

IMPACTOS E RISCOS DA VARIABILIDADE CLIMÁTICA NO SETOR PORTUÁRIO



Fonte site ANTAQ

Produto 1.2 – Revisão Metodológica

WayCarbon

Elaborado por:

WayCarbon

Essa publicação foi realizada por uma equipe formada por consultores independentes sob a coordenação da Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável, por meio do projeto Apoio a Brasil na Implementação da sua Agenda Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (ProAdapta).

Este projeto foi pactuado no âmbito da Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável, por meio da parceria entre o Ministério do Meio Ambiente do Brasil e a Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ), no âmbito da Iniciativa Internacional para o Clima (IKI, sigla em alemão), do Ministério Federal do Meio Ambiente, Proteção da Natureza e Segurança Nuclear (BMU, sigla em alemão).

Todas as opiniões aqui expressas são de inteira responsabilidade dos autores, não refletindo necessariamente a posição da GIZ e do MMA. Este documento não foi submetido à revisão editorial.

MMA

Secretaria de Clima e Relações Internacionais (SCRI)
Departamento de Clima

EQUIPE TÉCNICA – GIZ

Ana Carolina Câmara (Coordenação)
Eduarda Freitas (Assessora Técnica)
Pablo borges (Assessor Técnico)

EQUIPE TÉCNICA – ANTAQ

Superintendência de Desempenho, Desenvolvimento e Sustentabilidade – SDS
José Renato Ribas Fialho
Gerência de Desenvolvimento e Estudos – GDE
José Gonçalves Moreira Neto
Gerência de Meio Ambiente e Sustentabilidade – GMS
Auxiliadora do Rego Borges

Equipe INPE

Jean Ometto
Lincoln Alves

Ministério do Meio Ambiente

Esplanada dos Ministérios, Bloco B, Brasília/DF, CEP 70068-901
Telefone: + 55 61 2028-1206

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

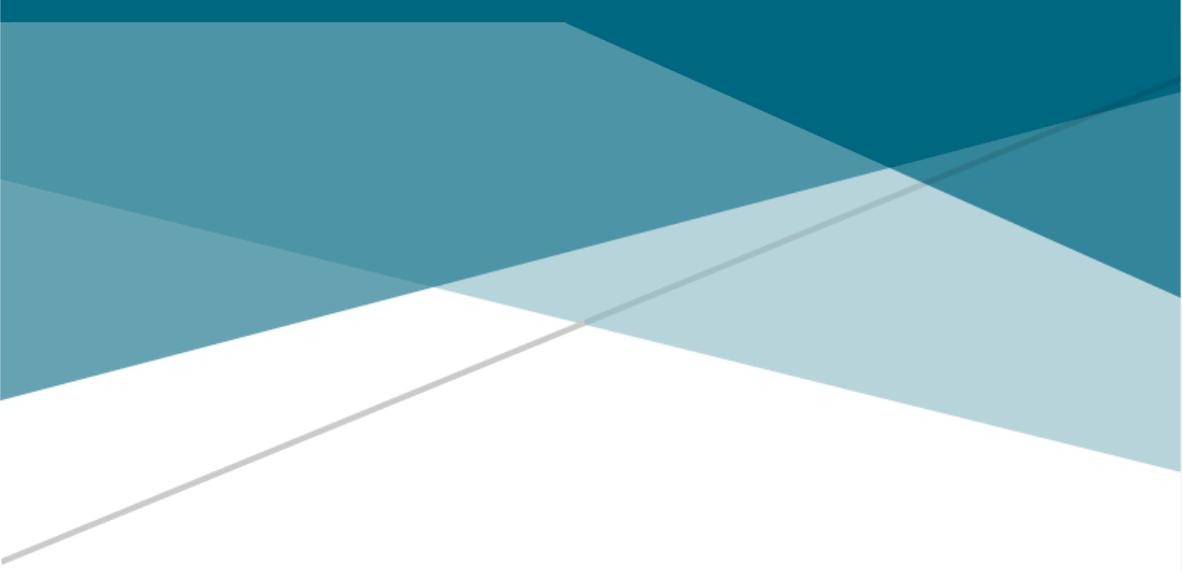
Sede da GIZ: Bonn e Eschborn
GIZ Agência Brasília
SCN Quadra 01 Bloco C Sala 1501
Ed. Brasília Trade Center 70.711-902 Brasília/DF
T + 55-61-2101-2170
E giz-brasilien@giz.de
www.giz.de/brasil

A encargo de:

Ministério Federal do Ambiente, Proteção da Natureza e Segurança Nuclear (BMU) da Alemanha

BMU Bonn:
Robert-Schuman-Platz 3 53175 Bonn, Alemanha
T +49 (0) 228 99 305-0
Diretora de Projeto:
Ana Carolina Câmara
T:+55 61 9 99 89 71 71
T +55 61 2101 2098
E ana-carolina.camara@giz.de

Brasília, setembro de 2020



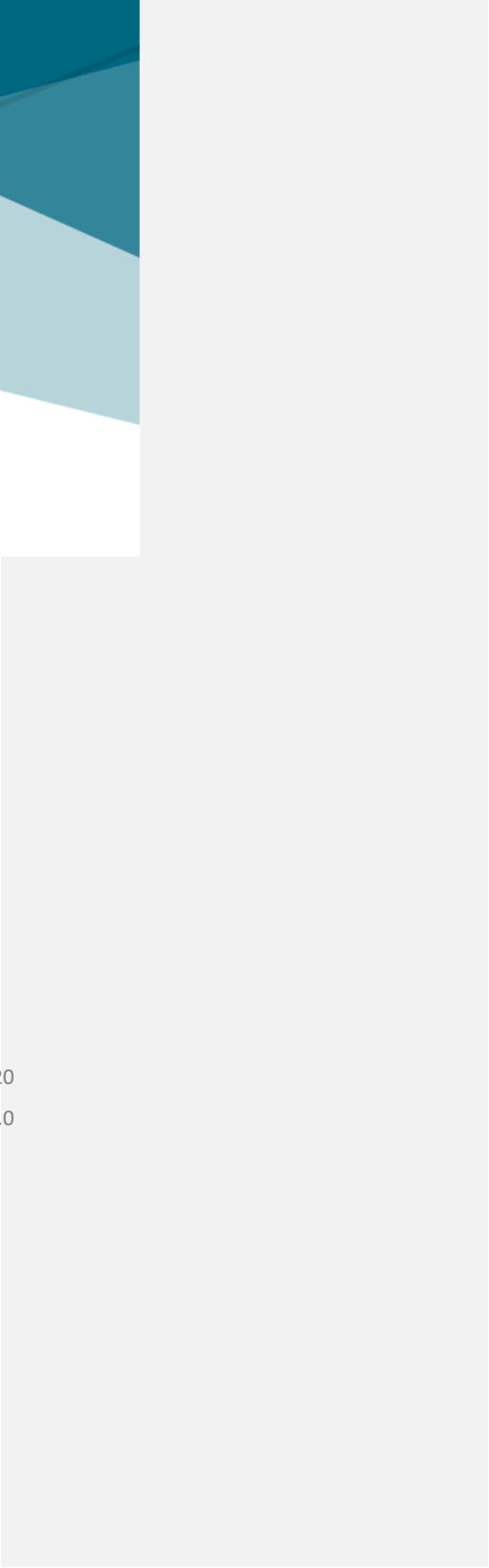
IMPACTOS E RISCOS DA VARIABILIDADE CLIMÁTICA NO SETOR PORTUÁRIO

P1.2 – Revisão Metodológica

Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável – GIZ no Brasil

Setembro– 2020

Versão 02.0





CLIENTE	
PROJETO	GIZ20A
ENTREGÁVEL	Produto 1 (P1.1) - Plano de trabalho
AUTORES	WAYCARBON Melina Amoni; melina.amoni@waycarbon.com Sergio Margulis; sergio.margulis@waycarbon.com Marina Lazzarini; marina.lazzarini@waycarbon.com Natalie Unterstell; natalieunterstell@gmail.com
COLABORADORES	GIZ Eduarda Freitas; eduarda.freitas@giz.de Pablo Borges; pablo.borges@giz.de Ana Carolina Camara; ana-carolina.camara@giz.de ANTAQ: Anderson Paz da Silva; anderson.paz@antaq.gov.br Alessandro Max Barros Bearzi; alessandro.ramalho@antaq.gov.br INPE: Linclon Alves; lincoln.alves@inpe.br

HISTÓRICO DO DOCUMENTO

Nome do documento	Data	Natureza da revisão
Produto 1_12AGO20 – V01	12/08/2020	Primeira versão para revisão
Produto 1_08SET20 – V02	08/09/2020	Segunda versão para revisão

Lista de Figuras

Figura 1 - Diferença entre as abordagens metodológicas utilizada pelo IPCC.....	10
Figura 2 - Gerenciamento de risco iterativo proposto pelo IPCC.....	11
Figura 3 – Processo de Tomada de DecisãoFonte: Elaborado a partir de IPCC (2014)	13
Figura 4 - Esquema de tomada de decisãoFonte: Elaborado a partir de Menezes & Unterstell (2015).....	15
Figura 5 - Processo de Gestão de Risco	19
Figura 6 – Processo de avaliação de risco para portos	20
Figura 7 – Fases da Análise de Decisão baseada na Gestão de Riscos	22
Figura 8 - Estrutura de gerenciamento adaptativo para aumento do nível do mar.....	23
Figura 9 - Estrutura de avaliação de riscos climáticos e da vulnerabilidade para as infraestruturas de transporte costeiro do Caribe.	24

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Resumo das metodologias	30
------------------------------------------	----



Sumário

1	INTRODUÇÃO	4
2	COMPREENDENDO A ANÁLISE DE RISCO CLIMÁTICO APRESENTADA PELO IPCC	8
3	ABORDAGENS PARA ANÁLISE DE RISCO CLIMÁTICO	14
3.1	ANÁLISE DE RISCO CLIMÁTICO PARA O SETOR PORTUÁRIO	18
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
5	REFERÊNCIAS	35
	ANEXO I - GLOSSÁRIO	37

1 INTRODUÇÃO

O Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) informa que a frequência e intensidade dos eventos climáticos extremos têm aumentado ao longo dos anos o que, por conseguinte, coloca todos os países em situação de maior vulnerabilidade aos impactos da mudança do clima (IPCC 2014). Até a década de 1970, o número de eventos extremos registrados globalmente não superou mais de 100 ocorrências anuais. Já nos últimos quarenta anos observou-se um crescimento gradual, totalizando mais de 500 ocorrências no ano de 2000. A curva que demonstra as perdas financeiras associadas aos extremos climáticos acompanhou essa tendência, com picos de prejuízos de US\$ 350 bilhões (CRED, 2014)

Desastres e eventos climáticos extremos podem impactar de forma contundente os sistemas socioeconômicos e naturais, e, por essa razão, programar ações de redução dos riscos climáticos é de grande importância. Ainda, a ocorrência de desastres geralmente imputa prejuízos na infraestrutura, ativos de alto valor que requerem investimentos de longo prazo, e os custos para sua recuperação estão entre os mais elevados.

O relatório especial do IPCC (2012) sobre “Gerenciamento de Riscos de Eventos Extremos e Desastres para Promover Adaptação à Mudança do Clima” (SREX) indica que as crescentes perdas econômicas relacionadas à mudança do clima e desastres são causadas, principalmente, por uma exposição cada vez maior de pessoas e de bens econômicos, em parte devido à urbanização não planejada ou ao crescimento da população em áreas sujeitas a riscos.

Os padrões de desenvolvimento influenciam diretamente nas variáveis de risco, a partir do momento que determinam o nível de exposição (desenvolvimento urbano em áreas costeiras de baixa elevação) e a vulnerabilidade (pobreza, estruturas econômicas, qualidade ambiental).

Vale ressaltar que, atualmente, estamos a 1,1°C acima da média da temperatura da Terra registrada no período pré-industrial (1850 a 1900). Parece pouco, mas 1°C já é o suficiente para promover transformações profundas nos sistemas naturais. Ainda, vale mencionar que os 20 anos mais quentes já registrados foram observados nos últimos anos, sendo que os anos compreendidos entre 2015 a 2019 ocupam os cinco primeiros lugares do *ranking* de acordo com a Organização Meteorológica Mundial (OMM). Vale ressaltar que o limite seguro para que as consequências do aumento da temperatura não se tornem catastróficas e irreversíveis, seria de 1.5°C acima dos níveis pré-industriais, como apontado pelo Relatório Especial elaborado pelo IPCC e publicado em 2018 (IPCC, 2018).

Commented [EF1]: LA - (Fonte??)

Commented [ML2R1]: @Natalie

Commented [EF3]: LA - (definir período pré-industrial).

Commented [MA4R3]: Definido

É importante apontar que a desejável estabilização da temperatura média global da superfície até metade deste século não implicará na estabilização de todos os aspectos do sistema climático, visto que cada um (mudança nos biomas, temperatura do oceano, mantas de gelo, reequilíbrio do carbono no solo) possui uma dinâmica própria. Dessa forma, a mudança do clima poderá ter efeito durante centenas a milhares de anos após a estabilização da temperatura global da superfície (IPCC, 2014). Esse cenário indica que tanto ações de mitigação para redução das emissões de GEE quanto ações de adaptação para o aumento da resiliência dos sistemas naturais e humanos são importantes para o enfrentamento da mudança do clima.

A elevação do nível do mar e o aumento de eventos extremos, como inundações, tempestades e ondas de calor, são alguns exemplos dos impactos da mudança do clima que irão afetar direta e indiretamente os sistemas sociais, ambientais e econômicos.

Nesse sentido, metodologias que avaliam os custos da ocorrência de desastres sobre a infraestrutura oferecem informações importantes para a tomada de decisão e desenvolvimento. Estudos sobre adaptação e perdas e danos relacionados com a mudança do clima (WARNER *et al.*, 2013; IPCC, 2014) indicam que abordagens “*business as usual*” para lidar com a mudança do clima são insuficientes. Transformações exigirão “mudanças profundas na maneira como pessoas e organizações se comportam” (PELLING, 2011).

O Brasil, no intuito de aumentar sua resiliência climática e realizar uma gestão do risco, elaborou o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA). O PNA surgiu como resposta aos desafios relacionados à identificação da gravidade dos impactos de eventos extremos, a análise da vulnerabilidade a esses possíveis impactos e com o objetivo principal de nortear os principais setores econômicos na elaboração de estratégias de adaptação.

No PNA, as zonas costeiras são áreas prioritárias para o desenvolvimento do país (BRASIL, 2016). Para além dos serviços ecossistêmicos que oferecem, essas áreas possuem alta ocupação urbana e desempenham importantes atividades econômicas tais como a exploração turística e imobiliária, a pesca, atividades industriais diversas e atividades portuárias. Portanto, a estratégia de identificar a exposição atual da zona costeira brasileira à mudança do clima assim como os principais riscos e impactos é um pré-requisito para a posterior proposição de diretrizes e ações necessárias ao desenvolvimento de sua resiliência climática.

A mudança do clima afetará diretamente as operações públicas e privadas, bem como o transporte nas áreas costeiras por meio de mudanças físicas como a elevação do nível do mar, inundações e aumento dos eventos de tempestade. A mudança do clima, irá ainda, afetar uma série de atividades adicionais relacionadas com o setor portuário e o ambiente costeiro,

incluindo mudanças químicas (acidificação do oceano, mudanças biológicas (habitat e distribuição de espécies), e a forma como os seres humanos utilizam dos recursos naturais. Tais alterações terão consequências financeiras e de uso humano consideráveis em torno dos portos, como: expansão e manutenção das estruturas; saúde e segurança humana; turismo e recreação (por exemplo, pesca, observação de aves, observação de locais, etc.); saúde geral do ecossistema que fornece estes serviços ao ser humano (MESSNER *et al.*, 2013).

Os conhecimentos acerca dos impactos da mudança do clima sobre as zonas costeiras brasileiras, em especial, sobre seus portos, são pontuais e dispersos. A carência de dados consiste na maior dificuldade para a compreensão das vulnerabilidades dessas regiões, em especial, sobre os impactos da mudança do clima (BRASIL, 2016). No que concerne a exposição das infraestruturas portuárias aos riscos climáticos, o Programa Brasil 2040 da Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (SAE-PR) revelou que essas já se encontram expostas a impactos, e reconhecem como alta a vulnerabilidade atual dos portos brasileiros (BRASIL, 2014). Um outro estudo, *The economics of climate change in Brazil: costs and opportunities* (MARGULIS & DUBEAUX, 2011) quantificou um valor estimado de riscos para a infraestrutura e propriedades que varia entre R\$136 e R\$207,5 bilhões, considerando o pior cenário de elevação do nível do mar e eventos meteorológicos extremos ao longo da costa brasileira.

Ainda vale a pena destacar que os portos são um ponto crítico de interseção do comércio global e, em alguns casos, são altamente vulneráveis ao aumento do nível do mar e eventos extremos de precipitação. Essa vulnerabilidade poderá implicar em danos e prejuízos consideráveis, tendo em vista que aproximadamente 75% de todo o comércio global, por peso, ocorre por meio do transporte marítimo e, por valor, esse meio de transporte representa 59% (MESSNER *et al.*, 2013). De acordo com a Federação Nacional das Empresas Aquaviária (FENAVEGA, 2019), o setor portuário brasileiro representa cerca de 95% da corrente de comércio exterior que passa pelo país e movimentada, em média, 293 bilhões de reais, anualmente, o que representa 14,2% do PIB brasileiro. Além disso, o setor é responsável pela geração de 120 mil empregos diretos e indiretos.

Tendo em vista a relevância do setor portuário para a economia brasileira, e as incertezas existentes sobre o impacto da mudança do clima nesse setor, faz-se importante o desenvolvimento de uma análise de risco como forma de compreender os riscos atuais e futuros aos quais o setor portuário está exposto, e consequentemente os prejuízos envolvidos em caso de concretização desses riscos. Nesse sentido, o presente documento (Produto 1.2) tem por objetivo apresentar algumas das diversas abordagens e aplicações existentes para análise de risco climático que se aplique ao setor portuário. A partir dessa análise, será possível



embasar a aplicação da metodologia de risco climático que corresponda às necessidades e características do setor portuário brasileiro para análise de risco e, conseqüentemente, auxiliar na construção da resiliência desse setor frente aos impactos das mudanças do clima.

2 COMPREENDENDO A ANÁLISE DE RISCO CLIMÁTICO APRESENTADA PELO IPCC

Previamente à apresentação das abordagens de análises de vulnerabilidade climática e risco climático existentes para o setor portuário, faz-se importante a compreensão dos conceitos envolvidos nos diferentes processos de análise.

Segundo o IPCC (2014), a vulnerabilidade à mudança do clima pode ser medida em função da sensibilidade ou susceptibilidade a danos e da capacidade adaptativa. Isto é, a vulnerabilidade refere-se a propensão de uma população, sistema ou ativo a ser adversamente afetado devido a sua susceptibilidade para sofrer danos por suas características intrínsecas ou de contexto e a sua capacidade adaptativa ou falta de capacidade para suportar a situação adversa.

A *International Standards Organization (ISO) 31000 (2009)* define risco como o efeito da incerteza nos objetivos. O risco é função da capacidade de uma ameaça explorar efetivamente uma determinada vulnerabilidade. A abordagem para tomada de decisão sobre adaptação recomendada pelo IPCC é a gestão de risco iterativo, principalmente através da adaptação, mas também através da resiliência e do desenvolvimento sustentável informado por uma compreensão dos impactos e da vulnerabilidade.

O risco¹ climático pode ser entendido, portanto, como a probabilidade da ocorrência de um evento climático multiplicado pelas consequências dos impactos desta ameaça. Ele também pode ser compreendido como o potencial para consequências adversas sobre vidas, saúde, ecossistemas, bens econômicos, sociais e culturais, serviços e infraestruturas (IPCC, 2014). Um risco climático depende tanto de fatores climáticos, como de decisões (intencionais ou não) de atores sobre sistemas sócio-econômico-ambientais. Ressalta-se que decisões inadequadas podem acarretar consequências sistêmicas prejudiciais a resiliência de um sistema específico após um evento extremo.

A compreensão desses dois conceitos é fundamental visto que, muitas vezes, ocorrem equívocos na utilização deles. Esses equívocos podem estar relacionados com as diferentes abordagens metodológicas apresentadas pelo IPCC. Isso porque, no Quarto Relatório de

¹ A palavra risco pode caracterizar, em algumas línguas, como no inglês, por exemplo, ao mesmo tempo o verbo dano e o substantivo acaso, com sentidos negativos e positivos. A análise de problemas aplica o risco como substantivo (em risco), enquanto o gerenciamento do risco aplica o risco como um verbo (o risco de). Para riscos simples, essa transição é direta por causa da concordância que envolve os valores, mas em situações complexas, o risco como um problema e como uma oportunidade pode competir entre si e levar à paralisia da ação. Por exemplo, opções de adaptação desconhecidas que parecem ser arriscadas, forçarão uma comparação entre o risco de má adaptação e futuros riscos climáticos, ecoando a armadilha de riscos onde problemas e soluções entram em conflito.

Avaliação (AR4, 2007), o IPCC trata a análise de vulnerabilidade como um resultado da interação entre a exposição, compreendida como a variável climática, e a sensibilidade, definida como o nível em que um sistema é afetado, tanto negativa como benéficamente, pela variabilidade climática, sendo essa interação capaz de gerar um impacto potencial, que pode ser reduzido pela capacidade de adaptação. Em outras palavras, a vulnerabilidade é uma função da característica, magnitude e dimensão da mudança do clima e das variações as quais um sistema está exposto, sua sensibilidade, e suas capacidades adaptativas.

Já no Quinto Relatório de Avaliação (AR5, 2014), o IPCC substitui a análise de vulnerabilidade pela análise de risco. Assim, o risco é resultado da interação entre a ameaça climática, a exposição de sistemas naturais, humanos e econômicos e suas características de vulnerabilidade (BOX1). Ao migrar para a abordagem de risco o IPCC reconhece que (1) uma ampla fração dos impactos são originados por ameaças climáticas; (2) encoraja esforços para determinar as probabilidades de uma potencial consequência se materializar como parte da análise de risco; (3) contribui para a integração de pesquisas e profissionais da Adaptação à Mudança do Clima (AMC) e da Redução de Risco de Desastres (DRR) e (4) entende a vulnerabilidade como um componente para a materialização do risco.

BOX1

SAIBA MAIS.:

VULNERABILIDADE: A vulnerabilidade à mudança do clima pode ser medida em função da sensibilidade ou susceptibilidade a danos e da capacidade adaptativa (IPCC, 2014).

CAPACIDADE ADAPTATIVA: compreende a habilidade dos sistemas, instituições, seres humanos, e outros organismos, de ajustar a possíveis danos, de saber aproveitar as oportunidades ou de responder às consequências (IPCC, 2014). Segundo Fritzsche et al. (2014), as dimensões-chaves da capacidade adaptativa são:

- **Conhecimento:** existem conhecimentos ou habilidades que podem ajudar na adaptação? Além dos conhecimentos científicos, devem ser considerados os conhecimentos locais.
- **Tecnologia:** existe acesso a tecnologias que aumentem a capacidade adaptativa?
- **Instituições e Organizações:** como o marco institucional e organizacional contribui para ampliar ou reduzir a capacidade adaptativa?
- **Economia:** quais recursos econômicos e financeiros existentes que podem melhorar a capacidade adaptativa ou ajudem a implementar medidas de adaptação?

EXPOSIÇÃO: Envolve a presença de pessoas, formas de subsistência, espécies ou ecossistemas, funções ambientais, serviços, recursos, infraestrutura ou ativos econômicos, sociais ou culturais em locais e ambientes que podem ser adversamente afetados (IPCC, 2014).

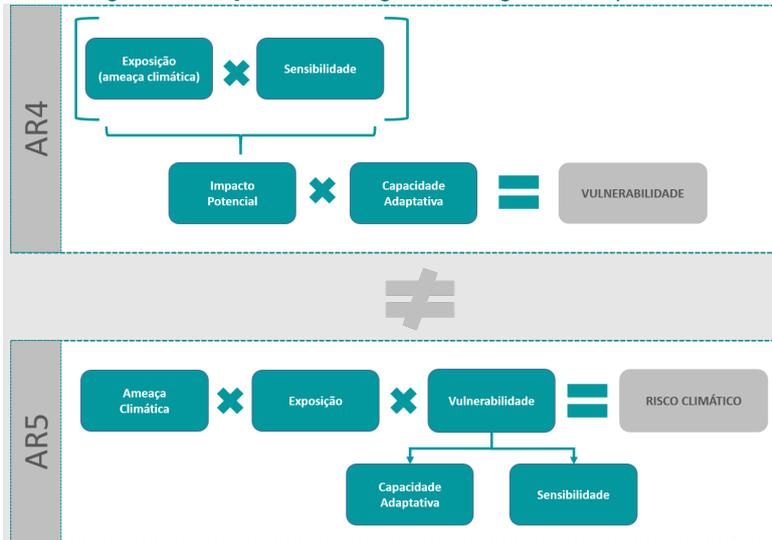
AMEAÇA: Ocorrências potenciais de um evento natural ou impacto físico ou tendência a estes que podem causar danos

Fonte: (IPCC, 2014).

A diferença entre essas duas abordagens metodológicas pode ser compreendida pela **Error!**

Reference source not found. a seguir:

Figura 1 - Diferença entre as abordagens metodológicas utilizada pelo IPCC



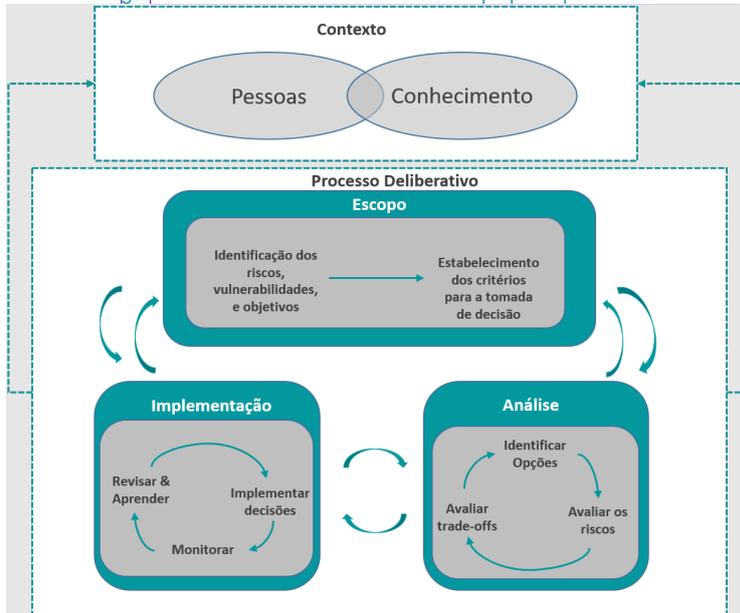
Fonte: Elaborado a partir de IPCC (2014) & IPCC (2007)

Deste modo, uma metodologia possível para a identificação da vulnerabilidade consiste no ajuste da terminologia de Índice de Vulnerabilidade para Índice de Risco Climático. No geral, a análise trata de medir os riscos de ocorrerem impactos negativos por causa de eventos climáticos, dadas as condições físicas e socioeconômicas locais prevaletentes. Quanto mais intenso for o evento, o risco será maior, ao passo que será menor quando as condições de recursos técnicos e financeiros, infraestrutura, qualidade ambiental, entre outras, forem boas.

A partir da compreensão dos elementos envolvidos na avaliação do risco climático é possível partir para a avaliação de fato. Segundo o IPCC (2014), lidar com os riscos climáticos envolve tomadas de decisões em um mundo em mudança, com incertezas contínuas sobre a gravidade e tempo dos impactos da mudança do clima, e com limitações da eficácia das medidas de adaptação.

Para tomadas de decisões, em situações complexas, caracterizadas por grandes consequências potenciais, incertezas persistentes, prazos, potencial de aprendizado e múltiplas influências climáticas e não climáticas que mudam ao longo do tempo, o gerenciamento de risco iterativo se constitui em uma estrutura útil (IPCC, 2014). Nesse sentido, visto as incertezas da mudança do clima e as incertezas dos impactos dela sobre o setor portuário, e, conseqüentemente, a dificuldade das tomadas de decisões em relação aos riscos climáticos, faz-se importante que o processo de adaptação à mudança do clima seja um processo iterativo de gerenciamento de riscos com *feedbacks* múltiplo (Figura 2).

Figura 2 - Gerenciamento de risco iterativo proposto pelo IPCC



Fonte: Adaptado de IPCC (2014).

Commented [EF5]: AP - Não dá para ler direito. Bom explicar também cada compartimento geral

Commented [MA6R5]: Imagem alterada e inserimos 1 parágrafo abaixo com explicações.

O gerenciamento de risco apresentado pelo IPCC (2014) é composto, basicamente, por 3 etapas: Escopo, Análise e Implementação. O escopo envolve a identificação dos riscos, das vulnerabilidades, e dos objetivos, sendo esses objetivos definidos a partir do que se quer atingir, visto as vulnerabilidades e riscos de um determinado sistema. Ademais, após a identificação desses elementos, deve-se estabelecer os critérios para a tomada de decisão. Em seguida tem-se as etapas de análise e implementação. A etapa de análise consiste na avaliação dos riscos, dos trade-offs e na identificação das opções de adaptação tendo em vista os riscos apresentados. Na implementação, como o próprio nome indica, é a etapa onde ocorre a implementação das ações de adaptação propostas. Após implementadas, deve-se monitorar essas ações, bem como revisar e aprender. Observa-se que esse processo é um processo cíclico, o que indica a necessidade do mesmo de estar em constante melhoria e aperfeiçoamento, visto as incertezas envolvidas no sistema climático e em suas análises.

Apesar das incertezas que carregam, as projeções da mudança do clima fornecem informações valiosas se forem comunicadas de maneira eficiente aos usuários. Os tomadores de decisão estão habituados a lidar com informações incertas ou incompletas, mas precisam compreender melhor as fontes e o grau de incerteza envolvidos. A caracterização clara dos possíveis riscos

climáticos e da confiança nas suas projeções podem fornecer melhores bases para planejar e decidir sobre as medidas de adaptação necessárias

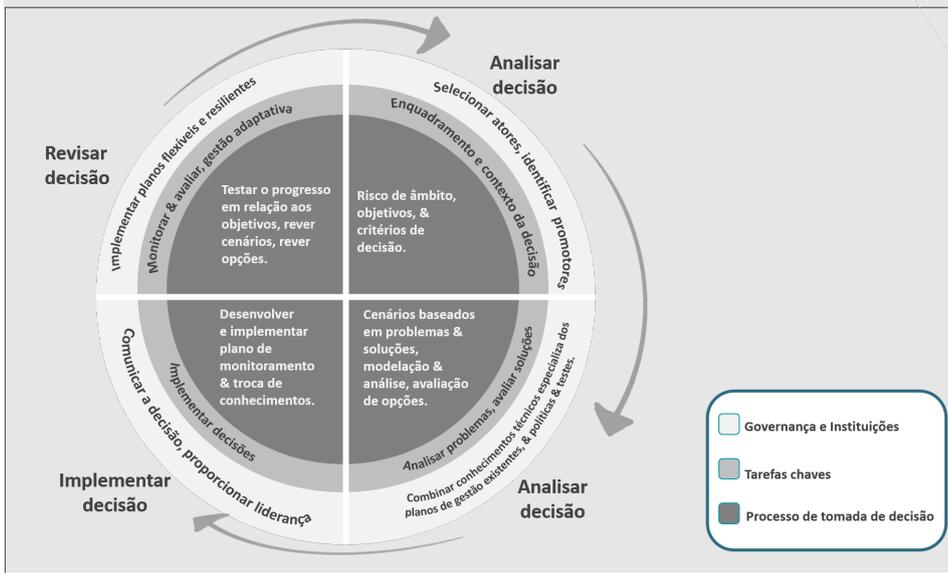
Nota-se que o gerenciamento de risco apresentado se constitui em um processo deliberativo, havendo, portanto, diálogo entre os diversos atores envolvidos. Isto é, o processo é interativo com múltiplos *feedbacks*, no qual pessoas e conhecimento moldam esse processo e seus resultados. Todo esse processo é composto, basicamente, por 3 etapas: Escopo, Análise e Implementação. O escopo envolve a identificação dos riscos, das vulnerabilidades, e dos objetivos, sendo esses objetivos definidos a partir do que se quer atingir, baseados nas vulnerabilidades e riscos de um determinado sistema. Após a identificação desses elementos, deve-se estabelecer os critérios para a tomada de decisão. Em seguida tem-se as etapas de análise e implementação.

A etapa de análise consiste na avaliação dos riscos, dos *trade-offs* e na identificação das opções de adaptação tendo em vista os riscos apresentados. No gerenciamento do risco, a avaliação da maior variedade possível de impactos potenciais, incluindo resultados de baixa probabilidade com grandes consequências, é fundamental para entender os benefícios e as compensações das ações alternativas de adaptação. Dada a complexidade das ações de adaptação, além da avaliação, o monitoramento e a aprendizagem são também componentes importantes de uma adaptação efetiva. Além disso, soluções que combinam ciência e tecnologia com conhecimento tradicional e aliam sistemas aprimorados de observação, monitoramento e alerta com educação e treinamento, bem como uma melhor comunicação, devem ser priorizadas.

Observa-se que esse processo é um processo cíclico, o que indica a necessidade do mesmo de estar em constante melhoria e aperfeiçoamento, visto as incertezas envolvidas no sistema climático e em suas análises.

O IPCC (2014) divide o processo de tomada de decisão em quatro etapas: (i) definição do escopo da decisão; (ii) análise da decisão; (iii) decisão de implementação; (iv) revisão da decisão. Estes estágios delineiam características institucionais, de liderança, conhecimento e informações em cada um deles.

Figura 3 – Processo de Tomada de Decisão



Commented [EF7]: AP - Aumentar o diagrama do lado esquerdo e reduzir a tabela do lado direito, podendo esta vir abaixo. O contraste entre as 3 cores também não ficou nítido

Commented [MA8R7]: Trocamos a imagem.

Fonte: Elaborado a partir de IPCC (2014)

A seguir será apresentado as diferentes abordagens existentes na literatura para a realização da análise de risco climático no setor portuário. Destaca-se que essas abordagens devem ser entendidas como uma parte do processo de gerenciamento de risco apresentado acima, uma vez que focam em como identificar os riscos atuais e futuros que o setor portuário está e estará exposto.

3 ABORDAGENS PARA ANÁLISE DE RISCO CLIMÁTICO

A análise de risco climático, de modo geral, pode ser conduzida seguindo duas abordagens: *Top-Down* ou *Bottom-up*. Segundo o IPCC (2104), a abordagem *Top-down* é uma abordagem de impacto de cenário que consiste em projeções climáticas em escala reduzida, avaliações de impacto e formulação de estratégia e opções. Em outras palavras, essa abordagem parte das projeções do modelo climático, abrangendo as múltiplas projeções para avaliar as faixas de incerteza envolvidas em situações futuras, para avaliar os impactos resultantes da mudança do clima. Já a abordagem *Bottom-up* parte da escala local, envolvendo a identificação de vulnerabilidades, sensibilidades e limiares para setores ou comunidades específicas (IPCC, 2014).

As avaliações *Top-down* são consideradas necessárias para entender os cenários da mudança do clima que geram os riscos climáticos. Por outro lado, as avaliações *Bottom-up* ao partir do contexto local permite a identificação dos fatores que tornam os sistemas em análise mais vulneráveis aos riscos climáticos. De forma geral, a análise *Bottom-up* tende a priorizar os elementos presente no sistema em análise baseando-se nos fatores de vulnerabilidade, em contrapartida a análise *Top-down* tende a priorizar aqueles mais expostos aos riscos climáticos (IPCC, 2014). Destaca-se que as duas abordagens enfrentam o desafio de caracterizar o efeito das mudanças do clima em sistemas complexos, sendo interessante a utilização das duas em conjunto (CONWAY *et al.*, 2019), aproveitando os pontos positivos de cada uma. Além disso, o IPCC (2014) aponta que a combinação das duas abordagens fortalece o planejamento e a implementação da adaptação.

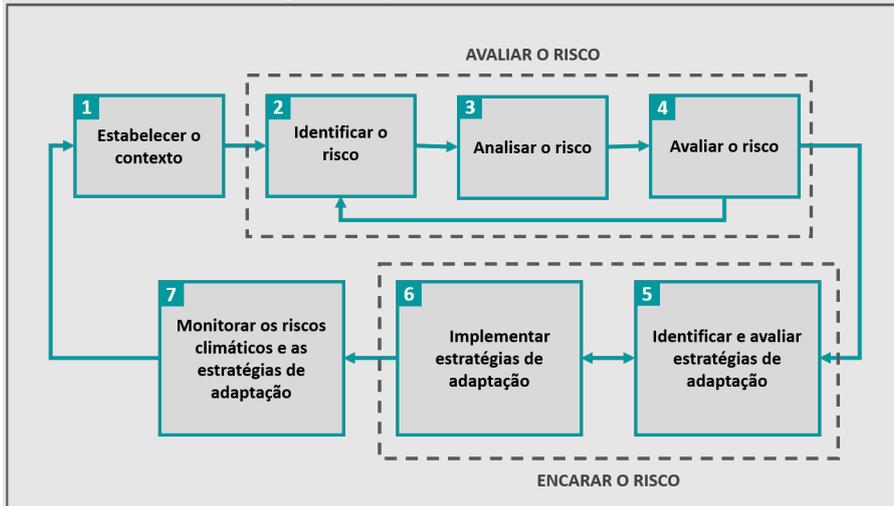
Tendo em vista as abordagens apresentadas e as diferentes metodologias de análise de risco climático, serão apresentadas, a seguir, alguns exemplos (não exaustivos), utilizados no contexto internacional e nacional, a fim de apontar suas limitações, seus pontos fortes e fracos, bem como as abordagens utilizadas por elas.

De modo geral a análise de risco para a tomada de decisão pode ser compreendida sequencialmente, como no esquema elaborado por MENEZES & UNTERSTELL (2015) a seguir:

Commented [BPG89]: Infelizmente não encontrei na lista de referências

Commented [MA10R9]: Incluído.

Figura 4 - Esquema de tomada de decisão



Fonte: Elaborado a partir de Menezes & Unterstell (2015)

A seguir são resumidos os passos acima esquematizados.

1. Contexto

Estabelecer o contexto adequado e relevante para o processo de gestão de risco. Perguntas que podem guiar essa etapa:

- Qual é o risco ou riscos que gostaríamos de analisar?
- Quem ou o que está em risco?
- Como consequências e probabilidade podem ser medidas ou avaliadas?
- Quais são os principais fatores climáticos e não climáticos relevantes para um dado risco?
- Sobre que tipo de horizonte de tempo se quer considerar os riscos?
- Quais são os critérios de risco?
- Quem são os stakeholders (Partes interessadas)? Como devem ser envolvidos?

2. Avaliação do risco

A avaliação de risco consiste em três etapas, nas quais são identificados, analisados e avaliados os riscos.

2.1 Identificação

A primeira etapa da fase de avaliação do risco é a de identificação do risco, que consiste em encontrar, identificar e descrever os riscos. Esta etapa envolve a identificação de fontes de risco, áreas de impactos e suas causas e possíveis consequências. Esta fase deve incluir também considerações sobre vulnerabilidade, ameaças e exposição. A chave para esta fase é ser capaz de desenvolver ou identificar as relações causais entre as fontes de risco e as consequências.

A identificação pode envolver uma avaliação abrangente de todos os riscos climáticos que uma organização, setor ou sistema enfrenta, ou pode ser a identificação de fontes de risco-chave relevantes para um determinado risco, o que levaria ao desenvolvimento de um modelo causal, ou ajudaria na seleção de um modelo causal que ajude a analisar os riscos. Pode não ser possível identificar todas as fontes de risco e as consequências. No entanto, é importante que este processo seja o mais abrangente possível. Comunicação e consulta a especialistas e Partes interessadas são relevantes nesta fase.

A análise das observações do clima passado e registros de eventos climáticos que levaram a um dado [risco], também oferecem uma poderosa fonte de informação. Revisões de literatura e análises, resumindo os tipos de impactos que podem ser prováveis em um determinado setor ou sistema, podem constituir a base de uma fase preliminar de identificação de riscos.

Modelos Causais: Toda avaliação de riscos precisa de modelos causais que conectam fatores climáticos e não climáticos com os quais os riscos são gerados. Estes modelos variam entre modelos conceituais e numéricos. Aumentar as chances de sucesso da adaptação requer uma forte compreensão de como um dado sistema funciona em resposta à [variação de tendências (climáticas e não climáticas)] que podem gerar riscos. A compreensão desse sistema precisa ser representada sob a forma de um modelo causal que estabelece as relações e inter-relações entre essas variáveis, e como os riscos são gerados, e, assim, como podemos intervir com ações de adaptação bem escolhidas para minimizar as ameaças e maximizar as oportunidades. Estes modelos causais podem ser modelos conceituais qualitativos relativamente simples, ou modelos quantitativos numéricos das relações causais altamente complexos, mas que representam processos e relações em termos numéricos. A construção desse modelo conceitual pode se dar através de sessões de brainstorming, workshops e outras atividades, de modo a contar com a experiência, insights e o conhecimento coletivo. As informações assim coletadas desempenham um papel crucial em toda a avaliação do risco climático, e não devem ser vistas como contendo pouco valor. Por outro lado, modelos para entender como funciona um sistema e principalmente [relações de dose-resposta] não dão todas

Commented [BPG11]: Me parece um pouco confuso os termos. No meu entendimento, o que já aconteceu é "impacto" e o que pode acontecer é "risco". Mas como isso é uma definição segundo MENEZES & UNTERSTELL (2015), então eu acho que pode deixar assim.

Commented [MA12R11]: A referência aqui é de formação de risco: ao longo do tempo, por meio da mudança nas probabilidades, os níveis de risco também se alteram.

Commented [BPG13]: São as "cadeias de impacto"?
Se for "cadeias de impacto" eu sugiro deixar mais claro a importância prática desse tipo de análise. As cadeias de impacto ajudam a identificar, entender, sistematizar e priorizar quais, e como, as ameaças climáticas impactam um sistema. Além disso, esta avaliação ajuda as partes interessadas envolvidas a identificar e priorizar os parâmetros climáticos, socioeconômicos e biofísicos que desempenham um papel na estimativa de risco.

Eu sugiro dar uma verificada na figura 4 do "Guidelines for Climate Impact and Vulnerability Assessments". E talvez citar esse documento.
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/guidelines_for_climate_impact_and_vulnerability_assessments.pdf

Commented [MA14R13]: O termo advindo do IPCC é modelo causal. "Causal models"

Commented [BPG15]: "variação de tendências" ficou um pouco estranho. Acho que só "variações de variáveis..." é suficiente.

Commented [MA16R15]: São termos diferentes.

Commented [AP17R15]: Ainda concordo com o Pablo em relação ao termo mais adequado

Commented [BPG18]: O que seria isso?

Commented [MA19R18]: É o termo econômico que define quanto de adaptação (dose) fará efeito (resposta) conforme desejado. Ver https://www.iis-rio.org/wp-content/uploads/2019/10/Economia_do_clima.pdf para questões de adaptação.

as respostas e soluções para os problemas da adaptação. Em vez disso, fornecem informações que podem ser usadas para informar um processo de tomada de decisão sobre quais riscos climáticos é preciso intervir – durante a fase de avaliação dos riscos – e a eficácia de várias estratégias de adaptação que podem ser avaliadas contra uma série de critérios na fase de avaliação da adaptação no processo de gestão de riscos.

2.2 Análise

Com os riscos identificados, a próxima etapa é gerar informações sobre quais dos vários riscos podem ser analisados e compreendidos. Isso envolve considerar as causas e fontes de risco, determinar as suas consequências negativas e positivas, e sua probabilidade. A combinação das consequências e probabilidade determina o nível (ou a importância) do risco em alto, médio ou baixo. A sofisticação da abordagem adotada dependerá de uma série de fatores, incluindo o tamanho e natureza do(s) risco(s) ou problema de adaptação, os recursos disponíveis, experiência, disponibilidade de informações e dados. Os métodos disponíveis variam. Por exemplo, uma análise qualitativa das informações existentes, um levantamento da literatura científica disponível sobre eventuais mudanças no clima, conselhos profissionais, análise quantitativa com base em modelagens de impactos climáticos (onde existir modelos adequados e aplicáveis). Independentemente da abordagem utilizada para gerar as informações sobre as quais as consequências e probabilidades são determinadas, é importante que todas as análises forneçam indicações sobre e considerações quanto às fontes de incerteza, juntamente com quaisquer advertências associadas aos métodos utilizados para gerar a informação, e, assim, o nível de confiança que pode ser associado à análise das consequências e probabilidades.

2.3 Avaliação

Uma vez analisados os riscos, a próxima etapa é avaliar o que fazer; se houver o que fazer. Perguntas:

- Uma ação é necessária?
- Precisamos adaptar?
- Se precisarmos agir, em que momento devemos agir?

A fase de avaliação informará o estágio de tratamento/enfrentamento dos riscos, e consiste em comparar os resultados da análise de risco e o nível de risco em função dos critérios de risco ou de tomada de decisão determinados no início do processo, quando se estabeleceu o contexto para o processo de gestão de risco. Riscos avaliados como sendo significativos não são simplesmente por uma combinação de dois componentes elevados, consequências e probabilidade. Por exemplo, a análise de risco de um determinado evento pode atribuir uma

Commented [BPG20]: Novamente me parece confuso. Risco é o produto final. No meu entendimento, primeiro se levanta os impactos. Depois identifica-se as causas (climáticas, biofísicas, socioeconômicas) que levaram ao impacto. Com isso coleta-se dados sobre as variáveis que causam o impacto. Combina esses dados e desenvolve índices de Risco que devem ser representativos aqueles impactos. O Risco é o resultado de um modelo que busca representar a chance de um impacto acontecer.

Commented [MA21R20]: Está alinhando com a metodologia descrita advinda do AR5 do IPCC. O impacto é a materialização do risco identificado. OU seja, o risco trabalha com a probabilidade.

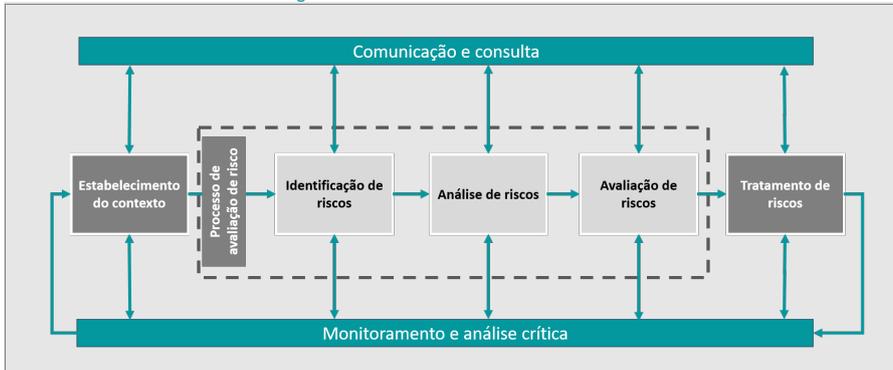
baixa probabilidade, mas com consequências muito significativas, se acontecer. Uma organização ou setor, ou em torno de um sistema, pode-se decidir que este risco é muito grande para ser suportado, e então se decide enfrentá-lo, ou pelo menos explorar formas em que podem ser tratados. Este ponto serve para destacar que os resultados de uma análise precisam ser analisados, interpretados e avaliados com cautela. Os resultados de uma análise de risco podem ser usados para se tomar a decisão de que são necessárias mais informações, e que mais pesquisas ou mais recursos devam ser consagrados aos riscos prioritários, e pode até levar a diferentes perguntas. Também é possível que os resultados de uma análise de risco identifiquem novos riscos conectados (LEMPERT, 2012).

3.1 ANÁLISE DE RISCO CLIMÁTICO PARA O SETOR PORTUÁRIO

A adaptação à mudança do clima está estritamente relacionada à um determinado contexto, sendo essencial uma investigação adequada do local anteriormente a proposições de ações, isto é, ações de adaptação não podem ser adotadas antes da compreensão do espaço a ser investigado. Tal investigação envolve uma análise dos riscos climáticos que esse sistema está e estará exposto no futuro.

McEvoy & Mullett (2013) no documento *“Enhancing the resilience of seaports to a changing climate”* apontam que os portos geralmente operam um sistema de gerenciamento de risco, podendo esse gerenciamento ir ao encontro ou não da norma ISO 31.000 de Gestão de Riscos que fornece uma abordagem estruturada para a gestão de risco empresarial. Tal processo de gestão de risco apresenta basicamente as seguintes fases: (i) Comunicação e consulta; (ii) Monitoramento e análise cíclica; (iii) Estabelecimento do contexto; (iv) Processo de avaliação de riscos (Etapas de identificação, análise e avaliação); (v) Tratamento do risco (Figura 5). Ressalta-se que, da mesma forma que a metodologia do AR5 do IPCC se baseia em um processo cíclico e participativo isso também ocorre no processo apresentado pela norma, sendo ainda, indicado por essa como um princípio.

Figura 5 - Processo de Gestão de Risco



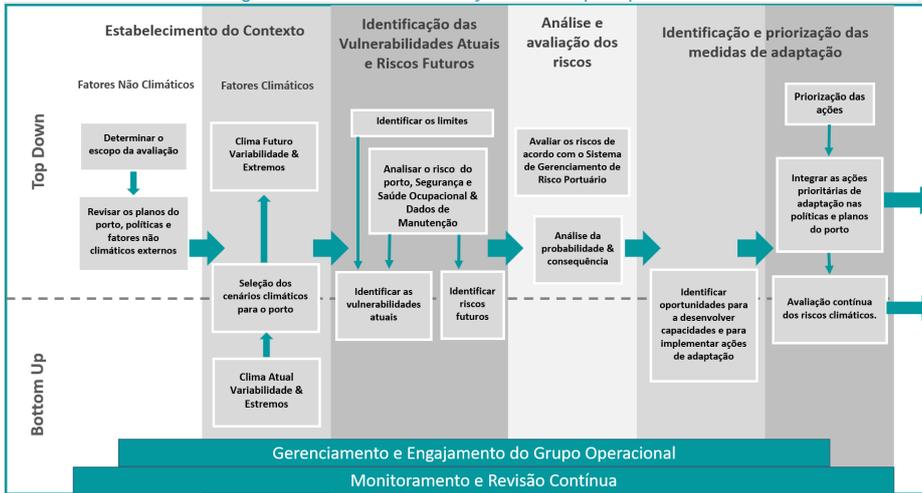
Fonte: Elaborado a partir da ISO 31000:2009.

Ainda segundo McEvoy & Mullett (2013) a utilização dessa abordagem deve servir como base para incorporar as vulnerabilidades atuais a eventos extremos, bem como considerar os impactos climáticos futuros por meio de uma abordagem híbrida, isto é, considerando a abordagem *top-down* e *bottom-up*. Segundo os autores, essa abordagem híbrida aborda duas das principais barreiras para uma adaptação eficaz: inconsistência nos horizontes de planejamento e a incerteza das projeções climáticas futuras de uma área específica

De forma geral, a incerteza inerente das projeções climáticas futuras, especialmente no nível local, muitas vezes, faz com que os tomadores de decisão adiem as ações de enfrentamento aos impactos da mudança do clima até que se tenha mais certeza nas projeções. Sendo assim, a utilização da avaliação híbrida para abordar as vulnerabilidades atuais é uma forma de superar essa inércia dos tomadores de decisão (McEVOY & MULLETT, 2013).

A metodologia proposta no estudo referenciado é composta basicamente por 5 etapas: (i) Começando: Suporte Executivo; (ii) Estabelecimento do contexto do porto; (iii) Identificação das vulnerabilidades atuais e riscos futuros; (iv) Análise e avaliação dos riscos; (v) Identificação e priorização das medidas de adaptação; (vi) Monitoramento e avaliação (Figura 6).

Figura 6 – Processo de avaliação de risco para portos



Fonte: Elaborado a partir de McEvey & Mullett (2013)

É importante apontar que outros estudos da literatura internacional também apresentam elementos da norma ISO 31.000 apontando a importância dela na gestão do risco. Como no caso de Messner & Reub (2013) em “*Climate change and sea level rise impacts at Ports and a consistent methodology to evaluate vulnerability and risk*” e Mansouri, Nilchiani, Mostashari (2010) em “*A policy making framework for resiliente port infrastructure systems*”.

Em “*Climate change and sea level rise impacts at Ports and a consistent methodology to evaluate vulnerability and risk*”, para identificar a classificação dos riscos dos sistemas portuários frente à mudança do clima, os autores utilizaram a metodologia básica de gestão de risco, na qual o risco é resultado da probabilidade multiplicado pelo impacto. Para isso, os autores empregaram a Matriz de Risco, também conhecida como Matriz de Probabilidade e Impacto, ferramenta utilizada no processo de gerenciamento de risco, recomendada pela ISO 31.000. Em comparação com a metodologia do AR5 do IPCC (2014), nota-se que existe uma equivalência entre as duas metodologias ao aproximar a variável probabilidade com a variável ameaça, e ao aproximar a variável exposição e vulnerabilidade com a variável do impacto, tendo assim, a classificação do risco.

O estudo explora uma estrutura de avaliação e tomada de decisão para a adaptação à mudança do clima. Tal estrutura de avaliação se divide em dois momentos: incorporação de informações históricas relevantes e projeções climáticas em uma estrutura de avaliação para determinação de vulnerabilidades, e incorporação de informações de risco financeiro relevantes para portos e transporte marítimo. Destaca-se que para a avaliação do risco financeiro, o estudo utilizou a

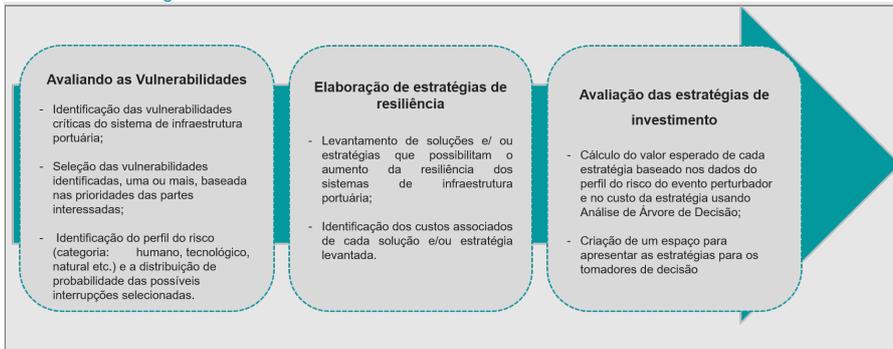
Análise de Serviços de Ecossistema Líquido (*Net Ecosystem Services Analysis - NESA*), estrutura importante que possibilita incorporar o conjunto completo de questões (sociais, econômico e ambiental) para a tomada de decisões ao quantificar custos e benefícios em uma variedade de tipos de uso da terra.

Messner & Reub (2013) destacam os riscos que a mudança do clima representa para os portos, em especial, a elevação do nível do mar, e apontam um método para avaliar e quantificar esses riscos de uma maneira compreensível e consistente. Para os autores, o primeiro passo essencial é avaliar as futuras faixas de nível do mar combinadas com as tempestades e retratar essas informações visualmente e espacialmente para que todas as partes afetadas - inquilinos portuários, autoridades municipais, operadores portuários e o público em geral - possam trabalhar com um entendimento comum para iniciar o planejamento de longo prazo necessário para se manter à frente dos crescentes problemas associados à mudança climática.

Já o estudo "*A policy making framework for resiliente port infrastructure systems*", aponta ferramentas importantes que auxiliam o setor portuário na análise de vulnerabilidade, desenvolvimento de estratégias de resiliência e avaliação dos investimentos dessas estratégias. Apesar do documento não possuir como foco principal a análise das vulnerabilidades frente às ameaças climáticas resultantes da mudança do clima, a metodologia apresentada se destaca por ter como objeto de estudo o setor portuário. Além disso, as ferramentas propostas são essenciais para auxiliar o setor na compreensão dos riscos pelos quais estão expostos, suas vulnerabilidades, e em como elaborar e adotar políticas para se tornar resilientes. Algumas ferramentas de gestão, e ferramentas de análise de tomada de decisão, já são utilizadas ou ao menos conhecidas, em sua maioria pelo setor, como por exemplo: Diagrama de Ishikawa, também conhecido como Diagrama Espinha de peixe, e Diagrama de Árvore de Decisão.

A estrutura de análise de decisão baseada em gerenciamento de risco apresentada por Mansouri, Nilchiani, Mostashari (2010) visa orientar os tomadores de decisão na identificação, análise e priorização dos riscos envolvidos nas operações do setor portuário, para então, definir formas de mitigar os riscos, planejar contingências e criar mecanismos para monitorar e controlar fatores de risco e ameaças ao sistema. Ademais, a estrutura também contribui para a avaliação do custo associados a falhas prováveis causadas por interrupção por simulação e modelagem, e do custo de investir em estratégias de resiliência. De forma geral, a estrutura de análise de risco baseada em gerenciamento de risco apresentada pelos autores consiste em três fases: (i) Avaliando as Vulnerabilidades; (ii) Elaboração de estratégias de resiliência; (iii) Avaliação das estratégias de investimentos" (Figura 7).

Figura 7 – Fases da Análise de Decisão baseada na Gestão de Riscos



Fonte: Elaborado a partir de Mansouri, Nilchiani, Mostashari (2010)

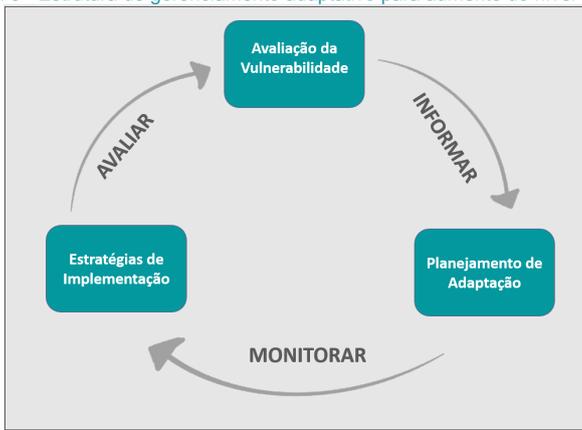
A primeira fase da estrutura envolve a identificação, análise, e a priorização das vulnerabilidades das operações dos sistemas de infraestruturas portuárias que podem ser traduzidas ao risco do sistema, por meio da utilização da metodologia clássica de avaliação de risco, o Diagrama de Ishikawa. A segunda fase, com base na primeira, define formas de mitigar o risco, plano de contingências, elabora mecanismos para um monitoramento e controle contínuo das ameaças aos sistemas, e concebe estratégias de resiliência, por meio da utilização da metodologia *bow tie* (gravata-borboleta). Já a terceira utiliza-se do Diagrama de Árvore de Decisão para avaliação do custo efetivo das estratégias elaboradas, e consequentemente, para adoção de uma política de investimento na infraestrutura sistema. A análise do custo efetivo das estratégias é feita por meio da comparação dos valores das alternativas com as consequências econômicas que o sistema enfrenta como resultado da falta de estratégias resilientes.

Ao analisar os pontos de correspondência da metodologia do IPCC com a metodologia apresentada por Mansouri, Nilchiani, Mostashari (2010), pode-se dizer que essa última apresenta ferramentas que podem auxiliar a realização das etapas propostas pelo IPCC, visto que permeiam a realidade da gestão do setor portuário.

No documento “*Sea Level Rise Vulnerability Assessment & Coastal Resiliency Report*” de Port of San Diego (2019) é proposto uma estrutura de gerenciamento adaptativo focada no aumento do nível do mar, e composta por três fases, sendo uma delas a avaliação da vulnerabilidade, seguido do planejamento de adaptação e das estratégias de implementação (Figura 8). Tal estrutura de planejamento promove um processo cíclico, no qual cada etapa pode ser continuamente aprimorada, indo ao encontro do que é proposto pela metodologia do IPCC (2014). Como parte da etapa da avaliação da vulnerabilidade tem-se: (i) Engajamento das

partes interessadas; (ii) Ciência do aumento do nível do mar (levantamento de estudos na área); (iii) Seleção das projeções do aumento do nível do mar; (iv) Mapeamento do aumento do nível do mar; (v) Sensibilidade e capacidade adaptativa; (vi) Análise dos impactos financeiros.

Figura 8 - Estrutura de gerenciamento adaptativo para aumento do nível do mar

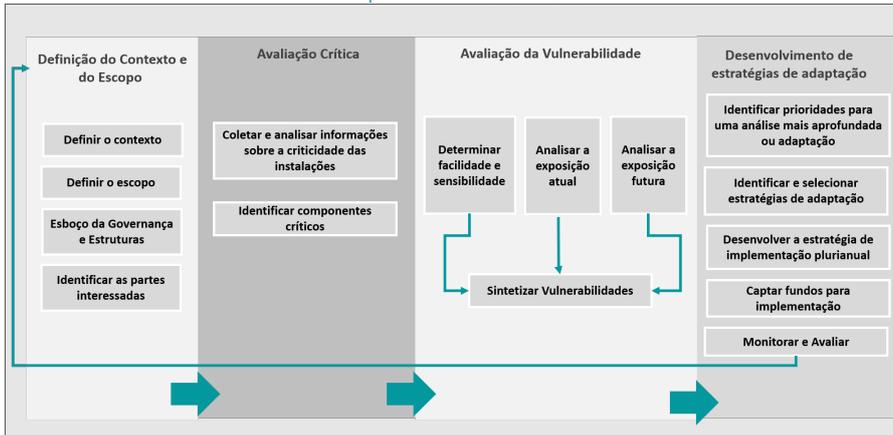


Fonte: Elaborado a partir de Porto of San Diego (2019)

A estrutura de gerenciamento adaptativo para aumento do nível do mar, apresentada acima, foi aplicada no Distrito Portuário Unificado de San Diego nos Estados Unidos. Vale a pena destacar que a gestão adaptativa não é um novo conceito científico e que o distrito já a utiliza para muitos dos seus programas de gestão ambiental. Com a estrutura de gerenciamento adaptativo, o distrito pretende estender a abordagem de gestão adaptativa à resiliência costeira, o que permitirá o ajuste as políticas e/ou estratégias que auxiliarão a redução dos riscos associados à inundação resultante do aumento do nível do mar, e às inundações costeiras temporárias de um evento de tempestade de 100 anos (Porto of San Diego, 2019).

A United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD, 2018), em “*Climate Risk and Vulnerability Assessment Framework for Caribbean Coastal Transport Infrastructure*” apresenta uma estrutura de análise de vulnerabilidade para infraestruturas de transporte costeiro do Caribe. Tal estrutura é composto por quatro passos: (i) Definição do Escopo e Contexto; (ii) Avaliação Crítica; (iii) Avaliação da Vulnerabilidade; (iv) Desenvolvimento de estratégias de adaptação (Figura 9). Destaca-se que ao longo do documento é apresentado estudos de caso aplicados centrados na vulnerabilidade das infraestruturas de transporte costeiro na Jamaica e Santa Lúcia.

Figura 9 - Estrutura de avaliação de riscos climáticos e da vulnerabilidade para as infraestruturas de transporte costeiro do Caribe.



Fonte: Elaborado a partir de UNCTAD (2018)

É interessante apontar que ao longo da descrição das etapas da estrutura de avaliação de risco, a UNCTAD (2018) aponta como cada etapa foi elaborada nas avaliações de risco para as nações insulares do Caribe: Santa Lúcia e Jamaica. Isso faz com que o documento se aproxima de um guia, abordando o assunto de forma clara e didática, e permitindo a aplicação da metodologia em outros contextos. De forma geral, a metodologia apresentada pela UNCTAD (2018) constitui-se em um importante documento para a compreensão das vulnerabilidades e riscos que as infraestruturas costeiras estão expostas.

O Internacional Finance Corporation em "Climate Risk and Bussiness Port" também apresenta um estudo de caso internacional, no qual apresenta uma avaliação dos riscos e oportunidades potenciais da mudança do clima, bem como medidas de adaptação para o Terminal Marítimo Muelles El Bosque (MEB), em Cartagena, Colômbia. O relatório visou abordar as seguintes questões: (i) Quais riscos e oportunidades a mudança do clima apresenta para o MEB?; (ii) Quais são os riscos mais significativos para o MEB? (iii) Como o MEB poderia gerenciar os riscos da mudança do clima da maneira mais econômica possível, levando em conta os objetivos ambientais e sociais?; (iv) Como as oportunidades relacionadas ao clima poderiam ser desenvolvidas e exploradas?; (v) Onde o MEB poderia trabalhar em colaboração com outras partes interessadas para gerenciar os riscos climáticos? (vi) Quais ferramentas e técnicas para avaliação e gerenciamento de riscos climáticos podem ser aplicadas para compreende estas questões? (IFC, 2011).

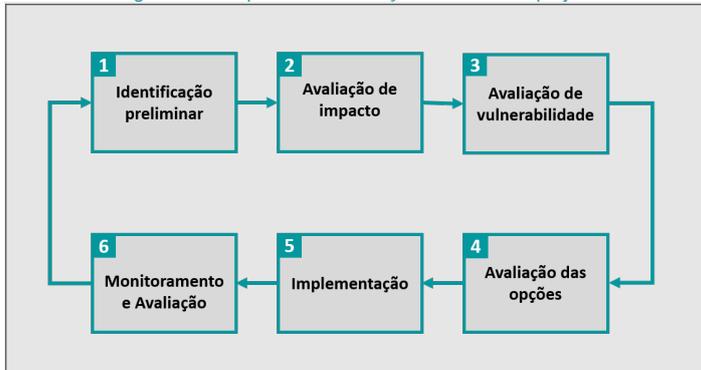
O relatório apresentado por IFC (2011) analisou os riscos físicos e os riscos de transição². resultantes da mudança do clima, sendo esses apresentados ao final do relatório em uma matriz de risco que apresenta a categoria do risco, a probabilidade, a consequência e o nível do risco, isto é, se ele é alto, médio ou baixo. Além disso, a análise realizou uma análise financeira em relação aos custos dos impactos da mudança do clima. Destaca-se que a análise de risco, análise financeira, e a proposição de medidas de adaptação foram realizadas para as seguintes atividades do Terminal Marítimo Muelles El Bosque: movimentos de veículos dentro do porto; demanda, níveis e padrões comerciais; armazenagem de mercadorias; performance ambiental; navegação e atração; manuseio de mercadorias; transporte terrestre além da área do porto; performance social e seguros.

Segundo IFC (2011), a abordagem de avaliação de risco climático proposta no seu estudo pode ser aplicada a qualquer porto, entretanto, a qualidade das análises variará de porto a porto, dependendo do local e da disponibilidade de informação.

Em termos de metodologias de análise de riscos nacionais, Unterstell (2017) aponta uma análise de risco em projetos de infraestrutura em “Decisões sobre infraestrutura considerando riscos climáticos: Guia prático para decisões com impacto no longo prazo no Brasil”. No relatório a autora apresenta um conjunto de ferramentas desenvolvidas por governos e bancos multilaterais de desenvolvimento em vários países, que avalia os riscos climáticos incidentes sobre a infraestrutura, apresentando dados importantes para a tomada de decisão de agentes públicos. Após essa apresentação, a autora recomenda uma metodologia adaptada para projetos do Programa de Parcerias de Investimento (PPI). Tal metodologia é composta basicamente pelos seguintes passos: (i) Identificação preliminar; (ii) Avaliação de impacto; (iii) Avaliação da vulnerabilidade; (iv) Avaliação das opções; (v) Implementação; (vi) Monitoramento e avaliação (Figura 10).

² Os riscos de transição são aqueles que surgem no caminho para uma economia de baixo carbono, podendo ser: regulatórios, legais, tecnológicos, de mercado ou reputacionais.

Figura 10 - Etapas de identificação de riscos no projeto



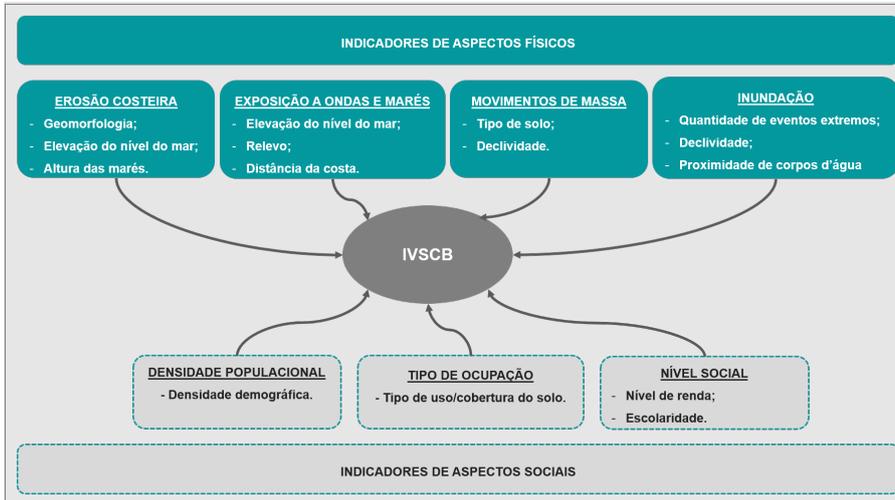
Fonte: Elaborado a partir de Unterstell (2017)

De acordo com Unterstell (2017), os formuladores e gestores de políticas públicas, assim como outros agentes econômicos, podem utilizar o guia para explorar, desenvolver e implementar estruturas abrangentes de gestão de risco que incluam a redução, a transferência ou ainda a retenção de risco.

Outro documento nacional interessante de risco climático aplicado ao setor portuário é o relatório produto do eixo Infraestrutura Costeira do projeto Brasil 3 Tempos, executado pela Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (SAE/PR). Tal relatório possui os seguintes objetivos: (i) o mapeamento da vulnerabilidade socioambiental da costa brasileira, a partir do desenvolvimento de um índice compreensivo; e (ii) a análise da exposição da infraestrutura portuária brasileira aos riscos climáticos, considerando cenários de elevação do nível do mar e regimes de onda associados (BRASIL, 2014).

O índice compreensivo citado anteriormente trata-se do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental da Costa Brasileira – IVSCB, permite a identificação das infraestruturas costeiras que estão e estarão em áreas de maior vulnerabilidade. Esse índice é calculado a partir da média ponderada das vulnerabilidades de todos os indicadores considerados, sendo eles: indicadores de aspectos físicos (erosão costeira, exposição a ondas e marés, movimentos de massas e inundação) e aspectos sociais (densidade populacional, tipo de ocupação, e nível social) (Figura 11). O IVSCB foi aplicado apenas para o município do Rio de Janeiro (RJ) e Santos (SP) tendo em vista a inexistência de informações e/ou baixa resolução dos dados coletados para alguns dos municípios preliminarmente selecionados (BRASIL, 2014).

Figura 11 - Indicadores físicos e sociais do IVSCB



Fonte: Elaborado a partir de BRASIL (2014)

As etapas para elaboração do IVSCB podem ser encontradas na Figura 12 abaixo:

Figura 12 - Etapas metodológicas da construção do IVSCB

ETAPA	DESCRIÇÃO
1. CONCEPÇÃO DO ÍNDICE	Em termos de aspectos a serem agregados (aspectos físicos e sociais)
2. SELEÇÃO DE INDICADORES	Indicadores de aspectos físicos e sociais
3. SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS	Variáveis que constituem cada indicador
4. DEFINIÇÃO DAS TABELAS DE GRADAÇÃO	Para classificação da vulnerabilidade das variáveis (muito baixa, baixa, média, alta, muito alta)
5. DEFINIÇÃO DOS DADOS DE ENTRADA NECESSÁRIOS	Elevação do terreno, carta geotécnica e geomorfológica, uso/cobertura do solo, séries históricas de precipitação, tendências de elevação do nível do mar, amplitude da maré, demografia, escolaridade e renda
6. COLETA E PRÉ-PROCESSAMENTO DOS DADOS	a) Padronização das projeções cartográficas para projeções métricas, e classificação dos danos nos graus de vulnerabilidade propostos; b) Transformação das cartas vetoriais em matriciais.
7. CÁLCULO DO ÍNDICE IVSCB	Média ponderada dos indicadores
8. ANÁLISE DOS RESULTADOS	De maneira a permitir a recomendação de medidas de adaptação às mudanças climáticas.

Fonte: Elaborado a partir de BRASIL (2014)

Destaca-se que o resultado Índice de Vulnerabilidade Socioambiental da Costa Brasileira foi apresentado por meio de mapas, facilitando a visualização das áreas as quais tiveram um maior IVSCB, e consequentemente, as que são de maior vulnerabilidade. Além disso, a classificação do índice em 5 níveis (muito baixa, baixa, média, alta e muito alta) facilita também na identificação das áreas que serão prioritárias ao se pensar em medidas de adaptação (BRASIL, 2014).

Diferentemente do primeiro objetivo do relatório produto do eixo Infraestrutura Costeira do projeto Brasil 3 Tempos, no qual analisou-se todas as infraestruturas costeiras que estão e estarão mais vulneráveis, o segundo objetivo teve como foco as infraestruturas portuárias. Para alcançar tal objetivo, utilizou-se de uma metodologia de análise de exposição dessas infraestruturas (Figura 13) (BRASIL, 2014).

Figura 13 - Metodologia de análise da exposição da infraestrutura portuária

ETAPA	DESCRIÇÃO
1. DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DOS PORTOS	Disponibilidade de: (a) séries maregráficas (37 anos ou mais) e/ou estimativas de evolução de ondas (1960-1990); (b) informações cotas dos cais, granulometria e cotas de coroamento dos maciços de abrigo, para cada porto
2. SELEÇÃO DOS PORTOS	Em função da existência das informações necessárias (portos selecionados e base de análise indicados no texto)
3. DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS PARA ANÁLISE	(a) Variação do nível do mar (com base nas séries de valores médios anuais de marés); (b) Interação vento-onda (utilizando modelos matemáticos de lima e ondas globais); (c) Clima marítimo
4. EXPOSIÇÃO E VULNERABILIDADE ATUAL	Análise geral da carteira portuária selecionada, em função das condições atuais de marés e ondas
5. EXPOSIÇÃO E VULNERABILIDADE FUTURA	Com base em: (a) Impactos de fatores climáticos (elevação do nível relativo do mar) e não climáticos. B) Concepção de projeto e análise de risco; (c) Projeção e análise do risco de elevação da maré; (d) Projeção e análise de risco da variabilidade da onda de projeto
8. ANÁLISE DOS RESULTADOS	De maneira a permitir a recomendação de medidas de adaptação às mudanças climáticas.

Fonte: Elaborado a partir de BRASIL (2014)

Como pode ser observado por meio da etapa 1 não foram todos os portos brasileiros que foram considerados na análise de exposição e vulnerabilidade. Após a aplicação dos filtros selecionados nessa etapa, os portos que foram selecionados foram: (a) Belém (PA); (b) Fortaleza (CE); (c) Recife (PE); (d) Maceió (AL); (e) Malhado (BA); (f) Barra do Riacho (ES); (g) Tubarão (ES); (h) Praia Mole (ES); (i) Rio de Janeiro (RJ); (j) São Sebastião (SP); (k) Santos (SP); Paranaguá (PR); (m) Antonina (PR); (n) Imbituba (SC); (o) Laguna (SC); (p) Rio Grande (RS) (BRASIL, 2014).

Ressalta-se que a análise de exposição e vulnerabilidade foi realizada em relação a elevação da maré e ondas (altura e intensidade/frequência de eventos extremos de tempestades de ondas), ou seja, não foram consideradas outras ameaças climáticas que também se fazem importante na análise de risco climático para o setor portuário como ondas de calor, ressacas, neblina, inundações costeiras, entre outros.

É interessante apontar que após analisar o cenário atual e futuro em relação a exposição e vulnerabilidade, o estudo apresenta as possíveis medidas de adaptação para as instalações portuárias, sendo essas medidas divididas em: medidas de atuação imediata, medidas com conclusão até 2030 e medidas com conclusão até 2050 (BRASIL, 2014). Essa forma de divisão permite que o setor portuário se prepare, e se torne mais resiliente de forma gradual.

Por fim, um resumo das metodologias apresentadas, incluindo os pontos positivos, limitações, e a base metodológica utilizada, isto é, se a metodologia vai ao encontro da metodologia do AR4 do IPCC ou do AR5, está sistematizado na Tabela 1 abaixo:

Tabela 1 - [Resumo das metodologias](#)

Documento	Base Metodológica & Abordagem	Etapas	Pontos positivos	Limitações, Barreiras & Lacunas	
<i>Climate Risk and Business Ports – International Finance Corporation (IFC)</i>	Base: AR4 Abordagem: Híbrida	<ul style="list-style-type: none"> - Análise a partir dos dados observados; - Projeções a partir de diferentes cenários; - Apresentação dos resultados por ferramentas visuais (mapas, modelos 3D); - Medidas de adaptação; - Análise financeira. 	<ul style="list-style-type: none"> - Análise de risco particularizada por risco e por ativo analisado; - Utilização de uma matriz de risco (Categoria do risco e nível de impacto); - Definição de classificações de risco como uma combinação de pontuações de probabilidade e impacto; - Abordagem de avaliação de risco e adaptação à mudança do clima é aplicável para qualquer porto; - Análise financeira. 	<ul style="list-style-type: none"> - Incertezas sobre o futuro das emissões dos gases de efeito estufa. - Falta de dados locais de qualidade; - Falta de conhecimento dos riscos climáticos existentes e das medidas de adaptação; - Curto horizonte de tempo para decisões de investimento; 	
<i>Enhancing the resilience of seaports to a changing climate: Research synthesis and implications for policy and practice</i>	Base: AR4 Abordagem: Abordagem Híbrida	<ul style="list-style-type: none"> - Começando: Suporte Executivo; - Estabelecimento do contexto do porto; - Identificação das vulnerabilidades atuais e riscos futuros; - Análise e avaliação dos riscos; - Identificação e priorização das medidas de adaptação; - Monitoramento e avaliação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação quantitativa e qualitativa; - Processo interativo/Abordagem participativa; - Envolvimento uma ligação próxima com provedores de informações sobre o clima; - A análise leva em consideração outros fatores não climáticos que possuem potencial de influenciar mudanças (demografia, economia, 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de uma definição precisa dos limites que afetam as operações por parte dos operários portuários envolvidos na análise (Ex: o limiar de velocidade dos ventos x o limiar de um nevoeiro. - Dificuldade em integrar cenários climáticos e não climáticos devido aos seus respectivos horizontes de tempo (Ex: Mudanças socioeconômicos x Mudança do clima) 	McE (2013)

			tecnologia, instituições e cadeia de suprimentos).		
<p>A policy making framework for resiliente port infrastructure systems</p>	<p>N/A</p>	<p>Avaliação das vulnerabilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificação das vulnerabilidades críticas do sistema de infraestrutura portuária; - Seleção das vulnerabilidades identificadas, uma ou mais, baseada nas prioridades das partes interessadas; - Identificação do perfil do risco (categoria: humano, tecnológico, natural etc.) e a distribuição de probabilidade das possíveis interrupções selecionadas. <p>Elaboração de estratégias de resiliência:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Levantamento de soluções e/ ou estratégias que possibilitam o aumento da resiliência dos sistemas de infraestrutura portuária; - Identificação dos custos associados de cada solução e/ou estratégia levantada. <p>Avaliação das estratégias de investimento</p>	<p>- A estrutura de análise de decisão baseada em gestão de risco também auxilia na avaliação dos custos associados a falhas prováveis causadas por interrupção por meio de simulação e modelagem, bem como o custo de investir em estratégias de resiliência.</p>	<p>- O estudo não leva em consideração as projeções climáticas para a compreensão das ameaças futuras pelos quais o setor portuário estará exposto.</p>	<p>Mansouri, Nilchiani, Mostashari (2010)</p>

		<ul style="list-style-type: none"> - Cálculo do valor esperado de cada estratégia baseado nos dados do perfil do risco do evento perturbador e no custo da estratégia usando Análise de Árvore de Decisão; - Criação de um espaço para apresentar as estratégias para os tomadores de decisão. 			
<i>Sea Level Rise Vulnerability Assessment & Coastal Resiliency Report</i>	<p>Base: AR5</p> <p>Abordagem: Híbrida</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Engajamento das partes interessadas; - Análise do aumento do nível do mar (levantamento de estudos na área); - Seleção das projeções do aumento do nível do mar; - Mapeamento do aumento do nível do mar; - Sensibilidade e capacidade adaptativa; - Análise dos impactos financeiros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação de vulnerabilidade contendo análise financeira; - Abordagem que vai ao encontro da metodologia do AR5; - Envolvimento das partes interessadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Limitações da modelagem da elevação do nível do mar; - Limitações das análises financeiras; - Foco específico para o aumento do nível do mar. 	Port of San Diego (2019)
<i>Climate Risk and Vulnerability Assessment Framework for Caribbean Coastal Transport Infrastructure</i>	<p>Base: AR5</p> <p>Abordagem: Híbrida</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Definição do Escopo e Contexto; - Avaliação Crítica; - Avaliação da Vulnerabilidade; - Desenvolvimento de estratégias de adaptação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Abordagem metodológica clara e objetiva. 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de dados de base; - Limitação na resolução dos dados de elevação do nível do mar; - Documentação limitada sobre impactos climáticos e meteorológicos passados. 	UNCTAD, 2018
<i>Decisões sobre infraestrutura considerando riscos climáticos: Guia prático</i>	N/A	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação preliminar; - Avaliação de impacto; - Avaliação de vulnerabilidade; - Monitoramento e avaliação; 	<ul style="list-style-type: none"> - Metodologia já aplicada em contexto nacional. 	<ul style="list-style-type: none"> - Metodologia genérica para infraestruturas, podendo ser adaptada para considerar as especificidades do setor portuário ao ser aplicada. 	Unterstell (2017)

<p><i>para decisões com impacto no longo prazo no Brasil</i></p>		<ul style="list-style-type: none"> - Implementação; - Avaliação das opções; 			
<p><i>Brasil 2040: cenários e alternativas de adaptação à mudança do clima</i></p>	<p>Base: AR5 Abordagem: <i>top-down</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Definição de critérios de seleção dos portos; - Seleção dos portos; - Definição das variáveis para análises; - Exposição e vulnerabilidade futura; - Análise dos resultados. 	<p>- Metodologia já aplicada em contexto nacional.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Incertezas nas projeções de elevação da maré – baseadas no comportamento histórico e em projeções do Sistema de Modelagem Costeira (SMC Brasil); - Incertezas na estimativa dos valores das alturas significativas de ondas (e dos acréscimos percentuais em relação ao ano de 1957), feita por extrapolação e com o uso de modelos numéricos de interação vento-onda (WAVEWATCH III (WW3) e ERA-40) os quais apresentaram diferenças nos seus resultados. 	<p>Brasil (2014)</p>

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitos portos possuem medidas para aumentar a sua resiliência, sem que isso seja resultado de uma estratégia explícita de adaptação, e sim de uma combinação de normas regulatórias e operacionais, como requisitos de Saúde, Segurança e Ocupacionais (SSO), estratégias de gerenciamento de riscos e mudanças incrementais à prática provocadas pela experiência portuária de eventos anteriores relacionados ao clima. Além disso, destaca-se que existem portos que coletam informações climáticas importantes para eles, mas muitas vezes, não realizam uma análise dessas informações de uma maneira estratégica. Isso poderia ser mais efetivamente agrupado e interpretado para entender melhor as tendências locais (McEVOY & MULLETT, 2013).

Neste sentido, o presente documento apresentou um levantamento (não exaustivo) dos estudos relacionados à análise de risco no setor portuário, apontando suas principais limitações e lições aprendidas. Além disso, ao comparar as metodologias e abordagens utilizadas em cada estudo com a metodologia de risco apresentada pelo IPCC (AR5), a análise fornece insumos técnicos que serão utilizados para embasar a formulação do Produto 2 (Análise dos impactos da mudança do clima no setor portuário), a fim de validar a viabilidade de aplicação no contexto dos portos costeiros brasileiros, podendo haver simplificações e / ou aproximações dos indicadores de risco, quando necessário.

Destaca-se que apesar de algumas metodologias não terem como foco a abordagem de climática, apresentam ferramentas importantes que podem ser utilizadas em conjunto com a metodologia do AR5 do IPCC. Como exemplo, temos as ferramentas e boas práticas apontadas pela norma ISO 31000 de Gestão de Risco, que muitas vezes já são utilizadas pelo setor portuário, o que facilita a compreensão dos atores envolvidos e na fase de coleta de informações.

Ressalta-se ainda que o engajamento efetivo das diversas partes interessadas também se faz um importante elemento para a construção da resiliência não só dos setores portuários, mas para todos sistemas possíveis de análise. Isso reforça a importância da abordagem híbrida na análise de risco climático, isto é, do uso em conjunto da abordagem *bottom-up* e *top-down*.

Commented [BPG24]: O principal objetivo da revisão bibliográfica é garantir que a metodologia a ser adotada nas fases seguinte será eficaz. Eu acho que valeria incluir aqui um parágrafo sobre as implicações da revisão bibliográfica para as próximas etapas, como por exemplo, como que os estudos ajudam no desenvolvimento do formulário. Acredito que muitas perguntas do formulário foram inspiradas nesses estudos, não?

Commented [MA25R24]: Incluído parágrafo de relação com o P2.

Commented [EF26]: AP - Senti falta de uma conclusão com um direcionamento do que será aplicado no nosso trabalho.

Commented [MA27R26]: Ajustado.

Commented [Ed28]: AP - Não entendi bem o por quê da abordagem híbrida. Talvez seria melhor se explicasse o que envolveria cada abordagem e depois concluísse pela adequação de uma abordagem híbrida. Seria interessante também na apresentação das metodologias feitas na seção anterior, definir quais são *bottom-up* e *top-down*

Commented [MA29R28]: Feito na seção anterior um maior detalhamento.

5 REFERÊNCIAS

BRASIL (2014). **Brasil 2040: cenários e alternativas de adaptação à mudança do clima**. Secretaria de Assuntos Estratégicos. Presidência da República. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/clima/adaptacao/plano-nacional-de-adaptacao/itemlist/category/160-adapta%C3%A7%C3%A3o?start=14#saiba-mais-7> >. Acesso em: 07 de ago. 2020.

BRASIL (2016). **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima: Estratégias Zonas Costeiras**. Ministério do Meio Ambiente.

Conway, D. *et al.* (2019). **The need for bottom-up assessments of climate risks and adaptation in climate-sensitive regions**. Nature Climate Change.

CRED (2014). EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database. Natural Disaster Trends. Universidade Católica de Louvain, Bruxelas, Bélgica, 2014.

Dovers, S. (2009). **Normalizing Adaptation**, Global Environmental Change, 19(1): 4-6.

ESTEBAN, M. *et al.* Increase in Port Downtime and Damage in Vietnam Due To a Potential Increase in Tropical Cyclone Intensity. **Climate Change And The Sustainable Use Of Water Resources**, [S.L.], p. 101-125, 28 set. 2011. Springer Berlin Heidelberg.

FENAVEGA (2019). **O Porto e a Economia do Brasil**. Disponível em: <<https://www.fenavega.com/post/o-porto-e-a-economia-do-brasil>>. Acesso em: 07 de ago. 2020.

FRITZSCHE, K. *et al.* **The Vulnerability Sourcebook. Concepts and guidelines for standardised vulnerability assessments**. Bonn e Eschborn: GIZ. 2014.

Füfngeld, H. and McEvoy, D. (2011). **Framing Climate Change Adaptation in Policy and Practice**. Melbourne: VCCCAR. Available Online: http://www.vcccar.org.au/files/vcccar/Framing_project_workingpaper1_240611_0.pdf

IFC (2011). **Climate Risk and Business: Ports**.

IPCC (2012). **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation**. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.

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

IPCC (2014). **Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, E.S., Levy, A.N., MacCracken, S., Mastrandrea, P.R., White, L.L. (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.

IPCC (2018). **Global Warming of 1.5°C**. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press.

Commented [BPG30]: Acho que poderia dar uma revisada na lista de referências. MENEZES & UNTERSTELL (2015) não consta.

Commented [MA31R30]: Incluído

MARGULIS, S. & Dubeux, C. (Eds.) 2009. **Economia da Mudança do Clima no Brasil: Custos e Oportunidades.**

MANSOURI, M., NILCHIANI, R., & MOSTASHARI, A. (2010). **A policy making framework for resilient port infrastructure systems.** *Marine Policy*, 34(6), 1125–1134.

MCEVOY, D. & MULLETT, J. (2013). **Enhancing the resilience of seaports to a changing climate:** Research synthesis and implications for policy and practice. Work Package 4 of Enhancing the resilience of seaports to a changing climate report series, National Climate Change Adaptation Research Facility, Gold Coast, 49 pp.

MENEZES & UNTERSTELL (2015). **Gestão de Riscos & Adaptação à mudança do clima.** In: SAE, *Mudança do Clima: Assunto Estratégico.* No prelo.

MESSNER, S. & REUB, G. (2013). **Climate change and sea level rise impacts at Ports and a consistent methodology to evaluate vulnerability and risk.**

Porto f San Diego (2019). **Sea Level Rise Vulnerability Assessment & Coastal Resiliency Report.**

REVI, A., D.E. *et al.* **Urban areas.** In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 535-612, 2014.

UNCTAD (2018). **Climate Risk and Vulnerability Assessment Framework for Caribbean Coastal Transport Infrastructure.**

UNTERSTELL, Natalie. **Decisões sobre infraestrutura considerando riscos climáticos: guia prático para decisões com impacto no longo prazo no brasil.** Brasília: Supernova Design, 2017. 60 p.

WORLD BANK (2010). **Cities and Climate Change: an urgent agenda.** Washington, 92 p.

ANEXO I - GLOSSÁRIO

Aqui estão listados os principais termos e conceitos adotados neste relatório para descrever e comentar as abordagens metodológicas de análise de risco das mudanças do clima e seus indicadores. Os conceitos apresentados a seguir foram baseados no Quinto Relatório de Avaliação (AR5) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).

ADAPTAÇÃO: Processo de adaptação ao clima e seus efeitos reais ou esperados. Em sistemas humanos, a adaptação procura diminuir ou evitar danos, ou mesmo explorar oportunidades benéficas. Em alguns sistemas naturais, a intervenção humana pode facilitar a adaptação ao clima esperado e seus efeitos.

AMEAÇA: Ocorrência potencial de um evento natural ou fisicamente induzido pelo ser humano, impacto físico ou tendência a este que pode causar perda de vidas, ferimentos ou outros impactos na saúde, bem como perdas e danos à propriedade, infraestrutura, meios de subsistência, prestação de serviços, ecossistemas e recursos ambientais. Neste relatório, o termo “ameaça” geralmente se refere a eventos relacionados ao clima, impactos físicos ou tendência a estes.

EXPOSIÇÃO: Presença de pessoas, meios de subsistência, espécies ou ecossistemas, funções ecossistêmicas, serviços e recursos, infraestrutura ou recursos econômicos, sociais ou culturais em locais e configurações que podem ser afetadas adversamente.

MUDANÇA DO CLIMA: As alterações climáticas referem-se a uma mudança no estado do clima que pode ser identificada – por meio de testes estatísticos – por alterações na média e/ou na variação das suas propriedades e que persistem durante um longo período. A mudança climática pode ocorrer tanto por meio de processos internos naturais ou forças externas, como modulações dos ciclos solares, erupções vulcânicas e as mudanças antropogênicas persistentes na composição da atmosfera ou no uso da terra. Nota-se que a Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima (UNFCCC), em seu artigo 1º, define a mudança climática como “uma mudança do clima que é atribuída direta ou indiretamente à atividade humana, que altera a composição da atmosfera terrestre e que vai além da variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis”. A UNFCCC faz, assim, uma distinção entre as mudanças climáticas atribuídas às atividades humanas que alteram a composição atmosférica e a variabilidade do clima atribuída a causas naturais.

IMPACTOS: Efeitos sobre os sistemas naturais e humanos. Neste relatório, o termo impacto é utilizado principalmente para se referir aos efeitos sobre os sistemas naturais e humanos dos eventos climáticos e meteorológicos extremos e das mudanças climáticas. Impactos

geralmente são os efeitos sobre a vida, meios de vida, saúde, ecossistemas, economias, sociedades, culturas, serviços e infraestrutura, resultantes da interação entre os eventos climáticos perigosos ou ameaças que ocorrem dentro de um período de tempo específico e a vulnerabilidade de uma sociedade ou um sistema exposto a certo perigo. Impactos também são referidos como consequências e resultados.

INDICADOR: Parâmetro utilizado para quantificar informações sobre um sistema/processo e monitorar a sua evolução no tempo relativo a uma linha de base (baseline). Os indicadores são também utilizados para comparar performances de diferentes áreas de estudo (estados, comunidades, etc.). Os indicadores podem ser simples, quando descrevem somente uma variável, como a temperatura, ou compostos (chamados também de índices) quando resumem múltiplas informações, como o PIB, o índice de desenvolvimento tecnológico ou o índice de vulnerabilidade.

RESILIÊNCIA: Capacidade dos sistemas sociais, econômicos e ambientais de lidar com um evento, tendência ou distúrbio perigoso, responder ou se reorganizar de modo a manter a sua função essencial, identidade e estrutura e, ao mesmo tempo, manter a capacidade de adaptação, aprendizado e transformação.

RISCO: Consequência potencial em uma situação em que algo de valor está em jogo e que o resultado é incerto, reconhecendo a diversidade de valores. O risco é muitas vezes representado como a probabilidade de ocorrência de eventos perigosos ou tendências multiplicadas pelos impactos destes eventos ou tendências ocorrerem. O risco resulta da interação entre vulnerabilidade, exposição e ameaças. Neste relatório, o termo risco é usado principalmente para referir-se aos riscos oriundos dos impactos relacionados às mudanças climáticas.

VULNERABILIDADE: Propensão ou pré-disposição a ser adversamente afetado. Vulnerabilidade engloba uma variedade de conceitos e elementos, incluindo sensibilidade ou susceptibilidade a danos e falta de capacidade para lidar e se adaptar.



Rua Paraíba, 1.000 – 7º andar – Funcionários
CEP 31130 – 141 - Belo Horizonte – MG
Telefone | Fax 55 31 3656 0501

BH | SP | RJ

WWW.WAYCARBON.COM