho e a Avaliação de Governança que consistem na revisão do desenho adotado após a prática obtida após alguns anos de execução da PP e na análise das estruturas, das técnicas, das responsabilidades e da parte organizacional, respetivamente. Insumos, Processos e Produtos formam a Avaliação de Implantação onde é possível investigar a transformação dos insumos utilizados em processos e produtos. A fase dos Resultados aponta se os parâmetros estão de acordo com as metas e pesquisas qualitativas (por exemplo, estudo de satisfação dos usuários). E o Impacte verifica a causa e o efeito da PP e os critérios mínimos para a Avaliação de Impacte.

O interessante é levar em consideração que, às vezes, a PP é criada e mantida sem clareza do porquê. Isso não retira a sua importância, mas talvez seja necessária uma reavaliação para lidar especificamente com uma nova questão ou para evitar o “fazer tudo de novo”, já que é possível reaproveitar partes da sua redação ou o seu propósito. O processo coordenado de avaliação de PP tem como consequência: as boas práticas e a melhoria contínua. Além disso, a rotina de monitoramento permite compartilhar conhecimento e estabelecer metodologias de trabalho sobre as diferentes abordagens de avaliação *ex post*.

Referente ao formato do guia da avaliação *ex post*, apresenta-se dividido em duas partes: a Avaliação Executiva e as Avaliações Específicas (figura 29). A Avaliação Executiva é um relatório informativo atribuído ao agente tomador de decisão e direcionado por perguntas que identificam aspetos a serem aperfeiçoados ou mais bem investigados. O interesse é saber se a Avaliação Executiva é o bastante para a tomada de decisão ou se faz com que seja possível ilustrar a riqueza de possibilidades em relação a outros tipos de avaliações (Avaliações Específicas).

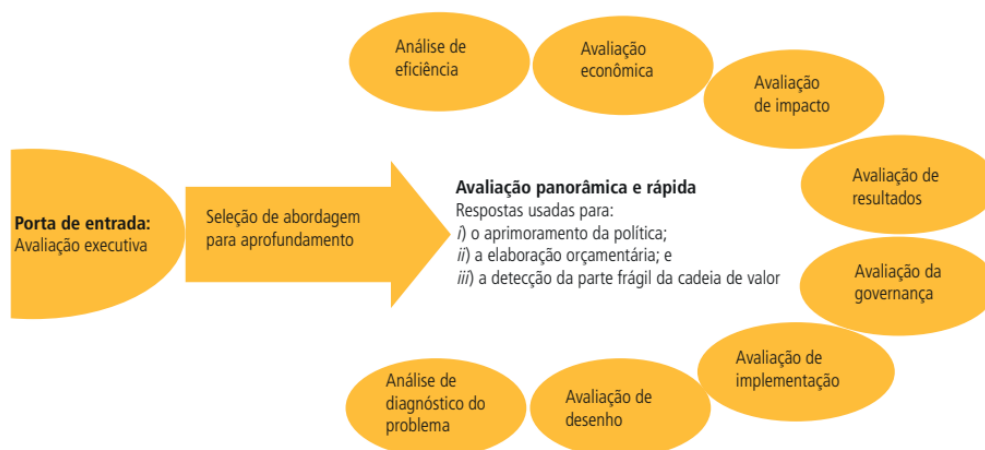


Fig. 29: Avaliação executiva como porta de entrada para avaliações específicas.

Fonte: BRASIL (2018, p. 30).

O guia *ex post* tem por objetivo nortear os órgãos e entidades públicas nos processos avaliativos das políticas que conduzem. Em outras palavras, não basta apontar quanto determinada política consome do orçamento público, é necessário relacionar seus custos e benefícios, avaliar a qualidade de suas entregas e seu grau de focalização (Brasil, 2018).

O maior desafio é promover maior efetividade dos recursos públicos. E os recursos podem ser escassos inclusive para a avaliação. Na prática, é primordial ouvir se essa avaliação faz sentido ao dialogar com os atores envolvidos. É necessário buscar experiências que já deram certo. E, também, não prolongar as que não deram.

E não adianta fazer só a avaliação. Conforme Brasil (2018), as avaliações de políticas públicas devem ser executadas em caráter permanente e integradas ao ciclo de políticas públicas, que envolve também o planejamento, a execução e o controle orçamentário e financeiro. Só com a efetiva utilização dos resultados das avaliações na adoção de medidas de melhoria na execução das políticas públicas e no processo orçamentário e financeiro, que os princípios de eficiência, efetividade e eficácia serão aplicados.

Capítulo 6 - Avaliação ex post da Lei 5.690/2010

6.1 Contexto

A Política Estadual sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável refere-se ao Estado do Rio de Janeiro (ERJ) localizado na Região Sudeste do Brasil. Na figura 30 são apresentados todos os municípios e regiões de governo do

ERJ, segundo a Fundação Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro (CEPERJ).



Fig. 30: Regiões de Governo e Municípios do Estado do Rio de Janeiro em 2019.

Fonte: Fundação CEPERJ (2019).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2010, ano do último Censo, o estado possui os seguintes dados gerais (tabela 3):

Tabela 3: Dados gerais do estado do Rio de Janeiro.

Número de Municípios	92
População (total)	15.989.929 pessoas
População (zona rural)	525.690 pessoas
População (total) – estimativa 2020	17.366.189 pessoas
Área	43.750,426 km ²
Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)	0,761
Capital	Rio de Janeiro

Fonte: IBGE (2010) e adaptado pela autora.

Sob a perspectiva da Fundação CEPERJ (2018), os estados com maior participação no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro e as Unidades Federais (UFs) com maior renda per capita no Brasil em 2018 são mostrados, respetivamente, nas figuras 31 e 32.

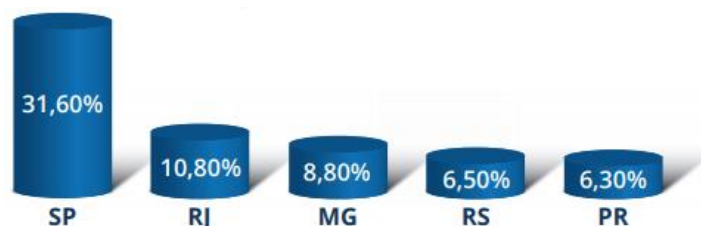


Fig. 31: Estados com maior participação no PIB brasileiro.

Fonte: Fundação CEPERJ (2018, p. 6).

Em primeiro lugar é possível confirmar o estado de São Paulo (SP), em segundo lugar o estado do Rio de Janeiro (RJ), em terceiro lugar o estado de Minas Gerais (MG), em quarto lugar o estado do Rio Grande do Sul (RS) e em quinto lugar, o estado do Paraná (PR).

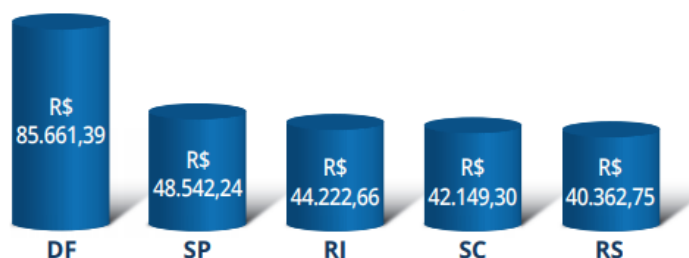


Fig. 32: Unidades Federais (UFs) com maior renda per capita no Brasil em 2018.

Fonte: Fundação CEPERJ (2018, p. 6).

Na figura 32, verifica-se que o estado com maior renda per capita é o Distrito Federal (DF), seguido por São Paulo (SP), Rio de Janeiro (RJ), Santa Catarina (SC) e Rio Grande do Sul (RS).

Portanto, a importância econômica do ERJ é significativa para o desenvolvimento do Brasil. Relativamente à importância ambiental, o ERJ possui uma diversidade paisagística de beleza singular que fez com que a capital se tenha tornado mundialmente conhecida como a “Cidade Maravilhosa”. Inserido, predominantemente, no bioma da Mata Atlântica, o ERJ apresenta uma rede hídrica que sustenta diversos ecossistemas. Segundo a Constituição do Estado do Rio de Janeiro (1989), a grande diversidade de ecossistemas vai de manguezais, lagos, lagoas, lagoas, áreas estuarinas, praias, restingas, costões rochosos, cavidades naturais subterrâneas-cavernas, nascentes, áreas que abrigam exemplares ameaçados de extinção ou raros ou vulneráveis até áreas de interesse arqueológico, histórico, científico, paisagístico e cultural.

E diante dos cenários das mudanças climáticas, a Política Estadual sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável pretende cumprir com os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o número 13 (“Ação

contra a Mudança Global do Clima”), que foi definido pela ONU através da Agenda 2030 em Nova York no ano de 2015 (figura 33).



Fig. 33: Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Fonte: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

6.2 Avaliação

As políticas públicas e as medidas de adaptação, como respostas às possíveis mudanças climáticas, devem ser avaliadas com o objetivo de minimizar a vulnerabilidade hídrica. A importância da análise de cenários de projeções futuras de oferta de água deve ser ressaltada como mecanismo de implantação de propostas, pois permite aos gestores a incorporação de modificações, a identificação de incertezas e dos potenciais impactos das mudanças climáticas no sistema (Marques; Rodriguez, 2019).

Além da avaliação executiva, as oito etapas de avaliação específica não são lineares (figura 34). Para efeito deste estudo serão analisadas as avaliações específicas de: Diagnóstico do Problema, Implantação, Resultados e Impacte pois englobam considerações gerais das demais avaliações específicas.

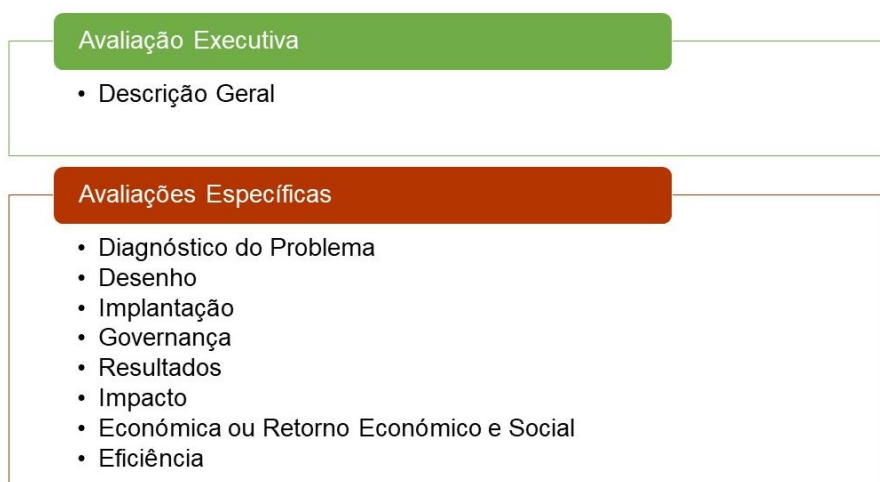


Fig. 34: Etapas de elaboração da análise ex post.

Fonte: elaborado pela autora.

6.3 Descrição Geral

Além do que se vê na figura 35, a descrição geral abrange em dizer qual é o problema e depois é necessário que o explique, que o justifique, dizer quais são os objetivos e metas que a PP se propõe a resolver diante desse problema, o seu público alvo, seus instrumentos, as instituições envolvidas, sua abrangência, seu contexto, sua(s) estratégia(s) de implantação, seus prazos e recursos previstos.

- Nome e finalidade da política.
- Quando a política foi instituída?
- A política é a sucessão ou a consolidação de políticas anteriores? Em caso afirmativo, informar de quais políticas ela é derivada.
- Quais são as normas que definem a política?
- Quais são as instituições públicas e privadas que participam da execução da política?
- Qual a abrangência territorial da política?

Fig. 35: Itens para a descrição geral da Política Pública.

Fonte: BRASIL (2018, p. 56).

6.3.1 Fatores de contexto

A Política Estadual sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável foi elaborada pelo Deputado Marcelo Simão e Deputado André Corrêa, aprovada pelo Governador Sérgio Cabral e regulamentada pelo Decreto nº 43.216 de 30 de setembro de 2011. A Lei 5.690 de 14 de abril de 2010 não é sucessão ou consolidação de PP anteriores. A nova redação, Lei nº 9.072 de 27 de outubro de 2020, integrou a Lei nº 8.538 de 27 de setembro de 2019 (Política Estadual de Restauração

Ecológica) e apresentou um texto mais objetivo e com as responsabilidades especificadas de uma melhor forma, porém não houve grandes alterações.

6.3.2 Descrição do Problema e Justificativa

De acordo com o Art. 1º, a PP explicita que sua finalidade é prevenir e mitigar os efeitos e adaptar o ERJ às mudanças climáticas, em benefício das gerações atuais e futuras, assim como facilitar a implantação de uma economia de baixo carbono e a transição para a economia circular pautada na migração para matriz energética limpa. Com isso, atingiria o propósito de atender à nova realidade imposta ao mundo na superação dos desafios trazidos pelas MC e à urgente necessidade de reduzir as vulnerabilidades do ERJ para enfrentar os impactos decorrentes das MC já em curso e previstos para ocorrer “nos próximos anos”.

6.3.3 Objetivos

Seus objetivos, dispostos no Capítulo II, visam alcançar a estabilização das concentrações de GEE na atmosfera num nível que impossibilite uma interferência antrópica perigosa no sistema climático, em prazo suficiente a permitir aos ecossistemas uma adaptação natural à mudança do clima, a garantir que a produção de alimentos não seja ameaçada e a permitir que o desenvolvimento econômico prossiga de maneira sustentável. De acordo com o está exposto no Art. 3º, os objetivos especificamente são:

I - estimular mudanças de comportamento da sociedade a fim de modificar os padrões de produção e consumo, visando à redução da emissão de gases de efeito estufa e ao aumento de sua remoção por sumidouros;

II - fomentar a participação do uso de fontes renováveis de energia no Estado;

III – promover mudanças e substituições tecnológicas que reduzam o uso de recursos e as emissões por unidade de produção, bem como a implementação de medidas que reduzam as emissões de gases de efeito estufa e aumentem as remoções antrópicas por sumidouros de carbono no território estadual;

IV - identificar as necessidades e as medidas requeridas para favorecer a adaptação aos efeitos adversos da mudança do clima nos municípios no Estado do Rio de Janeiro;

V - fomentar a competitividade de bens e serviços que contribuam para

reduzir as emissões de gases de efeito estufa;

VI – preservar, conservar e recuperar os recursos ambientais, considerando a proteção da biodiversidade como elemento necessário para evitar ou mitigar os efeitos da mudança climática;

VII – identificar e alinhar os instrumentos de ação governamental já estabelecidos, para a consecução dos objetivos desta Política, devendo consolidar e expandir as áreas legalmente protegidas e incentivar a recuperação de ecossistemas degradados de forma a permitir sua funcionalidade ecológica, bem como garantir a funcionalidade ecológica dentro das áreas urbanas e melhoria da qualidade de vida das pessoas;

VIII – atualizar as metas de mitigação e adaptação previstas em regulamento.”

6.3.4 Metas

Para o cumprimento desses objetivos, a PP tem algumas metas agregadas, como: as estabelecidas pelo Brasil em 2015 no âmbito do Acordo de Paris, os 17 ODS da Agenda 2030 da ONU, as determinadas pelas Convenções Mundiais de Florestas e de Biodiversidade e as da Lei Estadual nº 8.538/2019 (já citada anteriormente neste estudo - Política Estadual de Restauração Ecológica). Como disposto no Capítulo VII, as metas e os prazos serão definidos através de medidas reais, mensuráveis e verificáveis. Foram determinadas três categorias de metas: as de estabilização ou redução de emissões (isoladamente ou em conjunto com outras regiões do Brasil e do mundo), as de eficiência setoriais (tendo por base as emissões de GEE de cada setor e parâmetros de eficiência) e as de redução voluntária (sendo estabelecidas mediante pactos ou acordos com os setores ou instituições pertinentes).

6.3.5 Público-alvo

A PP determina o seu público-alvo da seguinte forma:

“Art. 2º I – todos têm o dever de atuar, em benefício das presentes e futuras gerações, para a redução dos impactos decorrentes das interferências antrópicas sobre o sistema climático.”

6.3.6 Instrumentos

A Lei 5.690 de 14/04/2010 possui os seguintes instrumentos: o Plano Estadual sobre Mudança do Clima, o Fórum Rio de Mudanças Climáticas, o Cadastro Estadual de Emissões, o Cadastro Estadual de Sumidouros, as Estimativas Anuais de Emissões de GEE, o Inventário Estadual de Emissões de GEE, o Sistema Estadual de Informações sobre Mudança do Clima, o Zoneamento Econômico Ecológico (ZEEC) do

Estado do Rio de Janeiro, o Inventário Florestal Estadual, o Fundo Estadual de Conservação Ambiental e Desenvolvimento Urbano (FECAM) e o Licenciamento Ambiental. Em relação ao Cadastro Estadual de Emissões, não é especificado o intervalo de tempo que deveria ser feito o acompanhamento dos resultados. Já o Inventário Estadual de Emissões de GEE tem de ser revisado a cada 5 anos.

O Plano Estadual sobre Mudança do Clima tem como principal responsabilidade a identificação, o planejamento e a coordenação de medidas e ações para mitigar as emissões de GEE no âmbito público e privado. O Fórum Rio de Mudanças Climáticas tem o objetivo de mobilizar a sociedade, o estado e os municípios do Rio de Janeiro para os debates e apoio às ações relacionadas às MC. O Cadastro Estadual de Emissões e o Cadastro Estadual de Sumidouros deverão obter suas medições, registros e verificações através de instituições certificadoras independentes e servirão para o acompanhamento dos resultados das medidas de redução e remoção de GEE e para a assistência de proteção e ampliação de sumidouros efetivados voluntariamente por agentes públicos e privados, respetivamente. Já o Sistema Estadual de Informações sobre Mudança do Clima incorporará o monitoramento do clima do ERJ. O Inventário Florestal Estadual deverá produzir, de 5 em 5 anos, as informações necessárias sobre o nível de conservação da biodiversidade e outras informações relativas a proteção florestal. O FECAM reunirá os recursos que deverão ser utilizados exclusivamente para o cumprimento dos objetivos da Política Estadual sobre mudança global do clima e desenvolvimento sustentável. Por fim, o ZEEC:

“(...) deverá considerar entre seus critérios de avaliação as necessidades de proteção municipal na implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas destinadas à adaptação às mudanças climáticas.”

6.3.7 Estratégia de Implantação

E relativa a estratégia de implantação, o Estado compromete-se integrar suas políticas públicas, dentre as quais as de transporte, energia, saúde, lazer, habitação, saneamento, indústria, agricultura e atividades florestais, econômicas e fiscais visando atingir os objetivos de acordo com as seguintes colocações:

“Art. 2º

II – serão tomadas medidas para prever, evitar ou minimizar as causas identificadas da mudança climática com origem antrópica no território estadual, sobre as quais haja razoável consenso por parte dos meios científicos e técnicos ocupados no estudo dos fenômenos envolvidos;

III – as medidas tomadas devem levar em consideração os diferentes contextos socioeconômicos de sua aplicação, distribuir os ônus e encargos decorrentes entre os setores econômicos e as populações e comunidades interessadas de modo equitativo e equilibrado e sopesar as responsabilidades individuais quanto à origem das fontes emissoras e dos efeitos ocasionados sobre o clima.”

6.3.8 Prazo de execução

O Estado comprometeu-se a elaborar o Cadastro Estadual de Emissões e o Plano Estadual sobre Mudanças do Clima. Na redação da Lei nº 5.690/2010, o Cadastro Estadual de Emissões tinha o prazo de 180 dias para ser elaborado. Porém, na nova redação (Lei nº 9.072/2020), isso foi alterado para um ano. Já o Plano Estadual sobre Mudanças do Clima permaneceu com o prazo máximo de um ano em ambas redações. Em agosto de 2021, o Governo do Estado do Rio de Janeiro comprometeu-se em desenvolver a proposta de regulamentação para tornar o Cadastro Estadual de Emissões operacional (Rio de Janeiro, 2021).

6.3.9 Recurso previsto

Segundo os Capítulos IV e V, os recursos para o cumprimento dos objetivos poderão ser empregados do Fundo Estadual de Conservação Ambiental e Desenvolvimento Urbano (FECAM), criado pela Lei nº 1.060 de 10 de novembro de 1986. Adicionalmente, os recursos poderão advir da receita bruta da exploração do óleo do pré-sal e da alienação de Reduções Certificadas de Emissão e outros créditos de carbono dos quais o Estado seja beneficiário ou titular. Neste último caso, os destinatários são as populações mais vulneráveis e que residem nas proximidades dos empreendimentos que geraram os recursos. No caso de projetos de aterros sanitários, estes recursos deverão ser revertidos em benefícios para a população que historicamente sofreu os impactos negativos da disposição inadequada de resíduos sólidos.

Os recursos também serão atribuídos para maximizar linhas de ações e pesquisas, na perspectiva da sustentabilidade socioambiental, que venham a contribuir com as ações de mitigação, adaptação e desenvolvimento de novas tecnologias através das agências de fomento, em especial do Estado, com linhas de crédito especiais para tal. A utilização de recursos do Fundo Nacional sobre Mudanças Climáticas (FNMC) e do FECAM serão para incentivar pesquisas sobre os impactos previstos pelo agravamento das mudanças climáticas e eventos extremos, com estímulo à

formalização de parceria entre órgãos e entidades estaduais a fim de enfrentar de modo sustentável os impactos decorrentes das mudanças climáticas

6.4 Diagnóstico do Problema

A finalidade da análise de diagnóstico do problema é assegurar que o estudo que proporcionou a criação dessa política estava correto e verificar se tal percepção se mantém atual. A partir disso, pode-se justificar a continuidade da intervenção ou o seu encerramento, bem como fundamentar outras alterações que sejam avaliadas como pertinentes na intervenção em foco. Caso o diagnóstico demande uma atualização, isso poderá recair sobre a reformulação da política. Esse processo é importante, pois oferece uma oportunidade aos formuladores, com base na experiência adquirida ao longo do processo de implantação, de refletir sobre as reais razões pelas quais o problema ocorre, de modo a identificar a melhor estratégia para produzir os resultados e os impactos esperados com a política pública (Brasil, 2018). A Figura 36 ilustra o passo-a-passo da análise mais aprofundada do diagnóstico do problema.

- 1) Atualização da descrição do problema.
 - 1.1) Árvore do problema.
 - 1.2) Árvore do objetivo.
- 2) Fundamentação das relações de causa-problema-efeito.
- 3) Dados e indicadores do problema.
- 4) Público-alvo.
- 5) Alinhamento com metas e compromissos nacionais e internacionais.
- 6) Soluções encontradas para o problema nas experiências internacionais.
- 7) Recomendações.

Figura 36: Passo-a-passo da análise mais aprofundada do diagnóstico do problema.

Fonte: BRASIL (2018, p. 106).

Seguindo o objetivo principal desse estudo, as informações expostas a partir de agora serão focadas no avanço do mar em zonas costeiras. A única referência no corpo de Lei nº 5.690/2010 referente a nível do mar está estabelecido através do Art. 7º, inciso VI, no qual determina que o Sistema Estadual de Informações sobre Mudança do Clima é a ferramenta que ficará responsável por incorporar o monitoramento climático estadual, entre outras atividades associadas ao controle de alterações associadas ao meio físico ou à biota e, ademais, favorecer a formação de redes para a observação e o monitoramento de parâmetros relacionados às mudanças climáticas, incluindo, temperaturas, pluviosidade e nível do mar (Rio de Janeiro, 2010).

Na Lei nº 9.072/2020, a única referência consta no Art. 14º, inciso III, ao inserir no § 3º ao art. 7º, da Lei Estadual nº 5.690/2010, a diretriz de contemplar, articular e integrar os setores de recursos hídricos, de saúde humana, de drenagem urbana, de riscos de deslizamentos, de transportes/rodovias, de zona costeira e de agenda verde, incluso, neste último, os recursos naturais, agropecuárias, biodiversidade e ecossistemas (Rio de Janeiro, 2020).

A respeito do diagnóstico do problema, as principais perguntas a serem respondidas são:

- i. Qual a importância do problema na realidade atual? Este continua demandando intervenção do Estado?
- ii. Quais são as causas do problema? Como as diferentes causas o determinam? Qual o peso de cada causa em sua caracterização?
- iii. A(s) causa(s) atacada(s) pela política permanece(m) válida(s) e determinante(s) para o problema?
- iv. Quais necessidades foram atendidas pela política ao atacar esse problema e quais não foram?
- v. Qual a sua abrangência atual? Quais regiões são mais afetadas? Onde o problema é mais intenso? Quais os grupos ou indivíduos mais afetados?
- vi. Há legislação ou acordos internacionais relacionados ao problema em questão?
- vii. Houve outras políticas ou iniciativas que podem ter influenciado o problema?
- viii. Últimas Considerações

Como referido anteriormente, o sexto relatório do IPCC, de 2021, comprova que alguns cenários sobre as MC podem ser irreversíveis. O PBMC (2016) cita que o aumento do nível do mar “pode aumentar a erosão costeira, gerar problemas de drenagem em águas interiores e intensificar o processo de intrusão salina”.

E a responsabilidade do Estado é evidente desde o início das discussões sobre esse assunto. No caso do Brasil, por ser um país pertencente da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, existe um compromisso em elaborar sua Comunicação Nacional periodicamente sobre MC, bem como o inventário de emissões e remoções antrópicas de GEE (SEA, 2011). Diversas políticas foram elaboradas como esforços de mitigação ou adaptação, tal como se observa na tabela 4.

Tabela 4: Exemplos de Políticas Públicas relacionadas com meio ambiente no Brasil.

Resolução CONAMA nº 18/1986 (que cria o Programa de Controle de Poluição do Ar)
Política de Gestão Costeira (Lei nº 7.661/1988)
Resolução CONAMA nº 5/1989 (que dispõe o Programa de Controle de Poluição do Ar)
Resolução CONAMA nº 3/1990 (que dispõe sobre padrões de qualidade do ar)
Lei federal nº 10.203/2001 (nova redação da Lei nº 8.723/1993 que dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores)
Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (instituído pelo Art. 3º-A do Decreto s/nº de 3 de julho de 2003)
Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento no Cerrado (instituído pelo Art. 3º-C do Decreto s/nº de 3 de julho de 2003)
Resolução CONAMA nº 382/2006 (que estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas)
Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei nº 12.187/2009)
Lei nº 12.114/2009 (Fundo Clima - recursos à prestação de serviços ambientais)
Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010)
Plano de Agricultura de Baixo Carbono (elaborado de acordo com o artigo 3º do Decreto nº 7.390/2010)

Fonte: Elaborado pela autora.

Não especificado diretamente com ocorrência do aumento do nível do mar, o Plano Estadual sobre Mudança do Clima explicita que os grandes investimentos foram responsáveis por causar grande parte do problema da alteração do clima. O crescente conhecimento e interesse pela Bacia de Campos – a maior do Brasil – de onde são retirados 85% do petróleo brasileiro (figura 37) é a causa com maior influência. Além disso, o alto preço internacional do petróleo, a extraordinária demanda internacional por *commodities* siderúrgicas, a proximidade de mercados que concentram quase 70% do PIB brasileiro e a disponibilidade de vastas retro-áreas próximas da zona costeira são outras causas do problema (SEA, 2011).



Fig. 37: Localização geográfica da reserva de pré-sal no litoral da região Sudeste brasileira.

Fonte: Riccomini, Sant'anna e Tassinari, 2012 (p. 36).

O Plano de Adaptação Climática do Estado do Rio de Janeiro associa a problemática ambiental do aumento do nível do mar com o resultado de décadas de planejamento inadequado, omissão do Poder Público, desconhecimento sobre a dinâmica natural do ambiente, falta de monitoramento e projeto ou execução inadequados das obras civis próximas à orla. E acrescenta ao dizer que o crescimento populacional desordenado e o não planejamento na construção das cidades são dois fatores que colaboram, principalmente na zona costeira, com a complexidade de se encontrar alternativas de resoluções ou de adaptações relacionadas com o avanço do nível do mar (SEA, 2018). Mais de dois terços da população do ERJ habita municípios litorâneos que poderão encontrar-se vulneráveis à elevação do nível do mar (SEA, 2011). Os problemas estariam associados aos agentes naturais e econômicos que se apresentam na tabela 5.

Tabela 5: Graves problemas associados ao longo da zona costeira do ERJ.

Morfologias Naturais	Praias, Falésias, Restingas, Lagunas, Embocaduras, Estuários e Rios
Biomass Aquáticos e Terrestres	Manguezais, Mata Atlântica e Restingas
Relevo Natural	Planícies, Morros e Serras
Urbanização	Estradas, Benfeitorias na Orla, Prédios Comerciais e Moradia

Serviços Básicos	Energia, Abastecimento de Água, Saneamento e Comunicação
Atividades Econômicas	Turismo, Exploração de Petróleo e Gás, Geração de Energia, Portos, Estradas de Ferro, Rodovias, Pesca, Aquicultura, Agricultura por Irrigação, Mineração de Areia, de Conchas e de Saibro.

Fonte: SEA (2018) e elaborado pela autora.

Para cada município da zona costeira do ERJ, foram enumeradas as vulnerabilidades e em geral verificou-se baixo nível de consciência e fraca capacidade de resposta a situações de emergência. O levantamento identificou que não se dispõe sequer de informações ambientais mínimas para se diagnosticar suas causas. E as respostas para as mudanças do clima têm sido concentradas exclusivamente no Poder Executivo (SEA, 2018). Em nenhum dos relatórios há uma análise a partir de matriz de diagnóstico, diagrama matricial, diagrama das relações ou qualquer outra ferramenta capaz de determinar os problemas conhecidos numa escala de prioridades de ação.

O levantamento e enumeração das vulnerabilidades, onde foram avaliados qualitativamente alguns impactos esperados (problemas de drenagem, aumento de altura das ondas, entre outros) aplicou três indicadores: o grau de consciência sobre problemas costeiros; alerta e preparo para as respostas às mudanças do clima; e a capacidade de gestão para operações de emergência (SEA, 2018).

É possível supor que as causas permanecem válidas (por exemplo, baixa consciência sobre problemas costeiros e preparo às mudanças climáticas), pois, ainda de acordo com SEA (2018), à exceção da elevação do nível do mar eustático, há grande dificuldade em prever os agentes causadores, quando associados aos cenários do IPCC, pois as ferramentas computacionais disponíveis ainda não são robustas o suficiente para fazer o *downscaling*, ou seja, sair do cenário macroscópico climatológico e elaborar uma previsão meteorológica ou oceanográfica, dentro do cenário vigente. Ou seja, é possível concluir que em 2018 ainda havia uma grande dificuldade de se coletar dados para se fazer previsões e agir de acordo com o previsto já que o próprio Plano de Adaptação diz que o conhecimento sobre os agentes oceanográficos que afetam a zona costeira é escasso.

Em relação aos grandes investimentos, o Plano Estadual sobre Mudança do Clima comprometeu-se em criar o Plano Estadual de Economia Verde, até fevereiro de 2012, para criar um modelo de economia baseado em baixo carbono, eficiente em uso de recursos e socialmente inclusivo (SEA, 2011). A Subsecretaria foi criada em março de 2011 tendo o evento da Rio+20 como um fator motivante, mas, atualmente, a

Secretaria do Ambiente e Sustentabilidade divide-se em Subsecretaria de Recursos Hídricos e Sustentabilidade, Subsecretaria de Conservação da Biodiversidade e Mudanças do Clima e Subsecretaria de Saneamento Ambiental. Em 2021, a cidade do Rio de Janeiro (ERJ) criou a mais nova Subsecretaria de Transição Verde para coordenar metas climáticas assumidas pelo município.

Ao fomentar o desenvolvimento económico com foco na economia verde, o ERJ promove redução da pobreza ao gerar empregos verdes e economia de baixo carbono. Os empregos verdes, de acordo com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) define que “os trabalhos de agricultura, atividades de fabricação, pesquisa e desenvolvimento, administração e serviço que contribuem de forma considerável para preservar ou restaurar a qualidade do meio ambiente” colaboram para a integração e igualdade social e aprimoramento do bem estar humano ao reduzir a escassez e risco ambiental (a partir do momento em que escolhem mecanismos institucionais que protejam e/ou minimizam danos ao meio ambiente).

Referente as regiões afetadas, o litoral Sul do Brasil até o Cabo Frio (RJ) passaria a ser uma região impactada por ciclones com força de furacão (SEA, 2011). Para um vento de 100 km/h, valor por sinal já registado tanto no Porto de Sepetiba em 2006, quanto na Baía de Guanabara em 1987, haveria uma elevação de 50 a 70 cm, que se superporia à maré meteorológica e à maré astronômica, produzindo uma elevação. Em levantamento preliminar envolvendo a Cidade do Rio de Janeiro, identificaram-se ressacas excepcionais em 1853, 1913, 1963, 2013 e 2015 (SEA, 2018).

Verifica-se que grandes áreas da Baixada Fluminense seriam inundadas (área com alta concentração populacional), Baixada Campista, Baixada de Sepetiba e do rio São João (áreas agrícolas). Além desses efeitos, haveria a destruição de estradas litorâneas, como no trecho entre o cabo de São Tomé e Atafona, em Macaé e Rio das Ostras, de Saquarema a Itaipuaçu (Maricá) e a orla oceânica da Cidade do Rio de Janeiro (SEA, 2018).

No caso de eventos extremos, seria particularmente importante verificar a estabilidade das antenas de comunicação e de telefonia móvel, torres de transmissão e a rede de alta tensão que liga Angra dos Reis ao Rio de Janeiro, incluindo a verificação da estabilidade das encostas da Serra do Mar por onde passa esta rede (SEA, 2018). Uma observação interessante expressa por SEA (2018) é que seria importante determinar os impactos das mudanças climáticas nos portos (especialmente os situados em costa aberta) e sistemas de navegação nas baías de Guanabara, de Sepetiba e da Ilha Grande (figura 38). Porém, não faz qualquer correlação sobre as usinas nucleares situadas em Angra dos Reis – Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) – e

sua localização situada na zona costeira. Regime de ventos e condições climáticas (temperatura e precipitação) interferem, também, com material estocado (por exemplo, combustão espontânea do carvão). Considerando, ainda, o elevado grau de exposição dos portos, haveria de se verificar a interferência do clima nas operações portuárias.



Figura 38: Localização geográfica das Baías de Ilha Grande, Sepetiba e Guanabara.

Fonte: Google Maps (modificado pela autora).

A SEA (2018) explica que buscou-se experiência internacional referente ao monitoramento e à gestão territorial da zona costeira nos Estados Unidos (EUA), no Reino Unido e na Nova Zelândia. Nos EUA existe vasta informação disponível ao público, inclusive mapas de inundação, sistemas de alerta meteorológico e oceanográfico, estabelecimento de rotas de fuga e instalação de locais de refúgio em caso de desastres naturais (SEA, 2018). A prática de seguro patrimonial é utilizada como controle de ocupação do litoral, cobrando-se prêmios decrescentes à medida que uma propriedade esteja posicionada mais distante da costa ou do risco de inundação (SEA, 2018). O *US Army Corps of Engineers* projeta obras de proteção costeira e existe legislação federal e estadual que estabelece dotação orçamentária para monitoramento e proteção costeira, bem como legislação que impede a aplicação de recursos públicos para proteger áreas que estejam em processo de erosão continuada (SEA, 2018). Também foram em busca de legislações estaduais equivalentes de outros estados, como Santa Catarina e Pernambuco, onde as questões do Gerenciamento Costeiro e das mudanças do clima estão mais avançadas (SEA, 2018).

Porém, é possível encontrar outras legislações ou acordos internacionais sobre o mesmo assunto: o Protocolo sobre a Gestão Integrada da Zona Costeira do Mediterrâneo publicado em 2008, a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do

Mar de 1994, entre outros. O Gerenciamento Costeiro (do ERJ) pode ter influenciado o problema ambiental pois nem sequer conseguiu se transformar em Lei, apesar de existir Projeto de Lei com este objetivo em tramitação na Assembleia Legislativa do Estado, desde 2011 (SEA, 2018).

Apenas as regiões de Arraial do Cabo e da Bacia de Campos efetuaram medições sistemáticas de ondas no ERJ. O intervalo de tempo de coleta de informações é considerado muito curto para a caracterização de tendências de longo prazo e reivindica que o Poder Público, no âmbito do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro, tome a iniciativa da implantação de um programa permanente de monitorização de ondas no litoral (SEA, 2011). O documento não revela com precisão quais foram os anos em que houve recolhimento de dados e indica que seria necessário a soma de 20 anos de dados para se determinar o ciclo nodal da maré astronômica, 30 anos de dados para caracterizar efeitos meteorológicos do nível do mar e 50 anos para se determinar tendências de longo prazo.

Outra questão importante é que o ERJ não dispõe de uma boa representação cartográfica da região costeira. A série de dados de nível do mar mais extensa no ERJ foi obtida pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (atualmente Centro Hidrográfico da Marinha – CHM) na Ilha Fiscal. Os valores observados estão referidos a um datum arbitrário, pois até o momento ainda não foi possível correlacionar os valores de nível do mar com um datum fixo (SEA, 2011).

A identificação do problema não pode ser identificada através de algo que esteja faltando porque isso poderia fazer com que a solução para o problema fosse definida como o fornecimento do que está faltando, o que pode não ser a melhor solução possível (Brasil, 2018).

A importância da análise do problema na etapa de formulação da política pública costuma ser subestimada. Em alguns casos, pode ter sido desenvolvida apenas uma análise limitada desse problema, ou dos problemas prioritários, sem compreensão minuciosa das relações de causa-efeito subjacentes. É importante comparar o diagnóstico quando da elaboração da política com o diagnóstico atualizado (Brasil, 2018). Por isso, o diagnóstico do problema é uma das principais análises específicas da avaliação *ex post*.

6.5 Implantação

A avaliação de implantação, também denominada de avaliação de processos, tem como objetivo estabelecer se a política é executada conforme o seu desenho, identificando se os elos entre os insumos, os processos e os produtos estão condizentes com o esperado, ou mesmo se podem ser aprimorados (Brasil, 2018). Os programas relacionados ao desenho da política são acionados para produzir resultados e efeitos que vão resolver um determinado problema público. Nesse sentido, implementar uma política significa agir, executar e cumprir programas (Gascó, 2004).

Os objetivos dessa análise são: verificar a correspondência do executado com o que está pactuado, ou seja, verificar se a execução está ocorrendo conforme o desenho; e definir subprocessos que não estão regulamentados no nível macro do desenho da política. Por vezes, ao final de uma avaliação de implantação, pode-se concluir sobre inadequabilidade do desenho ante o contexto atual – limitação de recursos, avanços tecnológicos, dentre outros, forçando que o desenho e o planejamento da política em avaliação sejam rediscutidos.

A figura 39 mostra qual é o passo-a-passo para realizar a avaliação de implantação.

- 1) Definição do objetivo da avaliação (questões e subquestões).
- 2) Definição de critérios de *performance*.
- 3) Definição de escopo e avaliação da necessidade de amostragem.
- 4) Definição de técnicas e de instrumentos de avaliação.
- 5) Execução.
- 6) Recomendações.

Fig. 39: Passo-a-passo para a avaliação específica de implantação.

Fonte: Brasil (2018, p. 177).

Entretanto, não é possível fornecer objetivos específicos e demais passos da avaliação específica de implantação pois a única menção da PP sobre avanço do nível do mar refere-se à responsabilidade do Sistema Estadual de Informações sobre Mudança do Clima sobre o monitoramento de parâmetros relacionados às mudanças climáticas, incluindo, temperaturas, pluviosidade e nível do mar (Rio de Janeiro, 2020).

Descrito no SEA (2011), o INEA (Instituto Estadual do Ambiente) foi definido como o responsável pela coordenação e atuação junto com o SIMPERJ (Sindicato da Indústria de Material Plástico do Estado do Rio de Janeiro), o Sistema Nacional e as Prefeituras no processo de atualização constante do Sistema Estadual de Informações sobre Mudança do Clima. A indicação é que a estrutura de gestão deveria estar apoiada

em uma plataforma de dados e de informações necessárias para análise de dados provenientes de diferentes fontes (âmbito federal, estadual e municipal).

A divulgação foi prevista para julho de 2012 (SEA, 2011). Porém, no Plano de Adaptação Climática do Estado do Rio de Janeiro não há qualquer menção sobre o Sistema Estadual de Informações sobre Mudança do Clima. O Grupo de Atuação Especializada em Meio Ambiente do Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro (GAEMA/MPRJ), em dezembro de 2020 através do Processo Administrativo nº 01/2019 (Procedimento MPRJ nº 2019.00697954), recomenda ao Governador e o Secretário de Meio Ambiente que seja elaborado/atualizado o Plano Estadual sobre Mudanças do Clima com medidas concretas e que:

“VI- Promova, no prazo de até seis meses, a criação/efetivação do Sistema Estadual de Informações sobre Mudanças Climáticas, e apresente calendário de atividades que permita o monitoramento dessa iniciativa, a qual, depois de mais de uma década, ainda não foi concretizada.”

Por tais motivos, não é possível realizar uma avaliação de implantação com riqueza de detalhes. Porém, o método PERT (do inglês: “Program Evaluation and Review Technique”) pode solucionar a não implantação de medidas. Waskey (2004) explica que projetos complexos podem ter centenas ou muitos milhares de eventos. O PERT pode usar computadores para exibir graficamente a rede de eventos predecessores e sucessores, bem como eventos paralelos. Cada evento é numerado e graficamente conectado com setas para mostrar os relacionamentos de atividades e cada tarefa no projeto é organizada em uma rede de atividades em uma escala de tempo como uma série de eventos inter-relacionados. O gráfico dá a possibilidade de controle diário aos gerentes dos projetos. Os prazos de entrega são calculados, depois de listados todos os eventos, em três tempos possíveis para cada evento: um tempo pessimista, um tempo provável e um tempo otimista.

Ainda segundo Waskey (2004), depois que os prazos são atribuídos, um computador pode executar simulações para mostrar o caminho crítico de implantação do projeto. O caminho crítico é o caminho mais longo de eventos. Qualquer atraso ao longo do caminho crítico atrasará a conclusão do projeto. Outros caminhos podem ser concluídos sem pressa. Conforme o trabalho no projeto é concluído, as atualizações do computador podem ser ou não atrasadas. A conclusão tardia dos eventos pode alterar o caminho crítico ou os eventos podem ser deslocados para outros caminhos para

concluir o projeto no prazo. No geral, esse método seria uma opção para alcançar os objetivos e concretizar a composição das ferramentas da PP.

6.6 Resultados

A avaliação de resultados estuda de forma exploratória os indicadores de resultados e impactes esperados com a política. Trata-se de metodologias quantitativas e qualitativas que verificam a evolução dos indicadores disponíveis, ou que estabelecem métodos de coleta de informações junto aos usuários ou aos envolvidos como um todo na execução da política pública. Pode ser, portanto, uma contribuição dinâmica para a política, na qual os serviços são constantemente revisados com o intuito de gerar melhorias na entrega dos produtos e nos resultados. Além disso, é um instrumento que ajuda no acompanhamento de indicadores-chave associados ao modelo lógico da política. Pode, até mesmo, mostrar potenciais inter-relações da política em questão com as demais, além de auxiliar a conhecer mudanças de curto prazo ou de comportamento no público-alvo (Brasil, 2018). Na figura 40 é possível verificar as etapas da avaliação específica de resultados:

- 1) Identificação dos resultados esperados da política.
- 2) Planejamento da avaliação de resultados.
- 3) Definição do método para coleta de informações.
- 4) Aplicação da metodologia de avaliação.
- 5) Recomendações.

Fig. 40: Etapas para a avaliação específica de resultados.

Fonte: Brasil (2018, p. 242).

Em alguns aspetos, a avaliação de resultados se assemelha às atividades de monitoramento. A diferença consiste em que o monitoramento se restringe aos indicadores diretamente relacionados à execução da política pública, enquanto a avaliação de resultados é mais ampla, permitindo analisar a população beneficiária sob as mais diferentes dimensões, inclusive por meio de indicadores indiretamente ligados à política. Essa avaliação pode ter o papel de permitir conhecer melhor a percepção da população beneficiária, e até as diferentes formas como essa população beneficiária interage com a política em questão (Brasil, 2018). Os resultados de uma política pública são os produtos da transformação de entradas em saídas e seus respectivos impactos, porém é um termo mais restrito do que implantação, pois os resultados são tangíveis, enquanto a implantação incorpora tanto os resultados quanto os processos que os geram (Palmer, 2004).

Conforme exposto na avaliação de implantação, as etapas são inconclusivas por falta de informações acerca da elevação do nível do mar. Contudo é possível adicionar que, conforme SEA (2018), o embasamento legal, as ações políticas, a organização administrativa, a participação da sociedade e o conhecimento sobre a dinâmica ambiental compõem um quadro complexo que precisa ser, necessariamente, avaliado no contexto do Gerenciamento Costeiro.

Não foram encontradas informações a respeito da opinião pública acerca da PP. A notícia mais atual refere-se a uma Audiência Pública Remota promovida pela Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro (ALERJ) e realizada em 04 de junho de 2021 por meio do Centro de Apoio Operacional das Promotorias de Justiça de Tutela Coletiva de Defesa do Meio Ambiente e da Ordem Urbanística que contou com a participação do Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro (MPRJ), representantes de diversas instituições e especialistas na pauta climática, tais como Ailton Krenak, Emílio La Rovere (COPPE/UFRJ), Izabella Teixeira (ex-Ministra do Meio Ambiente), Marcelo Rocha (Fridays For Future Brasil), Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN), entre outros (Rio de Janeiro, 2021).

Os participantes mencionaram a relevância da elaboração de metas claras e mensuráveis para a redução de emissões de gases de efeito estufa, assim como a elaboração de metas de adaptação aos impactos advindos dos efeitos da mudança global do clima no Estado que ajudem no cumprimento dos compromissos do Brasil (NDCs) junto ao Acordo de Paris e a carta dos 24 governadores brasileiros apresentada na Cúpula de Líderes sobre o Clima em 22 e 23 de abril de 2021, coordenada pelo governo americano. O debate trouxe a discussão do desenvolvimento de ações efetivas para o enfrentamento da emergência climática global, tais como a Ação Popular para anulação da nova meta brasileira no Acordo de Paris, que teve sua ambição reduzida, e foi apoiada por oito ex-ministros do Meio Ambiente (Rio de Janeiro, 2021).

6.7 Impacte

A avaliação específica de impacte busca quantificar os efeitos causais da PP para realizar uma análise de custo-benefício, ou seja, se de facto está a gerar os resultados e impactes esperados. Também deseja verificar os resultados e os impactes diretos da política pública. Esta análise abrange características da avaliação de desenho e da avaliação económica (outras duas avaliações específicas). De acordo com Palmer (2004), o impacto de uma política é o efeito que uma política pública tem na sociedade (ou seja, pessoas e organizações) e esses efeitos podem ser intencionais, ou não, e positivos ou negativos. Além disso, é possível fragmentar as pessoas e organizações

afetadas por uma política entre os “alvos da política” (aqueles a quem a política se destina) e outros.

O que fica expresso no guia é que seja evitada a confusão entre correlação e causalidade. A correlação mede o grau de interdependência entre duas variáveis. No entanto, constatar que a variável Y tende a se elevar quando a variável X aumenta (ou diminui) é bastante diferente de verificar que a variável X causa a variável Y. A simples existência de uma relação estatística entre duas variáveis verificada através de correlação não implica uma relação causal entre as variáveis analisadas (Brasil, 2018). Isso quer dizer que a correlação interliga dois eventos, mas que não necessariamente um é a causa do outro.

O guia de avaliação *ex post* ainda cita que existem alguns tópicos que são essenciais para que seja realizada uma avaliação de impacto:

i. Descrição da política e seus diversos componentes

A Política Estadual sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável possui duas redações e de acordo com o que é solicitado neste item (descrever exatamente no que consiste a política e como foi realizada sua implantação) será necessário expor os dois formatos apresentados para efeitos de comparação.

A redação realizada em 2010 cita que:

“Art. 1º Esta Lei institui a Política Estadual sobre Mudança do Clima e estabelece princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos aplicáveis para prevenir e mitigar os efeitos e adaptar o Estado às mudanças climáticas, em benefício das gerações atuais e futuras, bem como facilitar a implantação de uma economia de baixo carbono no Estado.”
(Rio de Janeiro, 2010).

A redação de 2020 cita que:

“Art. 1º Esta Lei institui a Política Estadual sobre mudança global do clima e desenvolvimento sustentável e estabelece princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos aplicáveis para prevenir e mitigar os efeitos e adaptar o Estado às mudanças climáticas, em benefício das gerações atuais e futuras, assim como facilitar a implantação de uma economia de baixo carbono no Estado e a transição para a economia circular pautada na migração para matriz energética limpa.” (Rio de Janeiro, 2020).

Na redação de 2020 adicionam-se os princípios de economia verde, economia circular e desenvolvimento sustentável, e a utilização de matrizes de energia limpa. Com o acontecimento de novos acordos internacionais a respeito das mudanças climáticas,

a última redação adiciona novos aspetos como: atualizar as metas de mitigação e adaptação previstas no regulamento da lei, garantir a funcionalidade ecológica dentro das áreas urbanas e melhoria da qualidade de vida das pessoas, e estar de acordo com as metas definidas no Acordo de Paris, os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, as Convenções Mundiais de Florestas e de Biodiversidade e a Lei Estadual nº 8.538/2019 (Política Estadual de Restauração Ecológica).

A princípio, de acordo com a nova redação, podem ser feitas outras observações: adição da autonomia federativa e a vedação ao retrocesso, sem previsão de qualquer tipo de punição, direcionamento através do princípio da precaução, não há a predeterminação de um espaço de tempo para medição, registos e verificações das ações (consta como “sempre que possível”); inclusão do teletrabalho para a redução da mobilidade, adoção da diretriz de melhoria e integração dos sistemas de transporte público (considerou ciclovias como transporte de massa), incorporação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (ao se comprometer com a redução de resíduos e a maximização de reuso e reciclagem de materiais) e, adição dos conceitos de “serviços”, “turismo” e “saneamento básico”. Além disso, apesar de ter estimulado pesquisas técnico-científicas, não incentivou a contratação de profissionais da área ambiental (se aplicável) nos diversos sectores do mercado. Isso poderia ser utilizado como um critério de desempate relacionado às Contratações Públicas.

Em relação ao avanço do nível do mar, a redação permaneceu a mesma. Como já informado anteriormente, não é especificado nenhum objetivo em relação ao nível do mar.

ii. Especificar variáveis de resultados que serão avaliadas

Um estudo de vulnerabilidade climática no litoral do ERJ foi realizado pelo PENO/COPPE/UFRJ, Programa de Engenharia Oceânica do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, onde foram identificadas as regiões costeiras e baixadas do ERJ mais vulneráveis às mudanças do clima e hierarquização de investimentos nas áreas com maior potencial de inundação e erosão por conta do aumento médio do nível do mar (Rio de Janeiro, 2011).

Na condição de um vento de 100 km/h, valor já registado no Porto de Sepetiba em 2006 e na Baía de Guanabara em 1987, haveria uma elevação de 50 a 70 cm, que se superporia à maré meteorológica e a maré astronómica. Em ondas de ressaca, ao arrebitarem na praia, também provocariam uma elevação adicional do nível do mar da ordem de 20% da altura da onda que se manifesta em termos de erosão de praias e de

penetração em canais de maré. Prevê-se variação do perfil transversal da praia bem como estimar o recuo nas direções horizontal e vertical que a praia sofrerá (deverá levar em consideração a condição granulométrica da praia: onde a areia for mais fina, o recuo será maior). Por outro lado, mudanças climáticas que resultem em diferentes orientações do regime de ventos, e portanto, mudanças na direção de propagação das ondas, resultarão na reacomodação da linha de costa (Rio de Janeiro, 2011).

As principais consequências serão: o padrão espaço-temporal dos grandes sistemas meteorológicos que atuam no continente Sul-Americano e no Atlântico Sul, a intensidade e a trajetória dos ciclones extratropicais, eventuais formações de ciclones com força de furacão e, o aquecimento das águas oceânicas próximas ao continente e mudança nos padrões da Corrente do Brasil (corrente oceânica quente do Atlântico Sul) (Rio de Janeiro, 2011).

Segundo SEA (2011), os impactos estariam associados aos seguintes efeitos:

- Tendência de translação das praias e cordões de dunas em direção à terra;
- Onde houver ruas e avenidas na retro-praia à diminuição das faixas de areia nas praias;
- Recuo das linhas de orla em regiões de baixadas de lagoas costeiras e baías;
- Problemas de macrodrenagem em águas interiores, especialmente em zonas urbanas situadas em baixadas de baías e lagoas costeiras à alagamentos;
- Aumento da profundidade média de lagoas costeiras e baías (efeito de rejuvenescimento); e
- Aumento da intrusão salina em zonas estuarinas à potencial problema de captação de água salobra em locais que hoje captam água doce.

Segundo SEA (2018), os impactos estariam associados aos seguintes agentes naturais:

- Ondas: podem ser geradas por vento sobre os grandes espelhos d'água da ZC do ERJ (baías, lagoa Feia, lagoa de Araruama) ou podem vir do oceano com altura, período e direção variáveis ao longo dos anos, como consequência das mudanças do clima;
- Nível do Mar Eustático: os valores previstos são comparativamente pequenos em relação a outras variações, da ordem de dezenas de centímetros, em prazo relativamente longo;
- Nível do Mar Dinâmico: considera-se tanto a maré meteorológica quanto a astronômica, atingindo centenas de centímetros;

- Ventos: ação sobre todas as atividades econômicas, cita-se acidente com guindaste no Terminal de Itaguaí, navio que abalroou pilar da Ponte Rio–Niterói;
- Precipitação intensa: problemas de drenagem, afogamento das redes de drenagem; e
- Outras formas de precipitação: granizo, tromba d'água.

iii. Determinar como será isolado o efeito da política pública

Neste tópico não é suficiente comparar os indicadores antes e depois da PP, e nem comparar os indicadores dos que foram atendidos pela política com aqueles que não foram. É necessário explicar e justificar como será a construção do contrafactual. A noção de contrafactual é fundamental para se compreender a avaliação de impacto. Para se calcular o impacto de uma política sobre um beneficiário, é preciso observar, ao mesmo tempo, o que aconteceu com ele ao ser atendido pela política e o que teria acontecido se não tivesse participado. A diferença entre o que ocorreu nessas duas situações é o que pode ser considerado como o efeito causado pela política, isto é, o seu impacto. No entanto, não é possível simultaneamente observar ambas as situações (Brasil, 2018).

Tanto no Plano Estadual sobre Mudança do Clima (versão preliminar) quanto no Plano de Adaptação Climática do Estado do Rio de Janeiro não é possível comparar indicadores pois, de acordo com SEA (2018), ainda não há referências geodésicas confiáveis para se avaliar as evoluções morfológicas que estão a ocorrer no momento, tanto da orla quanto da batimetria submersa.

iv. Determinar sobre quem o impacto será estimado

Como informado no item anterior, por não haver um estudo elaborado através do poder público, não é possível realizar previsões, pois não é explícito (em ambos relatórios) se existe um público-alvo ou se existe uma heterogeneidade do impacto. Não é possível informar características específicas como: faixa etária, sexo ou atributos socioeconômicos. Porém, um estudo realizado por IOC (2013), e anteriormente citado no item 4.1, divide o estado em microrregiões de vulnerabilidade (figura 41). No que diz respeito à vulnerabilidade ambiental, as macrorregiões Serrana e Costa Verde possuem os índices mais elevados, devendo captar mais atenção, principalmente, para proteção das florestas.

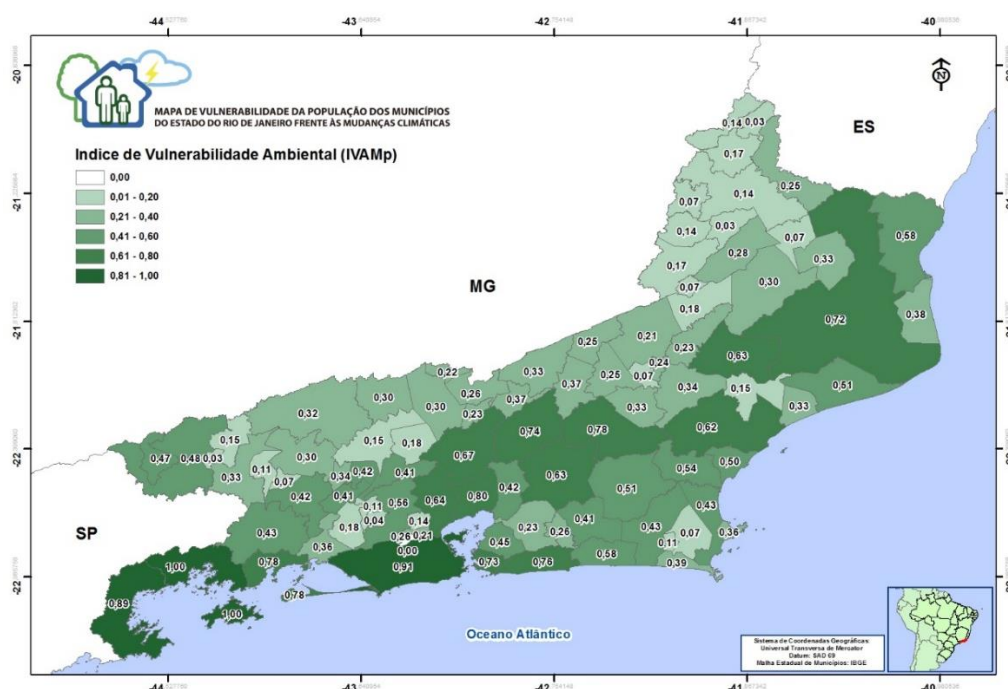


Fig. 41: Mapa de vulnerabilidade ambiental do Estado do Rio de Janeiro.

Fonte: IOC (2013).

Fatores como desigualdades regionais e sociais aumentam a vulnerabilidade da população às mudanças climáticas (Silva; Dereczynski, 2014). Grupos desfavorecidos, como os que vivem em favelas ou favelas do Rio de Janeiro, estão particularmente expostos aos riscos climáticos, pois as desigualdades intersectoriais relacionadas a gênero, raça, etnia, saúde e educação os tornam mais vulneráveis às mudanças climáticas (Andrade; Barreto; Henriques, 2020).

v. Determinar quando o impacto será estimado

Pela mesma razão apresentada no item anterior, não é possível apresentar previsão de quando o impacto será estimado pois esta informação não é esclarecida em ambos relatórios.

vi. Estimar magnitude e precisão do impacto

Ambos relatórios não apresentam dados estatísticos e de acordo com o que foi apresentado no item (iv) não é possível estimar magnitude e precisão do impacto.

vii. Apresentar orçamento factível e razoável

Não existe apresentação clara de um orçamento a respeito das medidas de adaptação e mitigação. SEA (2018) sugere que os municípios recebem royalties do petróleo e deveriam começar a implementar redes de monitoramento próprias para

condições naturais extremas (ondas, chuvas, ventos, nível do mar, inundação) concomitantes. Pode-se apontar que, segundo SEA (2011), as medidas de adaptação/mitigação são apresentadas na tabela 6:

Tabela 6: Medidas possíveis de adaptação para enfrentamento das vulnerabilidades da zona costeira do Estado do Rio de Janeiro face às mudanças climáticas.

Medidas de adaptação das zonas costeiras às mudanças climáticas globais

Ações de engenharia para prevenção e remediação:

- Nas praias, sempre que possível, a melhor solução é aumentar o estoque de areia.
- Em alguns casos pode ser necessário segmentar a praia criando novas enseadas para viabilizar a estabilidade do engordamento de praia.
- Em regiões de baixadas de lagoas costeiras e baías, sempre que possível, deve-se iniciar o processo de desfazimento e transferência de áreas urbanizadas em regiões a serem alagadas, ou que passarão a ter crescentes problemas de inundação.
- As áreas desocupadas devem ser transformadas em parques ou áreas de recreação, a serem eventualmente alagadas e inundadas. Passam a funcionar como zonas de amortecimento e acumulação de água (“piscinões” naturais), mitigando efeitos em áreas vizinhas.
- Pontos de captação que passarem a captar água salobra, sempre que possível, devem ser transferidos para montante.
- Construção de sistemas de diques e comportas só em casos muito excepcionais.

Fonte: SEA (2011, p. 122).

E de acordo com SEA (2018), a priorização das medidas de adaptação demandaria que fossem feitas avaliações quantitativas dos custos das diferentes medidas propostas. Sob sua perspectiva, as estratégias de adaptação devem ter como foco inicial o déficit de adaptação presente, buscando solucionar os problemas decorrentes dos impactos presentes dos eventos climáticos e devem ser financiadas e implementadas de todo modo, porque geram benefícios sociais maiores que seus custos.

Informação, capacitação, sistemas de alerta de riscos, monitoramento e previsão do clima, e, principalmente, medidas clássicas de boa operação e manutenção das infraestruturas existente são consideradas de baixo custo. As medidas de adaptação/mitigação são apresentadas no Anexo I.

6.8 Últimas considerações da avaliação *ex post*

Em relação as principais ideias da PP, o que é mais alarmante é o direcionamento ser baseado através do princípio da precaução. Conforme Antunes (2010), esse princípio busca alcançar riscos ou perigos mais baixos ou mais aceitáveis e não é possível garantir consistência da precaução entre os diferentes casos em que se aplica. A grande questão é porque está apoiado no conceito de que a precaução não consegue assegurar suficientemente um futuro melhor para as próximas gerações porque trata os casos como de incerteza científica acerca da potencialidade do dano ambiental. Ou seja, não se sabe o que pode causar e/ou quando (essas gerações futuras serão daqui a duas ou três gerações? ou mais?).

E isso gera dúvidas, principalmente, na responsabilização e nos tipos de tratamento dos efeitos da problemática ambiental. Para responder a essas questões, fazem-se estudos científicos e análises técnicas pois a precaução é gerida de acordo com a tomada de decisão. A aplicação do princípio leva em consideração as condições de recursos disponíveis de cada localidade. Em outras palavras, sabe-se que as medidas para prevenir o avanço do mar na zona costeira poderão ser diferentes entre as cidades do Rio de Janeiro (Brasil) e de Aveiro (Portugal), por exemplo.

Porém, para entender melhor, se faz necessário explicar o princípio da prevenção: aplicado a impactos ambientais já conhecidos e com a possibilidade segura de estabelecer um nexo de causalidade. Os estudos de impacto ambiental para o processo de licenciamento ambiental são exemplos de documentos com base científica que podem ser consultados pois possuem conhecimentos sobre o meio ambiente. Ou seja, ao utilizar este princípio, sabe-se claramente do que se trata, quem é o responsável, quais são as consequências e que medidas devem ser tomadas de acordo com todos os cenários possíveis (diferentemente do princípio da precaução). Porém, há apenas uma citação sobre a prevenção no Capítulo III, Art. 5º, Inciso III, ao referir-se como uma diretriz para ocorrência de eventos climáticos extremos.

De um modo geral, mesmo depois de 11 anos e com a formulação de uma nova redação de lei, ainda não existe clareza nas punições para o não cumprimento da lei e nas metas para os próximos anos. O Sistema Estadual de Informações sobre Mudança do Clima ainda não foi criado e foi necessária uma intervenção por parte do Ministério Público do Rio de Janeiro (MPRJ) que exigisse tais medidas em concreto. Além disso, fica um compromisso de estabilizar emissões de GEE, porém isso não depende apenas do ERJ. Ou seja, deveria configurar em adaptar-se às emissões e não as estabilizar.

Referente ao aumento do nível do mar na ZC, fica claro que ainda não existem dados suficientes para análise e tomada de ações. Se cumprido com o proposto, ainda que depois da primeira redação de lei e por mais recente que fossem os dados, já seriam 11 anos de dados concretos coletados para dar continuidade em mais pesquisas de adaptação e corresponder com os objetivos propostos.

6.9 Plano Estadual sobre Mudança do Clima

A sua revisão é prevista para cada cinco anos (contemplando os resultados do Inventário Estadual de Emissões e observando as orientações do Plano Nacional sobre Mudança do Clima) e tem como principais objetivos a identificação, o planejamento e a coordenação de ações e medidas para serem adotadas no âmbito privado ou público para mitigar as emissões de GEE e para promover a adaptação da sociedade aos impactos em consequência da mudança do clima (conforme o exposto no Capítulo IV Art. 7º).

Com grande dificuldade, a versão preliminar do ano de 2011 pode ser encontrada na *internet*, mas não através do site oficial do INEA/RJ. Não foi encontrada uma versão 2016/2017, mas deduz-se que o Plano de Adaptação Climática do Estado do Rio de Janeiro, de 2018, seja o documento correspondente a versão mais recente do Plano Estadual.

Em relação ao Inventário Estadual de Emissões, que também tem previsão de elaboração a cada cinco anos, é possível afirmar que há apenas um relatório técnico com as informações das emissões de GEE disponível para *download* no site oficial do INEA/RJ. Com o ano base de 2015 e publicação feita no ano de 2017, não foi encontrada uma versão com base no ano de 2020. Contudo, pode-se supor que o surgimento da pandemia do corona vírus possa ter afetado o término da recolha de informações e/ou o princípio da produção do relatório.

6.10 Plano Nacional sobre Mudança do Clima

Com revisões feitas em períodos regulares não superior a dois anos, tem o documento mais recente apresentado no ano de 2008 (documento disponibilizado no site oficial do Ministério do Meio Ambiente [MMA]). O Plano é um dos instrumentos da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) instituída pela Lei nº 12.187 de 29 de dezembro de 2009 e revogada pelo Decreto nº 9.578 de 22 de novembro de 2018. O objetivo geral é identificar, planejar e coordenar as ações e medidas que possam ser empreendidas para mitigar as emissões de GEE geradas no Brasil, bem como àquelas

necessárias à adaptação da sociedade aos impactos que ocorram devido à mudança do clima (Brasil, 2008).

6.11 Plano de Adaptação Climática do Estado do Rio de Janeiro

A Superintendência de Mudanças Climáticas da Secretaria do Ambiente do Estado do Rio de Janeiro (SUPCLIM/SEA), juntamente com o Instituto Internacional para a Sustentabilidade (IIS), a Universidade Federal do Ceará (UFC), o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) e o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e demais colaborações, elaborou um documento que representa a base técnica do Plano Estadual sobre Mudança do Clima do Rio de Janeiro.

Publicado em 2018 e dividido em dez capítulos, o Plano aborda o contexto brasileiro sobre mudança do clima, riscos, impactos e adaptações climáticas. Em seguida, expõe as projeções climáticas para o estado do Rio de Janeiro e os impactos sobre: os recursos hídricos, a saúde humana, a drenagem urbana, os deslizamentos, as rodovias, a zona costeira e, na agenda verde. E por fim, é apresentada uma medida geral de adaptação para cada impacto anteriormente citado. O próprio documento ressalta-se que a elaboração das informações teve duas componentes essenciais: uma base técnica sólida e a validação das recomendações por diversos atores (sociedade civil, setor privado, academia, Organizações não Governamentais [ONGs], além das outras secretarias de governo do Estado).

Capítulo 7 – Considerações finais

As temperaturas globais aumentaram consideravelmente nas últimas décadas, impactando diretamente no número, intensidade e duração de eventos extremos, como ondas de calor. As projeções do modelo climático que levam em consideração os fatores antropogênicos indicam que as ondas de calor tendem a se tornar mais frequentes no futuro. A tendência generalizada de temperatura positiva em várias partes do mundo tornou-se uma questão de alta prioridade para a sociedade de hoje, gerando uma preocupação crescente sobre os impactos atuais e futuros de eventos extremos associados, como secas, inundações, tempestades, ondas de calor e frio. Além disso, os extremos de temperatura têm mostrado continuamente tendências crescentes em relação à frequência, intensidade e duração (Geirinhas et al., 2019).

As cidades devem se mover rapidamente em direção às energias renováveis. Isso não apenas ajudará a reduzir a produção de gases de efeito estufa que estão causando as mudanças climáticas, mas também permitirá uma recuperação mais rápida

de desastres naturais (Pilkey Junior; Pilkey, 2019). O maior uso de energias renováveis inclui melhorias na eficiência energética e redução de CH₄ e CO₂, resultando em benefícios climáticos e cumprimento dos ODS através da aplicação de políticas públicas de curto prazo (IPCC, 2021).

O Brasil está em terceiro lugar entre os países mais afetados por catástrofes em 2011. O Relatório de Risco Mundial de 2012 enfocou uma questão intimamente ligada a muitos desastres: a degradação do meio ambiente (Lange et al., 2016). A proporção dos danos na natureza causado pelo Homem alcança níveis irreversíveis e a crise climática é incontestável, de acordo com o último relatório, divulgado em 2021, do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Uma das preocupações é aumento do nível mar.

O aumento do nível do mar está intimamente ligado com o aumento de temperatura global (efeito estufa potencializado por ações antrópicas), emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) que intensifica o efeito estufa e consequências secundárias, como, por exemplo, o degelo. Segundo Kearney et al. (2012), o grau de impacto da elevação do nível do mar pode variar dependendo do local de interesse, do tamanho da área considerada e do número de pessoas dentro dessa área. Toda região costeira está suscetível e é necessário o desenvolvimento de ferramentas para medidas de adaptação e mitigação.

A mitigação continuará a ser relevante, mas por si só não será suficiente para interromper ou contornar as tendências climáticas em curso (Rezende et al., 2018). A adaptação aos problemas costeiros é um processo de vários estágios, incluindo: (1) informação e conscientização, (2) planejamento e projeto, (3) avaliação e (4) monitoramento operando dentro de múltiplos ciclos de políticas (Nicholls, 2015).

Dentre as diversas escalas de responsabilidade e dos inúmeros instrumentos capazes de contornar esse cenário de degradação ambiental estão os governantes e as políticas públicas. No caso do Estado do Rio de Janeiro, localizado na região Sudeste do Brasil, foi aprovada, em 2010, a lei nº 5.690 que institui a Política Estadual sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável e que, dez anos depois, teve sua redação de lei alterada através da lei nº 9.072 de 14 de abril de 2020.

Porém, não foi definida nenhuma meta concreta em ambas as redações e a ausência de informação atrapalha na tomada de decisão. Sobre elevação do nível do mar há apenas uma única informação a definir que o Sistema Estadual de Informações sobre Mudança do Clima seria instrumento responsável por coletar informações e o mesmo ainda não foi criado mesmo depois de uma década da promulgação da Lei 5.690/2010. Mesmo depois de 8 anos, o Plano de Adaptação Climática do Estado do

Rio de Janeiro afirma que ainda não há informações suficientes em todas as regiões da zona costeira para promover um estudo com ações de adaptação/mitigação em relação a elevação do nível do mar. De acordo com Obraczka et al. (2017), a disponibilidade de informações ambientais é crítica. Este é um problema que deve ser tratado com prioridade.

Além disso, as políticas climáticas locais no Brasil são iniciativas isoladas no contexto nacional e mais relacionadas à mitigação (Santos et al., 2020). O bom repertório de políticas aplicáveis ao tema não será suficiente para saldar a dívida ambiental se não houver adesão da população (Rezende et al., 2018). É necessário desenvolvimento e apoio a iniciativas de educação ambiental, políticas de gestão e envolvimento das partes interessadas, realização de uma abordagem participativa por meio de programas de comunicação social capazes de construir uma relação entre os sistemas estaduais e nacionais de gestão de recursos hídricos (La Pasta Cordeiro; da Silva Junior; Dereczynski, 2021).

Para compreender melhor as consequências, recomenda-se que pesquisas adicionais e análises institucionais sejam realizadas. Ferramentas e mecanismos de gestão costeira - como a criação de áreas protegidas e legislação de zoneamento - devem ser totalmente integrados na gestão local e sistema de licenciamento e legislação. Isso ajuda as agências estaduais, regionais e locais a planejar, coordenar e implementar projetos de conservação, restauração e proteção costeira. Também oferece condições adequadas para o desenvolvimento de capacidades e competências regionais e locais, com o objetivo de implementar uma gestão ambiental costeira mais sustentável (Obraczka et al., 2017).

Além disso, com o crescimento populacional, torna-se necessário o maior investimento em infraestrutura, com o objetivo de melhorar a gestão, as condições de saúde pública (Marques; Rodriguez, 2019).

Tais conclusões são resultado de uma análise *ex post* realizada através do guia elaborado pelo Governo Federal brasileiro para evidenciar o desempenho da política pública e verificar se as metas estão de acordo com as metas estabelecidas pelo Brasil em 2015 no âmbito do Acordo de Paris, os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas e outros acordos internacionais.

Referências Bibliográficas

Agência Europeia do Ambiente (AEA). **O mar e as alterações climáticas**. 2015. Modificado pela última vez em 2021-05-11. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/pt/sinais-da-aea/sinais-2015/artigos/o-mar-e-as-alteracoes-climaticas>. Acesso em: 21 ago. 2021.

ALMAR, Rafael *et al.* A global analysis of extreme coastal water levels with implications for potential coastal overtopping. **Nature Communications**, [S.L.], v. 12, n. 1, 18 jun. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-021-24008-9>.

ANDRADE, Francisca Marli Rodrigues de; BARRETO, Tarssio Brito; HENRIQUES, Alen Batista. Rio de Janeiro and climate crisis: governance, interactivity, and discursive construction on twitter. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 23, p. 1-18, 2020. Fap - UNIFESP (SciELO).

ANTÓNIO, Jaime Fernando. **ENERGÉTICA DA ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL (ZCAS)**. 2020. 150 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - Inpe, São José dos Campos, 2020.

ANTUNES, Paulo de Bessa. A Ordem Constitucional do Meio Ambiente: o artigo 225 da lei fundamental de 1988. In: ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito Ambiental**. 12. ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2010. p. 64-65.

ANTUNES, Paulo de Bessa. A Metodologia do Direito Ambiental: princípio da precaução. In: ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito Ambiental**. 12. ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2010. p. 28-29.

ARAUJO, Julia Caon *et al.* Multicriterial method of AHP analysis for the identification of coastal vulnerability regarding the rise of sea level: case study in ilha grande bay, rio de janeiro, brazil. **Natural Hazards**, [S.L.], v. 107, n. 1, p. 53-72, 5 fev. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11069-021-04573-4>.

BESHAROV, Douglas J.; BAEHLER, Karen J.; KLERMAN, Jacob Alex. **IMPROVING PUBLIC SERVICES**: international experiences in using evaluation tools to measure program performance. Nova York: Oxford University Press, 2017. 340 p.

BRASIL. CASA CIVIL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Avaliação de políticas públicas: guia prático de análise ex post**. v. 2. Brasília: Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2018. 318 p.

BRASIL. CASA CIVIL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Avaliação de políticas públicas: guia prático de análise ex ante**. v. 1. Brasília: Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2018. 194 p.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF.

BRASIL. **Decreto nº 9.203 de 22 de novembro de 2017**. Dispõe sobre a política de governança da administração pública federal direta, autárquica e fundacional. Brasília, DF.

BRASIL. **Decreto nº 5300 de 07 de dezembro de 2004**. Regulamenta a Lei nº 7.661 de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. Brasília, DF.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2020. v. 80. p. 1-12. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/20/aeb_2020.pdf. Acesso em: 15 jul. 2021.

BRASIL. **Plano Nacional Sobre Mudança do Clima**. Brasília, dez. 2008. p. 26. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/estruturas/smcq_climaticas/_arquivos/plano_nacional_mudanca_clima.pdf. Acesso em: 08 ago. 2021.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações - MCTI. [s.d.]. **Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima - IPCC**. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/ciencia_do_clima/painel_intergovernamental_sobre_mudanca_do_clima.html. Acesso em: 08 ago. 2021.

BLUNDEN, Jessica; ARNDT, Derek S. State of the Climate in 2011. **Bulletin of the American Meteorological Society**, [S.L.], v. 93, n. 7, p. S1-S282, jul. 2012. American Meteorological Society. <http://dx.doi.org/10.1175/2012bamsstateofthecclimate.1>.

CÂMARA, João Batista Drummond. Governabilidade, Governança Ambiental e Estado do Meio Ambiente no Distrito Federal. **2011. 324 f. Tese (Doutorado) - Curso de Desenvolvimento Sustentável, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília - Unb, Brasília, 2011.**

Dos Santos Passos, A., Dias, F.F., dos Santos, P.R.A. et al. Evaluation of the effects of a possible sea-level rise in Mangaratiba - RJ. *J Coast Conserv* 23, 355–366 (2019).

DRYZEK, John A.. Policy Analysis as Critique. In: **The Oxford Handbook of Public Policy**. Oxford: Oxford University Press, 2008. p.190-203. Editores: Robert E. Goodin, Michael Moran e Martin Rein.

EKARDT, Felix. Sustainability. **Environmental Humanities: Transformation, Governance, Ethics, Law**, [S.L.], p. 310-312, 2020. Springer International Publishing.

GASCÓ, Mila. Policy implementation. In: SCHULTZ, David. **Encyclopedia of Public Administration and Public Policy**. New York: Facts on File, Inc, 2004. p. 329-330.

GEIRINHAS, João L. et al. Characterizing the atmospheric conditions during the 2010 heatwave in Rio de Janeiro marked by excessive mortality rates. **Elsevier**. p. 796-808. Fev. 2019.

GOMIDES, Jose Eduardo; SILVA, Andrea Candida. O Surgimento da Expressão "Governance", Governança e Governança Ambiental: um resgate teórico. **Revista de Ciências Gerenciais**, São Paulo, v. 13, n. 18, p. 177-194, out. 2009.

GONZÁLEZ-BRAVO, Ramón *et al.* Urban sustainability: Analyzing the water-energy nexus in the Guandu river basin, Rio de Janeiro, Brazil. **Elsevier**. p. 254-260. fev. 2020.

HENNECKE, Werner G. *et al.* GIS-Based Coastal Behavior Modeling and Simulation of Potential Land and Property Loss: implications of sea-level rise at collaroy/narrabeen beach, sydney (australia). **Coastal Management**, [S.L.], v. 32, n. 4, p. 449-470, out. 2004. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/08920750490487485>.

INGRAM, Helen; SCHNEIDER, Anne L.. Policy Analysis for Democracy. In: **The Oxford Handbook of Public Policy**. Oxford: Oxford University Press, 2008. p. 169-189. Editores: Robert E. Goodin, Michael Moran e Martin Rein.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. **Desmatamento da Mata Atlântica cresce quase 60% em um ano**. 2017. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=4471. Acesso em: 21 jul. 2021.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. **SOS Mata Atlântica e INPE lançam novos dados do Atlas do bioma**. 2019. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5115. Acesso em: 21 jul. 2021.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. **INPE dá apoio técnico a atualização do Atlas da Mata Atlântica**. 2020. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5450. Acesso em: 21 jul. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Panorama: Brasil - Rio de Janeiro**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/panorama>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Panorama: Brasil - Cidades e Estados**.

Instituto Oswaldo Cruz (IOC). **Termômetro climático**. 2013. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/ioc/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1878&sid=32>. Acesso em: 05 set. 2021.

IPCC, 2013: **Climate Change 2013: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 p.

IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

ISO. International Organization for Standardization. **ISO and climate change: great things happen when the world agrees**. 4. ed. Geneva: Iso, 2018. Disponível em: <https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/en/PUB100067.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2021.

ISO. International Organization for Standardization. **The Process Approach in ISO 9001:2015**. Geneva, s.d. Disponível em: https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/archive/pdf/en/iso9001_2015_process_approach.pdf. Acesso em: 29 ago. 2021.

KEARNEY, Michael S. *et al.* Summary of Breakout Session Discussion: potential solution tracks, research needs, and directions. In: KEARNEY, Michael S. **Sea level rise and coastal infrastructure: prediction, risks, and solutions**. 6. ed. Virginia: American Society of Civil Engineers (Asce) - Council on Disaster Risk Management, 2012. 181 p. Editado por Bilal M. Ayyub.

Lange W., Pirzer C., Dünnow L., Schelchen A. (2016) Risk Perception for Participatory Ecosystem-Based Adaptation to Climate Change in the Mata Atlântica of Rio de Janeiro State, Brazil. In: Renaud F., Sudmeier-Rieux K., Estrella M., Nehren U. (eds) *Ecosystem-Based Disaster Risk Reduction and Adaptation in Practice*. Advances in Natural and Technological Hazards Research, vol 42. Springer, Cham.

La Pasta Cordeiro, M., da Silva Junior, G.C., Dereczynski, C.P. *et al.* Analysis of indicators of climate extremes and projection of groundwater recharge in the northern part of the Rio de Janeiro state, Brazil. *Environ Dev Sustain* (2021).

LIMA, Allana Oliveira *et al.* Extreme rainfall events over Rio de Janeiro State, Brazil: Characterization using probability distribution functions and clustering analysis. **Elsevier**. p. 105-221. Jan. 2021.

LINS-DE-BARROS, Flavia Moraes; ZEIDAN, Felipe; LIMA, Rafael de França. Adaptações e percepção da população a eventos de ressaca do mar no litoral de Maricá, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, [S.L.], v. 16, n. 2, p. 147-161, jun. 2016. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos (APRH). <http://dx.doi.org/10.5894/rgci591>.

LOUREIRO, S.M. *et al.* Analysis of potential for reducing emissions of greenhouse gases in municipais solid waste in Brazil, in the state and city of Rio de Janeiro. **Elsevier**. p. 1302-1312. Maio 2013.

MARQUES, Amanda Carneiro; RODRIGUEZ, Daniel Andrés. Avaliação de Cenários de Mudanças Climáticas no Planejamento dos Recursos Hídricos do Sistema de Águas da Região Metropolitana Rio de Janeiro e do Baixo Paraíba do Sul. **Anuário do Instituto de Geociências - Ufrj**. Rio de Janeiro, p. 249-258. Maio 2019.

MIRANDA, Ricardo Augusto Calheiros de; OLIVEIRA, Marcus Vinicius Siqueira de; SILVA, Danielle Ferreira da. Ciclo Hidrológico Planetário: abordagens e Conceitos. **Geo Uerj: Ano 12, v.1, n .21**. Rio de Janeiro, p. 109-119. jun. 2010.

NAGEL, Stuart S. Diverse Methods for Policy Analysis. In: NAGEL, Stuart S. **Handbook of public policy evaluation**. California: Sage Publications, 2002. p. 155-157.

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 09 set. 2021.

NASA - NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. **The Causes of Climate Change - Causes**. Disponível em: <https://climate.nasa.gov/causes/>. Acesso em: 10 ago. 2021. Acesso em: 09 Ago. 2021.

NICHOLLS, Robert J. Adapting to Sea Level Rise. **Coastal And Marine Hazards, Risks, And Disasters**, [S.L.], p. 243-270, 2015. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-396483-0.00009-1>.

NICHOLLS, Robert J. Adapting to Sea Level Rise. **Coastal And Marine Hazards, Risks, And Disasters**, [S.L.], p. 243-270, 2015. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-396483-0.00009-1>.

OBRACZKA, Marcelo *et al.* Analysis of Coastal Environmental Management Practices in Subregions of California and Brazil. **Journal Of Coastal Research**. Coconut Creek, Florida, p. 1315-1332. Nov. 2017.

OLIVEIRA, Allan de Oliveira de; BONETTI, Jarbas. Dynamical descriptors of physical vulnerability to sea-level rise in sheltered coastal systems: a methodological framework. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, [S.L.], v. 249, article 107118, fev. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2020.107118>.

ONU Meio Ambiente. **Fortalecendo a governança ambiental**. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/regioes/america-latina-e-caribe/iniciativas-regionais/fortalecendo-governanca-ambiental>. Acesso em: 05 set. 2021.

OLIVEIRA, Allan de Oliveira de *et al.* Dynamical descriptors of physical vulnerability to sea-level rise in sheltered coastal systems: a methodological framework. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, [S.L.], v. 249, p. 107118, fev. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2020.107118>.

Organização das Nações Unidas Para Alimentação e Agricultura (FAO). **A Mudança Climática**: Distintivo desafio. 2. ed. 2016. 158 p.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **ONU prevê que cidades abriguem 70% da população mundial até 2050**. 2019. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2019/02/1660701>. Acesso em: 05 ago. 2021.

PALMER, Jason. Policy output. In: SCHULTZ, David. **Encyclopedia of Public Administration and Public Policy**. New York: Facts on File, Inc, 2004. p. 330.

PALMER, Jason. Policy impact. In: SCHULTZ, David. **Encyclopedia of Public Administration and Public Policy**. New York: Facts on File, Inc, 2004. p. 330.

PAVONE, Melissa. Policy design. In: SCHULTZ, David. **Encyclopedia of Public Administration and Public Policy**. New York: Facts on File, Inc, 2004. p. 324-326.

PASSOS, Anderson dos Santos *et al.* Evaluation of the effects of a possible sea-level rise in Mangaratiba - RJ. **Journal Of Coastal Conservation**, [S.L.], v. 23, n. 2, p. 355-366, 29 set. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11852-018-0665-2>.

PBMC, 2016: Mudanças Climáticas e Cidades. **Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas** [Ribeiro, S.K., Santos, A.S. (Eds.)]. PBMC, COPPE – UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 116p. ISBN: 978-85-285-0344-9.

PERES, Anna Paula; NEVES, Nathalia Cloy Rizzo de Freitas; TADDEI, Renzo. Atitudes e percepções de gestores ambientais da Zona Costeira de SP frente às mudanças

climáticas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 58(2), e191793.
<https://doi.org/10.1590/1806-9479.2020.191793>

PILKEY JUNIOR, Orrin H.; PILKEY, Keith C. What You Can Do about Sea Level Rise. p. 136 – 149. In: PILKEY JUNIOR, Orrin H.; PILKEY, Keith C. **SEA LEVEL RISE: a slow tsunami on America's shores**. Carolina do Norte: Duke University Press, 2019. 190 p.

REZENDE, Camila Linhares *et al.* Land use policy as a driver for climate change adaptation: A case in the domain of the Brazilian Atlantic forest. **Elsevier**. p. 563-569. mar. 2018.

RICCOMINI, Claudio; SANT'ANNA, Lucy Gomes; TASSINARI, Colombo Celso Gaeta. Pré-sal: geologia e exploração. **Revista USP**, São Paulo, n. 95, p. 33-42, 30 nov. 2012. Universidade de São Paulo, Agência USP de Gestão da Informação Acadêmica (AGUIA). <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i95p33-42>. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/52236/56272>. Acesso em: 08 set. 2021.

RIO DE JANEIRO (Estado). Lei nº 5.690, de 14 de abril de 2010. **Institui A Política Estadual Sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável e Dá Outras Providências**. Rio de Janeiro, RJ.

RIO DE JANEIRO (Estado). Lei nº 9072, de 27 de outubro de 2020. **Altera A Lei Estadual N.º 5.690, de 14 de abril de 2010, Que Dispõe Sobre A Política Estadual Sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável, Determina A Elaboração de Um Plano Estadual Sobre Mudanças Climáticas e A Atualização das Metas de Mitigação e Adaptação Previstas em Regulamento, e Dá Outras Providências**. Rio de Janeiro, RJ.

RIO DE JANEIRO. GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Governo estabelece primeiras metas sobre mudanças climáticas**. 2021. Disponível em: http://www.rj.gov.br/NoticiaDetalhe.aspx?id_noticia=15837&pl=governo-estabelece-primeiras-metas-sobre-mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas. Acesso em: 21 set. 2021.

RIO DE JANEIRO (Estado). Constituição (1989). Constituição nº 84, de 2020. **Art. 268**: Capítulo VIII - Do Meio Ambiente. Rio de Janeiro, RJ. Promulgada a 5 de outubro de 1989 e atualizado até a Emenda Constitucional nº 84 de 16 de dezembro de 2020. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/70450>. Acesso em: 16 jul. 2021.

RIO DE JANEIRO (Estado). Constituição (1989). Constituição nº 84, de 2020. **Art. 269**: Capítulo VIII - Do Meio Ambiente. Rio de Janeiro, RJ. Promulgada a 5 de outubro de 1989 e atualizado até a Emenda Constitucional nº 84 de 16 de dezembro de 2020. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/70450>. Acesso em: 16 jul. 2021.

RIO DE JANEIRO. Fundação Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro - CEPERJ. **Mapa das Regiões de Governo e Municípios do Estado do Rio de Janeiro – 2019**. 2019. Disponível em: <http://www.ceperj.rj.gov.br/Conteudo.asp?ident=79>. Acesso em: 16 jul. 2021.

RIO DE JANEIRO. Fundação Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro - CEPERJ. **Características e Histórico**. s.d.

Disponível em: <http://www.ceperj.rj.gov.br/Conteudo.asp?ident=80>. Acesso em: 16 jul. 2021.

RIO DE JANEIRO. Fundação Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro - CEPERJ. **PIB do Estado do Rio de Janeiro 2018**. Rio de Janeiro. 2018. 12 p. Disponível em: http://arquivos.proderj.rj.gov.br/sefaz_ceperj_imagens/Admin/Uploads/PIB_pags_separadas_compressed.pdf. Acesso em: 05 ago. 2021.

RIO DE JANEIRO. MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **MPRJ participa de audiência pública sobre prevenção de mudanças climáticas no Rio de Janeiro**. 2021. Publicado em 05/06/2021. Disponível em: <https://www.mprj.mp.br/home/-/detalhe-noticia/visualizar/105703>. Acesso em: 16 set. 2021.

RIO DE JANEIRO. Ministério Público do Rio de Janeiro. Grupo de Atuação Especializada em Meio Ambiente. **Ref.: Processo Administrativo nº 01/2019 (Procedimento MPRJ nº 2019.00697954)**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: http://www.mprj.mp.br/documents/20184/540394/recomendao_estado_do_rj_pa_01_2019_final_3.pdf. Acesso em: 12 set. 2021.

SANTOS, Andrea Souza *et al.* Addressing Climate Change in Brazil: is Rio de Janeiro city acting on adaptation strategies?. **2020 International Conference and Utility Exhibition on Energy, Environment And Climate Change (Icue)**, [S.L.], 20 out. 2020. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/icue49301.2020.9307010>.

SARRE, Rick. Corporate Social Responsibility. In: SCHULTZ, David. **Encyclopedia of Public Administration and Public Policy**. New York: Facts on File, Inc, 2004. p. 88-90.

SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE (SEA). **Plano Estadual sobre Mudança do Clima**. Rio de Janeiro: Secretaria de Estado do Ambiente, 2011. 176 p. Versão Preliminar. Disponível em: <https://docplayer.com.br/6200651-Plano-estadual-sobre-mudanca-do-clima.html>. Acesso em: 20 ago. 2021.

SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE (SEA). **Plano de Adaptação Climática do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2018. 132 p.

SANDHOLZ, Simone *et al.* Governing green change: Ecosystem-based measures for reducing landslide risk in Rio de Janeiro. **Elsevier**. p. 75-86. dez. 2018.

SAINT-MARTIN, Denis. PATH DEPENDENCE AND SELF-REINFORCING PROCESSES IN THE REGULATION OF ETHICS IN POLITICS: TOWARD A FRAMEWORK FOR COMPARATIVE ANALYSIS. In: LTD., Elsevier *et al.* **Research in Public Policy Analysis and Management: public ethics and governance: standards and practices in comparative perspective research**. 14. ed. Amsterdam: Elsevier, 2006. p. 12.

Schwarz-Herion O. (2018) The Impact of the Climate Change Discussion on Society, Science, Culture, and Politics: From *The Limits to Growth* via the Paris Agreement to a Binding Global Policy?. In: Omran A., Schwarz-Herion O. (eds) *The Impact of Climate Change on Our Life*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-7748-7_1.

SILVA, Virginia Mirtes de Alcântara; SANTOS, Carlos Antonio Costa dos; BANDEIRA, Maria Marle. **Mudanças Climáticas e Multidisciplinaridade da Educação Ambiental**. In: Congresso Nacional de Meio Ambiente, 15, 2018, Poços de Caldas. Anais. 2018.

Silva R. W. C., Paula B. L. 2009. Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural. *Terræ Didática*, 5(1):42-49.

SILVA, Wanderson Luiz; DERECHYNSKI, Claudine Pereira. Caracterização Climatológica e Tendências Observadas em Extremos Climáticos no Estado do Rio de Janeiro. **Anuário do Instituto de Geociências - Ufrj**. Rio de Janeiro, p. 123-138. Dez. 2014.

SODRÉ, Camilla Fernanda Lima *et al.* The impacts of the ocean acidification and rising sea temperature of the sea in the marine ecosystem. **Brazilian Journal of Animal And Environmental Research**. Curitiba, p. 1418-1423. Jan. 2021.

STRICKLAND, Ruth Ann. Policy formulation. In: SCHULTZ, David. **Encyclopedia of Public Administration and Public Policy**. New York: Facts on File, Inc, 2004. p. 327-328.

SHIRES, Michael. Public policy. In: SCHULTZ, David. **Encyclopedia of Public Administration and Public Policy**. New York: Facts on File, Inc, 2004. p. 350-351.

TUNDISI, José Galizia. Ciclo Hidrológico e Gerenciamento Integrado. **Ciência e Cultura: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência**. São Paulo, p. 31-33. dez. 2003.

Tribunal de Contas da União (TCU). **Governança Pública - o que é?** 19 nov. 2013. Youtube: Tribunal de Contas da União. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=kGYdT1mJ-0c>. Acesso em: 06 set. 2021.

V FNTU - 23/10 - Evento 34: Palestra - Análise de Políticas Públicas: Ex-Ante e Ex-Post. Realização de MP Streaming. [S.l.]: **V Fórum Nacional das Transferências da União**, 2020. (52 min.), son., color. Ministério da Economia - ME/SEGES. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=oNsj_UWg30g. Acesso em: 13 de jun. 2021.

WASKEY, A. J. L.. Program Evaluation and Review Technique (PERT). In: SCHULTZ, David. **Encyclopedia of Public Administration and Public Policy**. New York: Facts on File, Inc, 2004. p. 340-341.

WINSHIP, Christopher. Policy Analysis as Puzzle Solving. In: **The Oxford Handbook of Public Policy**. Oxford: Oxford University Press, 2008. p. 109-122. Editores: Robert E. Goodin, Michael Moran e Martin Rein.

WILSON, Richard. Policy Analysis as Policy Advice. In: **The Oxford Handbook of Public Policy**. Oxford: Oxford University Press, 2008. p. 152-168. Editores: Robert E. Goodin, Michael Moran e Martin Rein.

Anexo I

Medidas de adaptação para a zona costeira do Estado do Rio de Janeiro

Medidas de Política Pública e Institucional

- Aprovação da Lei Estadual do Gerenciamento Costeiro, regulamentando-a, estabelecendo uma segmentação para a ZCFI, criando os Fóruns Regionais, e prevendo recursos financeiros.
- Estabelecimento de diretrizes para utilização de impostos federais e estaduais (*royalties* do petróleo, imposto foreiro dos terrenos de marinha, taxa de faróis) que deveriam ser repassados aos municípios para fins de reduzir a exposição a fenômenos marinhos e costeiros.
- Adaptação do Decreto 43.216/2011 que regulamenta a Política Estadual da Mudança do Clima às especificidades da Zona Costeira, incluindo os impactos na ZC dos diversos usos de recursos hídricos e sedimentológicos nas bacias hidrográficas; as atividades de pesca e de aquicultura; o reflorestamento de manguezais; os impactos da indústria de petróleo e gás.
- Articulação política com os diversos municípios para que sejam implementadas legislações municipais que contemplem o Gerenciamento Costeiro e a Política de Mudanças do Clima.
- Capacitação do corpo técnico dos órgãos públicos estaduais, especialmente o INEA, para tratar de assuntos relacionados ao meio ambiente marinho ou costeiro e à engenharia costeira.
- Promoção da descentralização das ações de Defesa Civil, especialmente na Zona Costeira, reforçar e reformular as ações regionais criando Centros de Operação Regionais (COR), um para cada Segmento Costeiro, com atribuições semelhantes às do COR-Rio, com as funções de coordenar ações de Defesa Civil, receber e repassar ao INEA informações ambientais da respectiva área de cobertura, incluindo manutenção da rede de monitoramento; apoiar os municípios necessitados; divulgar informes à população sobre eventos extremos, incluindo ressacas e maré meteorológica.
- Organização de cursos de capacitação ou de atualização em temas relacionados ao ambiente costeiro direcionado a profissionais dos órgãos ambientais, estaduais e municipais.
- Criação ou adaptação de cursos técnicos de nível médio e pós-médio localizados no ERJ que contemplem hidrologia, oceanografia, meteorologia, hidrografia e geomorfologia.
- Incentivo e/ou ampliação da formação de professores para Educação Fundamental em temas relacionados ao ambiente costeiro nas IES do estado (UERJ, UENF, UEZO).
- Fomento a projetos de pesquisa e de formação de pessoal técnico para temas costeiros.

Medidas de levantamento de dados técnicos e de conhecimento científico

- Garantia de apoio logístico, operacional, financeiro e político para a realização do levantamento geodésico da ZCFI, incorporando a parcela submersa (mar territorial) e a parcela emersa, visando a elaboração de um MDT.
- Implantação de Rede Estadual de Monitoramento Costeiro (REMC), que contemple, de forma integrada, o monitoramento meteorológico, oceanográfico, geomorfológico, e geológico nos diversos segmentos costeiros do ERJ, capacitar instituição para efetuar o tratamento e a interpretação dos dados coletados, divulgar as informações obtidas.
- Condução de mapeamento e cubagem de jazidas de areias ao longo da costa fluminense, para fins de utilização em engordamentos artificiais de praias.

Medidas a serem tomadas com as comunidades e/ou grupos específicos

- Identificação da população residente em áreas de risco (encostas, restingas, pontais de praia, calhas de rios, estuários e baías, manguezais), suscetíveis a deslizamentos, inundação ou erosão.
- Verificação da resiliência da rede de esgotamento sanitário em caso de elevação transiente do nível do mar (maré meteorológica). O mesmo para os demais serviços públicos afins.
- Estabelecimento de linhas de financiamento à população afetada por desastres naturais.

Medidas que envolvem intervenção física

- Estabelecimento de novas rotas de navegação nas baías e lagoas fluminenses, como medida emergencial de alternativa de transporte em caso de inundação de vias públicas.
- Inspeções periódicas da integridade física dos emissários submarinos.
- Realização de dragagem de portos e de canais de acesso, com aproveitamento das areias dragadas.
- Construção ou manutenção de diques de proteção contra inundação ao longo de estuários e baixadas.
- Manutenção de embocaduras lagunares e retornar a areia à praia.
- Engordamento de praias sujeitas a erosão ou onde seja inviável a remoção de benfeitorias.
- Construção de muros de proteção costeira capazes de resistir à ação das ondas.
- Alteração de cotas de estradas estaduais que sejam inundadas ou construir proteção adequada para aquelas localizadas muito próximas ao mar ou deslocar eixo da estrada.