ARTIGOS

PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA A MENSURAÇÃO DO RISCO CLIMÁTICO – UMA APLICAÇÃO AO SETOR DE TURISMO DE SALVADOR

Valentina Tridello[1], Carolina de Andrade Spinola[2],
Tiago Cisalpino Pinheiro[3], Dennis Eucker[4]

Resumo: As mudanças climáticas afetam os diversos sistemas naturais e humanos, com graus de intensidade variados, sendo o turismo uma das atividades econômicas mais sensíveis. Este artigo propõe uma metodologia de mensuração do risco climático e do efeito redutor que, sobre ele, podem ter, eventuais medidas de adaptação, partindo-se da construção de cadeias de impacto. O método utilizado se baseia nas diretrizes para a avaliação do risco propostas pela *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ) e foi originalmente aplicado pelos autores no estudo "Análise e mensuração econômica dos riscos associados à mudança do clima para o setor de turismo e identificação de medidas de adaptação em Salvador – BA". Partindo do aproveitamento da estrutura causal das cadeias de impacto, a abordagem propõe estratégias que possibilitam o cálculo do risco climático através de uma abordagem multivariada e participativa, que possibilita a simulação de cenários e busca compensar a insuficiência de dados técnicos por parte das administrações municipais. Através da cadeia de impacto, foi possível compreender as dinâmicas que provocam o risco climático, o peso relacionado a cada fator e o nível de risco ao qual cada segmento do setor de turismo de Salvador está exposto.

Palavras-chave: Cadeia de impacto. Avaliação do risco. Mudanças do clima. Adaptação climática. Salvador.

DOI 10.18224/baru.v9i1.12814

* Recebido em: 24.10.2022 Aprovado em: 12.12.2022.

1,4 Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)

2 Universidade Salvador - UNIFACS

3 Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

PROPOSED METHODOLOGY FOR THE MEASUREMENT OF CLIMATE RISK - AN APPLICATION TO THE TOURISM SECTOR OF SALVADOR

Abstract: Climate Change impacts various natural and human systems with different intensities, with tourism being one of the most sensitive economic activities. This paper proposes a methodology to quantify climate risk and its reduction due to adaptation measures by using impact chains. The method was initially applied in the study "Analysis of economic risks of climate change for the tourism sector in Salvador - BA" and adapts the guidelines of the Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Starting from the use of the causal structure of the impact chains, the methodology proposes strategies that allow the calculation of climate risk through a multivariate and participatory approach, which allows the simulation of scenarios and seeks to compensate data insufficiency on the part of municipal administrations. In this way, it was possible to understand the causes of climate risk, the weight of each factor in its increase, and the level of risk to which each segment of Salvador's tourism industry is exposed.

Keywords: Impact chain. Risk Assessment. Climate Change. Climate Adaptation. Salvador.

PROPUESTA DE METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DEL RIESGO CLIMÁTICO - UNA APLICACIÓN AL SECTOR TURÍSTICO DE SALVADOR

Resumen: El cambio climático afecta a los diversos sistemas naturales y humanos, con diversos grados de intensidad, siendo el turismo una de las actividades económicas más sensibles. Este artículo propone una metodología para medir el riesgo climático y el efecto reductor que sobre él pueden tener eventuales medidas de adaptación, a partir de la construcción de cadenas de impacto. El método utilizado se basa en las pautas para la evaluación de riesgos propuestas por Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) y fue aplicado originalmente por los autores en el estudio "Analysis and economic medición de riesgos asociados al cambio climático para el sector turismo e identificación de medidas de adaptación en Salvador – BA". Partiendo del uso de la estructura causal de las cadenas de impacto, el enfoque propone estrategias que permiten el cálculo del riesgo climático a través de un enfoque multivariado y participativo, que permite la simulación de escenarios y busca compensar la insuficiencia de datos técnicos por parte de las administraciones municipales. A través de la cadena de impacto, fue posible comprender las dinámicas que provocan el riesgo climático, el peso relacionado con cada factor y el nivel de riesgo al que está expuesto cada segmento del sector turístico en Salvador.

Palabras Clave: Cadena de impacto. Evaluación de riesgos. Cambio climático. Adaptación Climática. Salvador.

A mudança do clima é um fenômeno que age como potencializador dos impactos ambientais, sociais e econômicos causados pela ação do homem, deixando a sociedade suscetível a riscos os mais diversos que podem trazer como consequências a perda de vidas, danos materiais, interrupção de atividades econômicas, degradação do meio ambiente e abalos na coesão social (PINSKY, GOMES, REZAEE, 2019; COSTA, HOLANDA, DIAZ-AMBRONA, 2016).

Entende-se por risco a probabilidade de ocorrência de processos no tempo e no espaço (CASTRO; PEIXOTO; RIO, 2005) que representem um perigo a ser evitado. Os riscos considerados "naturais" têm sido estudados desde o início do século XX, com a

preocupação de compreender as consequências desses fenômenos para as populações e, posteriormente, no sentido contrário, delimitar os fatores sociais, econômicos e tecnológicos que os originam (SILVEIRA, 2014). Nesta perspectiva, passaram a ser classificados como "riscos ambientais" por parte de alguns autores (BURTON; KATE; WHITE, 1978) e analisados como resultado da dinâmica socioespacial de uma dada sociedade (VEYRET, 2007).

O risco climático, considerado como uma modalidade de risco natural (BRYANT, 1993; EGLER, 1996) está associado a eventos atmosféricos como furacões, ciclones, tornados tempestades, trovões, chuvas, secas, calor extremo e frio extremo (HEWITT, 1997; WHITE *et al*., 2001 *apud* CASTRO, PEIXOTO, RIO, 2005). Porém, atividades antropogênicas agressivas com o meio ambiente e a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera, agregam ao risco climático uma forte componente humana que, segundo Crutzen e Stoermer (2000) caracterizariam a atual era geológica, denominada por eles como Antropoceno. É por esta razão que o presente artigo entende o risco climático como a interação entre as componentes de ameaça climática, exposição e vulnerabilidade, conforme foi definido pelo Painel Intergovernamental para a Mudança do Clima (IPCC, 2014).

Na medida em que a probabilidade da ocorrência de eventos extremos associados a esses fenômenos atmosféricos tende a se intensificar nas próximas décadas (IPCC, 2021), torna-se necessário o desenvolvimento de metodologias de mapeamento e avaliação de riscos que possibilitem ampliar o nível de conscientização e de preparação da sociedade para o seu enfrentamento, através de estratégias de planejamento territorial que reduzam o seu impacto.

Modelos multivariados de causa e efeito, por meio de abordagens quantitativas e semiquantitativas (MALLAMPALLI *et al*., 2016; HAMILTON *et al*., 2015; JAKERMAN, LETCHER, NORTON, 2006) têm sido aplicados na identificação e agregação de vários tipos de riscos e na avaliação da vulnerabilidade de alvos específicos nas escalas regional e local.

De uma maneira geral, os modelos multivariados são melhor avaliados quanto aos seus resultados por combinarem informações dos campos social e ambiental, bem como da dinâmica espacial e temporal (TERZI *et al*., 2019). As limitações apontadas por Gallina *et al*. (2016), que realizaram uma avaliação das metodologias empregadas em diversos estudos sobre o tema, referem-se, fundamentalmente à prevalência de análises estáticas e pouco abrangentes, que falham ao não incorporar a discussão de cenários futuros e a colaboração intersetorial de especialistas com visões distintas.

Nesse sentido, a cadeia de impacto climático é definida como "uma ferramenta analítica que ajuda a entender melhor as causas e os efeitos que direcionam o risco climático em um dado contexto" (PMS, 2020, p. 249). Este fluxograma é capaz de esquematizar problemas complexos como a mudança do clima, assessorando a tomada de decisão e reunindo conhecimentos de diferentes atores que são chamados a contribuir na sua cocriação.

O presente artigo propõe uma metodologia de quantificação do risco derivado da mudança do clima que possa ser aplicada às cadeias de impacto climático, permitindo

a mensuração do risco e a criação de bases para o desenvolvimento de um sistema que possibilite o seu monitoramento. Esta metodologia foi estruturada ao redor do conceito de risco climático do 5° Relatório de Avaliação (AR5) do *II Working group* do Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima (IPCC, 2014) e segue as diretrizes dos manuais *The Vulnerability Sourcebook* (GIZ, 2014) e *Risk Supplement to The Vulnerability Sourcebook* (GIZ, 2017) que foram aperfeiçoadas no contexto do "Estudo de Análise e Mensuração Econômica dos Riscos associados às Mudanças do Clima para o Setor de Turismo, e identificação de medidas de adaptação para a cidade de Salvador – BA", elaborado pelos autores.

O referido estudo fez parte do Projeto "Apoio à Implementação da Agenda Nacional de Adaptação à Mudança do Clima no Brasil" (ProAdapta), desenvolvido pela Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ) em parceria com o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e a Prefeitura Municipal de Salvador (PMS), e teve por objetivo avaliar os impactos da mudança do clima no setor do turismo em Salvador, considerando as dimensões econômica, social e ambiental, e desenvolver propostas concretas de medidas de adaptação, no domínio das estruturas de financiamento e incentivos existentes.

Partindo da cadeia de impacto climático construída de maneira participativa com os *stakeholders* envolvidos na dinâmica do Turismo em Salvador, a metodologia seguiu com a utilização de múltiplas abordagens que, em conjunto, buscassem suprir as deficiências das fontes de informação existentes e captar a complexidade dos cenários analisados, a exemplo de pesquisas documentais, análises espaciais, grupos focais, entrevistas semiestruturadas, questionários, *rankings* e fatores do tipo *dummy*, que podem ser reproduzidas em estudos semelhantes.

Além desta Introdução e da Conclusão, o artigo traz na primeira seção uma revisão de literatura sobre o tema; apresenta, em seguida, a metodologia proposta, seu marco conceitual e utilizando como escopo exemplificativo, um fragmento da cadeia de impacto construída para o segmento de Turismo Histórico-Cultural e Religioso, elaborado para a cidade de Salvador e, por fim, os principais resultados obtidos e a discussão.

REVISÃO DE LITERATURA

A mudança climática é inequívoca e alcançou, nas última três décadas, níveis sem precedentes na história da humanidade. Segundo o 5o Relatório de Avaliação (AR5) do Painel Intergovernamental de Mudança do Clima (IPCC), o período compreendido entre os anos de 1983 e 2012 foi o mais quente nos últimos 1400 anos no hemisfério norte. Ainda segundo o mesmo relatório, a influência antrópica foi responsável por um aumento de 0,85º C na temperatura média global do planeta, desde 1880, e na elevação do nível do mar em 19cm, entre 1901 e 2010, esta última, uma consequência da combinação entre o aquecimento da superfície dos oceanos e o aumento do degelo das calotas polares (IPCC, 2014).

Essas transformações, oriundas em grande parte do aumento das emissões de gases do efeito estufa (GEE), impulsionadas pelo crescimento econômico e populacio-

nal posterior à revolução industrial, não dão sinais de desaceleração. Pelo contrário, a tendência verificada pelos estudos do IPCC é de que, mantidos os atuais níveis de concentração de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso, será muito provável que o final deste século registre um aumento de 1 a 2° C na temperatura média global acima do nível de 1990 (cerca de 1,5 a 2,5°C acima do nível pré-industrial) e de que os oceanos do mundo registrem um aumento médio de 40 a 63 cm, em relação ao período de 1986-2005 (IPCC, 2014).

Os impactos das mudanças climáticas afetam os diversos sistemas naturais e humanos, com graus de intensidade variados e o nível de risco que representam para cada um deles e, em especial, para os diferentes setores da economia, depende dos graus de exposição e vulnerabilidade que apresentem.

No Brasil, com o objetivo de "promover a gestão e redução do risco climático no país frente aos efeitos adversos da mudança do clima, de forma a aproveitar as oportunidades emergentes, evitar perdas e danos e construir instrumentos que permitam a adaptação dos sistemas naturais, humanos, produtivos e de infraestrutura" foi lançado, em 2016, o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNAMC). Este documento, além de trazer os modelos climáticos regionais aplicados à construção de cenários futuros do clima no País, estabelece diretrizes e metas para a ação governamental em onze áreas consideradas prioritárias: agricultura, biodiversidade e ecossistemas, cidades, desastres naturais, indústria e mineração, infraestrutura (energia, transportes e mobilidade urbana), povos e populações vulneráveis, recursos hídricos, saúde, segurança alimentar e nutricional e zonas costeiras. O turismo, enquanto um fenômeno com repercussões econômicas, socioculturais e ambientais, não é abordado de forma direta neste Plano, podendo ser acessado apenas transversalmente, no que se refere, por exemplo, aos impactos sobre a biodiversidade e ecossistemas, infraestruturas e zonas costeiras.

O I Workshop Internacional sobre Clima, Turismo e Recreação, realizado na Grécia, em 2001, deu início a uma nova área de estudo, denominada como "Climatologia do Turismo" ao determinar que "juntamente com a localização geográfica, paisagem, topografia, flora e fauna, as condições do tempo e o clima se constituem nos recursos naturais básicos de um destino para recreação e turismo." (MATZARAKIS; DE FREITAS, 2001, p. 4) (tradução nossa). Outros marcos importantes na tomada de consciência sobre a relevância do tema por parte de organismos multilaterais, governo e academia foram a realização das conferências internacionais sobre Turismo e Mudança Climática, promovidas pela Organização Mundial de Turismo – OMT, na Tunísia (2003) em Davos, na Suíça (2007). Enquanto a primeira se concentrou na discussão dos impactos, tanto do turismo nas mudanças climáticas como vice-versa, destacando os ambientes mais afetados, a segunda conferência deu um passo adiante, abordando estratégias de mitigação e adaptação que poderiam ser implementadas pelo setor. As principais conclusões dessas conferências foram reunidas no documento *Climate Change and Tourism: Responding to Global Challenges* que classificou o impacto das mudanças climáticas no turismo em quatro principais áreas: Impactos Climáticos Diretos, Impactos Indiretos das Mudanças Ambientais; Impactos das Políticas de Mobilidade e da

Redução do Turismo; e Impactos Indiretos das Mudanças Sociais (BRASIL, 2008 *apud* GRIMM; ALCÂNTARA; SAMPAIO, 2018).

A evidência trazida por estes eventos para discussão do tema repercutiu no crescimento deste campo de estudos que registrou um aumento de interesse por parte da comunidade científica, nas últimas duas décadas, com 455 artigos publicados em periódicos científicos entre os anos de 2000 e 2020. Os estudos que surgiram reconhecem a complexidade inerente aos sistemas turísticos e que a abordagem da questão climática deve levar em consideração o conjunto de stakeholders ou agentes que estão envolvidos com a atividade (incluindo empresários, administração pública, organizações não governamentais e grupos comunitários), a variedade de atrativos naturais e culturais que conformam os destinos e que atendem às múltiplas motivações dos visitantes, bem como as inter relações e encadeamentos que a atividade mantém com os demais setores da economia e da sociedade (MORENO; BECKEN, 2009).

De maneira inconteste, também se reconhece que a maior ocorrência de eventos climáticos extremos, bem como o aumento gradual da temperatura, da insolação, da umidade relativa do ar e do nível do mar se constituem em sinais climáticos perigosos para o setor, implicando em ameaças como secas/inundações, erosão e deslizamentos de terras, diminuição das áreas cobertas por neve, aumento na incidência de doenças e no desconforto térmico, perda de biodiversidade e mudança no comportamento da fauna (LAMA, DEVKOTA, 2009; BHATARAI, 2015).

Dentre os principais riscos pontuados para o setor aparecem a mudança na distribuição ou diminuição nos fluxos de demanda (BARRIOS, IBAÑEZ, 2015; BUJOSA, VIEIRA; TORRES, 2015; NICHOLS, 2015; KOBERL, PRETTENHALER, BIRD, 2016; LEMESIOS *et al*, 2016; DEL CHIAPPA, USAI, COCCO, AZZENI, 2018; PHILIPS, JONES, THOMAS, 2018), danos a infraestruturas e atrativos importantes para o destino (YAN, 2015; HALL *et al*, 2016; STEWART, 2016; MEYNECKE, RICHARDS, SAHIN, 2017; GRIMM, ALCANTARA, SAMPAIO, 2018) e prejuízos para a indústria do turismo com significativas perdas econômicas para as comunidades que dependem da atividade (NJOROGE, 2015; KOBERL;PRETTENHALER; BIRD, 2016; ROGERSON, 2016; MACKAY, 2017; PANDY, 2017; SIFOLO, HENAM, 2017).

Sobre os impactos das mudanças climáticas nos fluxos de demanda, Jopp, De Lacy e Mair (2010) alertam para o fato de que como a decisão sobre a realização da viagem é feita pelos turistas, de forma individual, isso lhes confere uma flexibilidade muito grande para escolher e mudar de ideia quanto ao destino, na medida em que condições do tempo sofram alterações, ainda que no curto prazo (HEIN; METZGER; MORENO, 2009). Por outro lado, as condições climáticas também determinam ou limitam o envolvimento dos turistas em algumas atividades, notadamente as de montanha e litoral, e podem impactar na sensação de conforto e na segurança dos visitantes (UYARRA *et al*., 2005). Outras análises consideram, além do conforto dos turistas, critérios como custos de acomodação e transportes (BARRIOS, IBAÑEZ, 2015), tempo de permanência, gasto diário e atributos do destino relacionados com a infraestrutura e os atrativos (BUJOSA, VIEIRA e TORRES, 2015).

MÉTODO: MENSURAÇÃO DO RISCO CLIMÁTICO ATRAVÉS DE CADEIAS DE IMPACTO

Marco Conceitual

O AR5 do IPCC define o risco climático como: "o potencial que certas consequências (impactos) aconteçam onde algo valioso está em jogo e onde o resultado está incerto" (IPCC, 2014, p. 5, tradução própria).

Conforme demonstra a Figura 1, o risco é o resultado da interação entre as componentes de "ameaça", "exposição" e "vulnerabilidade". Ele pode ser desencadeado tanto por processos naturais ligados à variabilidade do clima, quanto pela mudança do clima derivada das emissões de GEE na atmosfera e pela mudança de uso do solo perpetrada por processos socioeconômicos. As alterações climáticas, sejam elas naturais ou induzidas pelo ser humano, podem evoluir para uma "ameaça" climática que, conforme o AR5 seria definida como:

> Potencial ocorrência relacionada com o clima de um evento físico ou tendência ou impacto físico, seja ele natural ou induzido pelo homem, que possa causar perda de vidas, danos, impactos à saúde, danificar ou destruir propriedades, infraestruturas, sustentos, provisão de serviço, ecossistemas e recursos naturais (IPCC, 2014, p. 5, tradução própria).

As consequências das ameaças climáticas podem ter diferentes níveis de gravidade, dependendo, por exemplo, da densidade demográfica e da natureza da ocupação dos locais em que elas acontecem. O AR5 define esta componente do risco climático como "exposição", ou seja: " A presença de pessoas, sustentos, espécies, ecossistemas, funções ambientais, serviços ou recursos, infraestrutura, bens econômicos, sociais ou culturais em lugares e locais que possam ser afetados negativamente" (IPCC, 2014, p. 5, tradução própria).

As características físicas, biológicas e socioeconômicas destes locais possivelmente afetados pelas ameaças climáticas, também desempenham um papel fundamental na definição do risco climático. Essa componente é chamada pelo AR5 de "vulnerabilidade" e representa a predisposição de um contexto a ser negativamente afetado pelas ameaças climáticas. Por sua vez, a "vulnerabilidade" se compõe de fatores de "sensibilidade" e "capacidade", onde: os fatores de "sensibilidade" representam essas características físicas, biológicas e socioeconômicas que deixam um sistema ou setor vulnerável às ameaças climáticas; e os fatores de "capacidade" representam aquelas habilidades potencialmente presentes em algumas sociedades e comunidades para reagir e se preparar às ameaças presente e futuras, e se referem a aspectos ligados aos conhecimentos e tecnologias disponíveis num dado contexto, mas também à qualidade de suas instituições e economia. Os fatores de "capacidade" tanto podem ser entendidos como "capacidades de enfrentamento" a choques causados pelas ameaças climáticas, quanto como "capacidades adaptativas" a estresses de longo prazo, e que podem ser superados através do desenvolvimento da resiliência no contexto em questão.

É através da consideração de todos estes aspectos que é possível definir quais "riscos" podem atingir um sistema e com que intensidade eles poderão afetar. Quando um risco se concretiza, é chamado de "impacto" e, conforme demonstra a Figura 1, ele pode reverberar nas nossas sociedades e economias, criando o círculo vicioso que origina a crise climática.

Porém, esses mesmos processos socioeconômicos que nos aproximam cada dia mais de um futuro distópico, também podem transformar esse efeito em cadeia num círculo virtuoso, através de ações de mitigação e adaptação das mudanças do clima, governança inovadora e tendências socioeconômicas regenerativas.

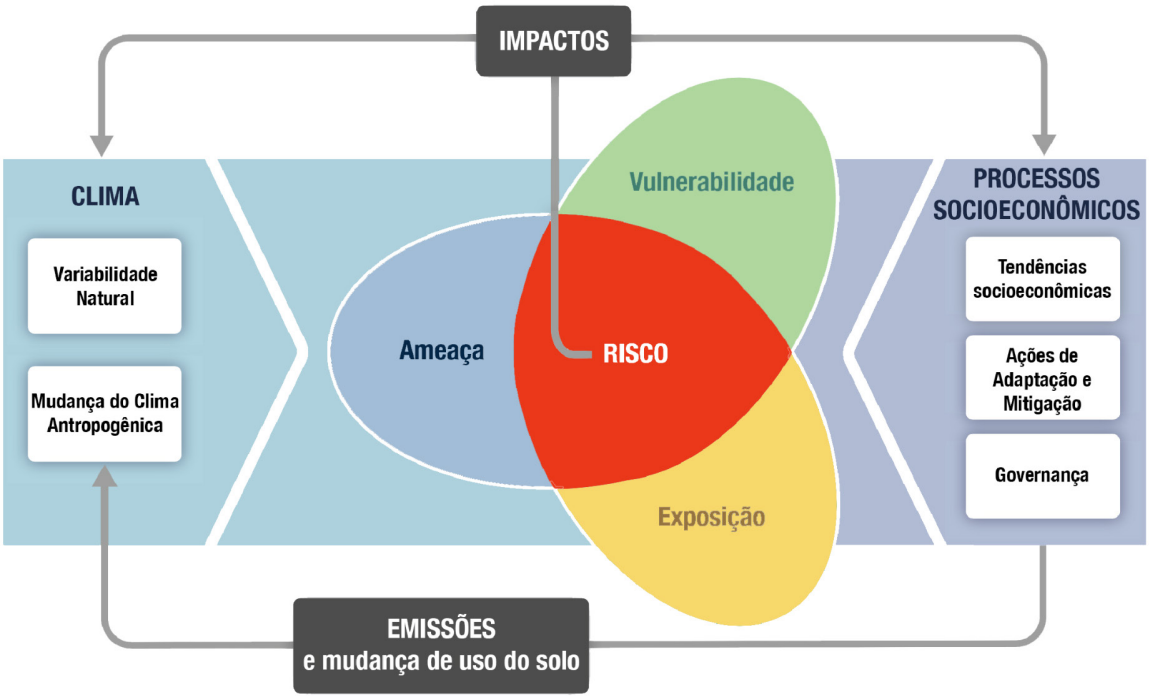


Figura 1: Marco conceitual do AR5 que dispõe sobre risco climático

Fonte: Adaptado de IPCC (2014, p. 3,a tradução própria).

As potencialidades de redução do risco climático serão melhor abordadas na seção de resultados deste artigo, mas para começar a compreender melhor as relações causais entre as componentes que direcionam o risco climático, a Figura 2 as apresenta organizadas na estrutura de uma cadeia de impacto.

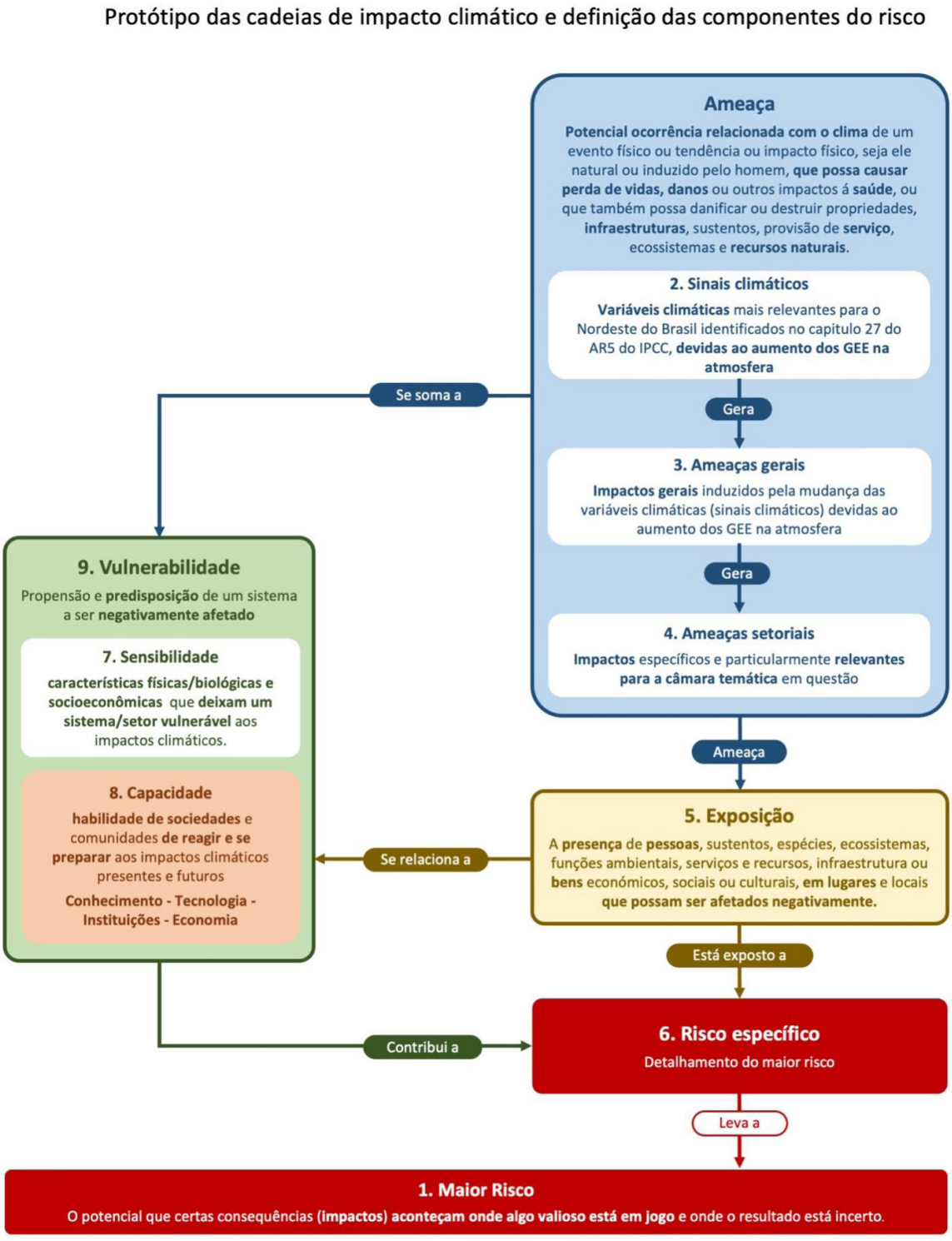


Figura 2: Definições das componentes do risco climático e suas relações causais
Fonte: PMS (2020, p. 251).

A cadeia de impacto pode ser utilizada para analisar:

1. As causas e os efeitos que levam ao risco climático de um dado setor da economia ou local;
2. Quantificar o percentual de risco climático para esse setor ou local;

2 Definir o potencial de redução do risco climático das medidas de adaptação propostas.

A produção de cadeias de impacto deve se dar através de um processo participativo com os representantes dos diversos setores do contexto em questão. A estrutura e visualização de uma cadeia de impacto podem variar muito em função do seu nível de complexidade, contudo, independente do seu detalhamento, ela deverá ser a mais concreta e clara possível. Esse trabalho de cocriação segue as nove etapas ilustradas na Figura 2:

1. Primeiramente define-se o maior risco para o setor ou local estudado;
   O segundo passo busca identificar as ameaças climáticas que podem colocar o setor estudado em risco. Para facilitar o entendimento das relações causais, as ameaças podem ser divididas em:
2. Sinais climáticos, ou variáveis climáticas relevantes para o local em questão;
3. Ameaças gerais, ou consequências dos sinais climáticos para esse local;
4. Ameaças setoriais, ou consequências específicas para o setor estudado;
5. Uma vez identificadas as ameaças, é possível apontar os elementos do setor por elas impactados, ou seja, os fatores de exposição;
6. Tais fatores estão expostos a riscos específicos que direta ou indiretamente levam ao maior risco evidenciado no primeiro passo;
7. Neste ponto, identifica-se os fatores de sensibilidade que somando-se às ameaças climáticas, potencializam o risco de impactos nos elementos expostos;
8. Porém, tais sensibilidades podem ser amenizadas por fatores de capacidade do setor em questão, levando assim a uma redução do risco climático;
9. O último passo, é relacionar os fatores de sensibilidade e capacidade cuja ligação determina vulnerabilidades específicas do setor estudado que, direta ou indiretamente, contribuem aos riscos específicos previamente identificados no passo 6;

Uma vez identificados os fatores que causam o risco climático e apontadas as relações causais entre eles, é possível passar à mensuração do risco climático.

O método de mensuração do risco climático, proposto pela GIZ (2017) se divide em quatro etapas:

1. Identificação dos indicadores para cada fator das cadeias de impacto;
2. Aquisição dos dados relativos a cada indicador;
3. Normalização dos dados dos vários indicadores;
4. Definição do peso e agregação dos indicadores.

IDENTIFICAÇÃO DOS INDICADORES

De acordo com GIZ (2014) é possível quantificar cada fator de uma cadeia de impacto climático através de indicadores, ou seja, parâmetros que fornecem informações, estados específicos ou condições que não são diretamente mensuráveis. A GIZ (2014) define um bom indicador como aquele que é:

1. Válido e relevante - representa bem o fator em avaliação;
2. Confiável, credível e disponível no tempo, garantindo a manutenção do monitoramento no futuro;
3. Preciso quanto ao seu significado, havendo consenso sobre o que o indicador mede no contexto da avaliação do risco;
4. Claro na sua tendência, ou seja, um aumento em seu valor é, inequivocamente, positivo ou negativo, em relação ao fator e à componente de risco;
5. Prático e acessível, vem de fontes de dados disponíveis;
6. Apropriado - a resolução temporal e espacial do indicador é apropriada para a avaliação do risco.

O Quadro 1 sugere as tipologias de indicadores mais efetivos para cada componente do risco climático.

Quadro 1: Tipologias de indicadores para a quantificação das componentes do risco climático

N.	Componente		Definição	Tipologia
1	Ameaça		Potencial ocorrência de um evento relacionado com o clima [...] que possa causar danos ou perdas [...].	Parâmetros climáticos diretamente mensuráveis.
2	Vulnerabilidade	Sensibilidade	Características [...] que deixam um sistema sensível aos impactos climáticos.	Indicadores biofísicos, físicos e de natureza socioeconômica.
3		Capacidade	Habilidades [...] de reagir e se preparar aos impactos climáticos.	Indicadores menos diretos e evidentes, mas que refletem abertura à inovação.
4	Exposição		Presença de algo de valor em lugares que possam ser impactados.	Números, densidades e proporções.
5	Risco		Potencial que os impactos aconteçam onde algo de valor está em jogo.	Complementam os indicadores das outras componentes.

Fonte: Elaboração própria com base nas diretrizes de GIZ, 2014.

Na identificação dos indicadores é importante verificar:

1. Se a abrangência e escala espacial do indicador servem para o propósito da análise, por exemplo, se se trata de um dado na escala de município, bairro ou setor censitário;
2. Qual é o período temporal que o indicador precisa cobrir, se se trata de uma série histórica ou de uma projeção futura, e com quais intervalos de tempo é necessário monitorar esse dado;
3. Se o indicador já existe ou é facilmente calculável, se os dados são acessíveis e provêm de fontes confiáveis.

AQUISIÇÃO DOS DADOS RELATIVOS A CADA INDICADOR

A seção anterior evidenciou a importância de ter acesso a dados de fontes confiáveis e no formato correto. Entretanto, isto nem sempre é possível, sobretudo quando da avaliação do risco climático no Brasil. Mas a ausência de dados não impede a utilização de cadeias de impacto climático, pelo contrário, elas permitem recorrer à utilização de pesquisas, análise espaciais, modelos e opiniões de especialistas para suprir essa ausência, a exemplo dos listados a seguir:

1. Análise Espacial: "As análises espaciais são utilizadas quando o cálculo do fator tem um componente espacial relevante, como a concentração de negócios, pessoas ou patrimônio";
2. Pesquisa com *Stakeholders*: "A estratégia de elaboração de questionários de consulta aos *Stakeholders* tem como objetivo avaliar fatores que demandam conhecimentos muito específicos sobre a realidade local onde somente os atores diretamente envolvidos seriam capazes de os analisar. Muitos desses fatores também se caracterizam por ter um caráter intangível";
3. Pesquisa com Usuários: "Desenvolvida com o objetivo de avaliar fatores que têm relação com os interesses e preferências dos usuários/moradores de um determinado serviço ou local".
4. Fatores do tipo *dummy*: "Alguns fatores podem ser estruturados de forma apenas a atestar sobre sua existência ou inexistência de determinada capacidade" (TRIDELLO; CISALPINO; SPINOLA, 2021, p. 33).

NORMALIZAÇÃO DOS DADOS DOS VÁRIOS INDICADORES

Um universo de dados de origem e natureza tão diferentes também apresenta unidades de medidas variadas. Esses dados precisam ser normalizados em valores de 0 a 1 antes de proceder à sua agregação nas cadeias. A GIZ (2014) sugere a aplicação da seguinte fórmula para indicadores que utilizam uma escala métrica.

$$Xi,\ 0\ to\ 1 = Xi - XMin\ /\ XMax - XMin \quad (1)$$

Onde:
Xi representa o valor a ser transformado;
XMin o valor mais baixo do indicador;
XMax o valor mais alto do indicador;
Xi, 0 to 1 o valor normalizado.

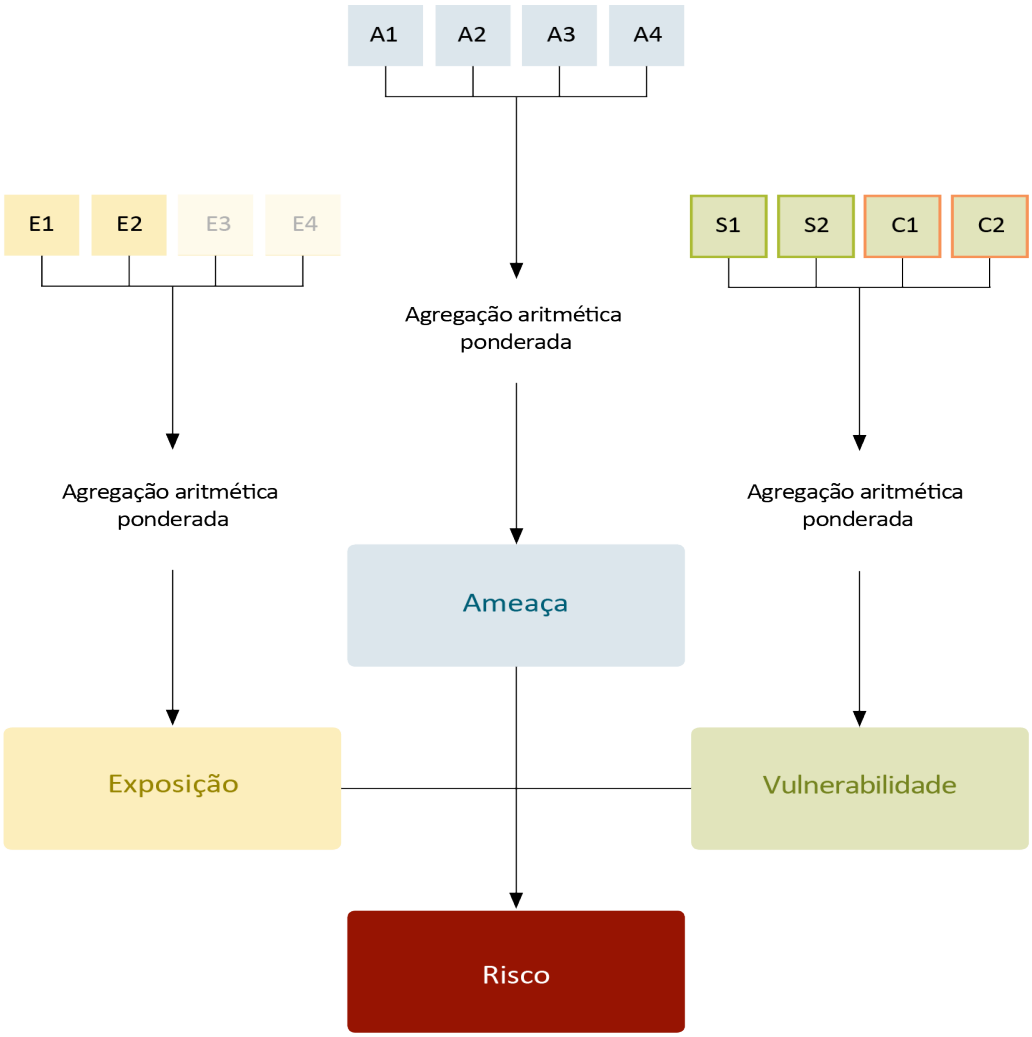
Uma vez transformado o dado num valor de 0 a 1 é importante verificar sua tendência, pois valores baixos representam condições positivas (de baixo risco) e valores altos refletem condições negativas (de alto risco). Caso seja necessário corrigir a tendência do valor normalizado, será suficiente subtraí-lo de 1:

$$1 - Xi,\ 0\ to\ 1 \quad (2)$$

DETERMINAÇÃO DO PESO E AGREGAÇÃO DOS INDICADORES

Num contexto em que a maior parte dos dados esteja disponível, a quantificação do risco climático tende a ser uma etapa estritamente técnica com pouca participação da sociedade. Para evitar a imposição *top-down* dos resultados deste cálculo, a GIZ (2014) sugere atribuir um peso por cada indicador da cadeia de impacto através de um processo participativo. O envolvimento de diferentes atores desencadeia um processo de apropriação da comunidade aos resultados construídos coletivamente. Este processo de legitimação proporciona credibilidade à análise e leva a aumentar as chances de aceitação dos resultados.

Uma vez definidos os pesos dos fatores normalizados da cadeia de impacto graças às contribuições dos *stakeholders*, é possível agregá-los para calcular o percentual de risco climático num dado contexto. Para fazer isso, GIZ (2017) sugere a aplicação da metodologia exposta na Figura 3.



$$\text{Risco} = \frac{(\text{Ameaça x peso}_A) + (\text{Vulnerabilidade x peso}_V) + (\text{Exposição x peso}_E)}{\text{peso}_A + \text{peso}_V + \text{peso}_E} \quad (3)$$

Figura 3: Metodologia de agregação dos fatores da cadeia de impacto para o cálculo do risco climático
Fonte: GIZ (2017, p. 51, tradução própria).

Continua

Porém, utilizando a fórmula (3), no momento do cálculo do risco climático perde-se a estrutura causal da cadeia de impacto. A próxima seção sugere uma adaptação da metodologia da GIZ e EURAC (2017) moldando-a à estrutura de uma cadeia de impacto climático, utilizando como exemplo o estudo realizado para o turismo de Salvador.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção apresenta-se o método desenvolvido pelos autores no âmbito do estudo "Análise e Mensuração Econômica dos Riscos associados às Mudanças do Clima para o Setor de Turismo, e identificação de medidas de adaptação em Salvador - BA". O Estudo foi uma iniciativa da Prefeitura de Salvador e foi desenvolvido entre os meses de julho de 2020 e dezembro de 2021 graças ao apoio da GIZ, através do projeto ProAdapta. Seu principal objetivo foi:

> "avaliar os impactos da mudança do clima no setor do turismo em Salvador, considerando a dimensão econômica, social e ambiental, e desenvolver propostas concretas, no domínio das estruturas de financiamento e incentivos existentes ou novos e das relações custo-benefício, para medidas de adaptação" (TRIDELLO; CISALPINO; SPINOLA, 2021, p.13).

O interesse em desenvolver o Estudo derivou da percepção sobre os prejuízos que a mudança do clima poderia trazer para o turismo da Cidade, setor que representa em torno de 5% do PIB Municipal, e que atraiu, em 2019, quase 10 milhões de visitantes. Salvador é um destino completo, cuja oferta atende a variados segmentos de mercado que, a depender do perfil dos turistas que os procuram e do rol de atividades que são praticadas, dependem do clima com maior ou menor intensidade (TRIDELLO; CISALPINO; SPINOLA, 2021).

Complementarmente, o Plano de Ação Climática do Município (2020) apontou um recrudescimento das condições climáticas na Cidade nos próximos anos, que poderá chegar a enfrentar até 294 dias com temperaturas acima de 30°C em 2100, se medidas de adaptação ou mitigação não forem adotadas. As causas da crise climática são globais, mas seus efeitos atingem o planeta de forma desigual no nível local. Salvador, por ser uma cidade costeira, localizada na faixa intertropical do litoral oriental do continente americano, será também consideravelmente impactada pela elevação do nível do mar que poderá alcançar os 80 cm sobre o nível médio do mar até 2100 (PMS, 2020). Essas mudanças junto com as alterações dos padrões de chuva, mais espaçadas e intensas, já começaram a afetar a Cidade e sua economia, pois de acordo com Tridello, Cisalpino e Spinola (2021), em 2021, Salvador perdeu R$ 200 milhões por causa dos impactos das mudanças do clima no turismo, valor que acumulado até 2100 poderia chegar a R$ 1,4 trilhões.

Para alcançar o objetivo do Estudo acima citado, os autores desenvolveram análises para o Turismo de Salvador em Geral, mas também focando sobre quatro de seus segmentos mais representativos: o Turismo Histórico-cultural e Religioso, o Turismo de Praia e Recreação, o Turismo de Entretenimento e o Turismo de Negócios.

Através de um processo participativo de cinco oficinas, foram elaboradas cinco cadeias de impacto climático, uma para cada segmento estudado e para o setor de turismo como um todo. Dessa forma, foi possível identificar os fatores que expõem o turismo de Salvador aos riscos derivados das mudanças do clima, mensurar o nível desses riscos e identificar possíveis medidas de adaptação para amenizá-los.

Tais análises, evidenciaram que o Turismo Histórico-cultural e Religioso seria um dos segmentos mais impactados, devido ao seu público majoritariamente idoso e, portanto, mais sensível às variações climáticas e à localização de seus atrativos, em áreas da cidade pouco arborizadas e quentes ou suscetíveis a inundações e alagamentos. Por este motivo, neste artigo, a título de exemplificação, escolheu-se trabalhar com um extrato da cadeia de impacto deste segmento.

De uma maneira geral, o estudo concluiu que o segmento de Turismo Histórico-cultural Religioso está exposto aos riscos de:

1. Perda de qualidade dos roteiros;
2. Perda de visitação;
3. Perda do patrimônio tombado e;
4. Perda de práticas afro-religiosas.

Direta ou indiretamente todos esses fatores de risco climático podem levar a uma perda econômica do 30,9% para este segmento ainda hoje, com perspectiva de alcançar os 36%, em 2100, se nada for feito (TRIDELLO; CISALPINO; SPINOLA, 2021).

Através da Figura 4 este artigo apresenta um trecho simplificado da cadeia de impacto climático do segmento de Turismo Histórico-cultural e Religioso de Salvador, que permite mensurar o risco de perda de visitação do Centro Antigo da Cidade, devido à ameaça de aumento de focos de arboviroses, esperado para 2030. Esta ameaça decorre do aumento da temperatura atmosférica e das chuvas extremas, e é potencializada pela presença de ruínas e casarões abandonados no Centro Antigo de Salvador onde o descaso e o acúmulo de água de chuva favorece a proliferação de vetores de dengue, zika e chikungunya.

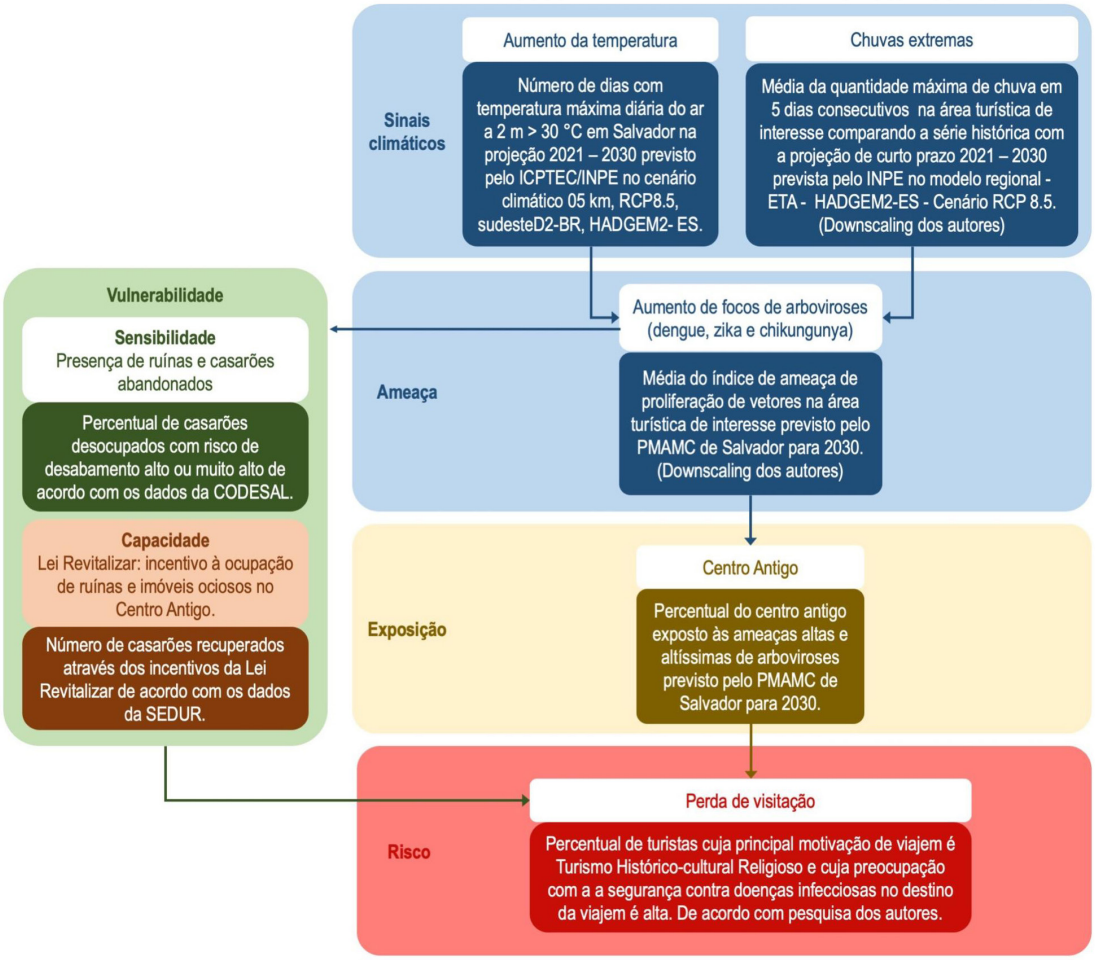


Figura 4: Extrato da cadeia de impacto climático do segmento de Turismo Histórico-cultural e Religioso de Salvador e seus indicadores, cenário 2030

Fonte: Tridello, Cisalpino e Spinola (2021).

Além de indicar as causas que podem levar ao risco de perda de visitação do Centro Antigo, a Figura 4 aponta os indicadores utilizados para quantificar cada um dos fatores da cadeia de impacto em questão.

O Estudo utilizou sobretudo dados existentes, como no caso do número de dias com temperatura máxima acima de 30°C em Salvador para a mensuração do aumento da temperatura em 2030. Porém, quando os dados não estavam disponíveis, foram desenvolvidas análises espaciais para a quantificação dos fatores de ameaça e exposição, a exemplo da identificação e quantificação das áreas do Centro Antigo ameaçadas por focos de arboviroses.

Para alguns fatores de exposição e vulnerabilidade, também se recorreu a variáveis do tipo *dummy*, ou seja, valores iguais a 0 ou 1 respectivamente relacionados à ausência ou presença de um determinado fator.

Também foram realizadas pesquisas com potenciais turistas de Salvador, que permitiram definir o peso dos riscos, como é o caso do percentual de perda de visitação, calculado graças às respostas de turistas preocupados com doenças infecciosas cuja principal motivação de viagem é o Turismo Histórico-cultural e Religioso.

Enfim, uma pesquisa com os *stakeholders* permitiu mensurar as vulnerabilidades do setor e as capacidades das iniciativas existentes na Cidade para amenizá-las. Por

stakeholders entendeu-se um público estratégico, formado por indivíduos ou grupos que possuíam interesses relacionados com o Estudo e que podiam, de alguma maneira e medida, influenciar em seus resultados e, portanto, deviam ser envolvidos na identificação dos fatores de uma cadeia de impacto climático e na atribuição dos pesos de seus fatores.

Existem diferentes metodologias de seleção de grupos alvo, os passos utilizados por este estudo foram:

1. Identificação das partes interessadas e suas informações;
2. Análise Poder x Interesse dos indivíduos selecionados;
3. Análise do equilíbrio da composição da lista de *stakeholders* quanto a representatividade de diversos setores, gêneros e etnias;
4. Definição de um plano de abordagem para cada conjunto de interessados, ou seja:

    a. "Aproveitar" ao máximo a participação de atores com alto nível de poder e interesse, ou seja, o grupo alvo;
    b. "Envolver" com constância e veemência atores com alto nível de poder, mas baixo nível de interesse, cuja eventual inclusão no grupo alvo possa agregar valor ao Estudo;
    c. "Informar" continuamente grupos com alto nível de interesse, mas baixo nível de poder para que estes atores não se sintam excluídos;
    d. "Monitorar" periodicamente grupos com baixo nível de poder e interesse no Estudo para verificar a insurgência e evolução de novo eventuais stakeholders a serem incluídos no grupo alvo

Essas quatro etapas permitiram a seleção de um grupo alvo de 109 participantes entre os representantes da Administração Municipal, *Trade* Turístico, Academia e Sociedade Civil, cujas percepções foram incorporadas ao Estudo por intermédio do preenchimento de questionários específicos com escalas de avaliação do tipo *Likert* para cada parâmetro.

AGREGAÇÃO DOS FATORES DE SENSIBILIDADE E CAPACIDADE PARA O CÁLCULO DA VULNERABILIDADE

Seguindo adiante, para chegar a quantificar o risco climático foi necessário primeiramente agregar os fatores de sensibilidade e capacidade que compõem as vulnerabilidades de um sistema. A seguinte fórmula (4) propõe uma solução de cálculo da vulnerabilidade (V) onde o fator de capacidade (C) consegue reduzir o valor do fator de sensibilidade (S) em até 50% (caso seu peso seja 1):

$$V = S - (C * (0{,}5 * S)) \quad (4)$$

A Tabela 1 exemplifica este cálculo utilizando como base a cadeia de impacto climático da Figura 4.

Tabela 1: Exemplo de cálculo da vulnerabilidade referente ao estado do patrimônio no Centro Antigo de Salvador

Id	Componente	Fator	Indicador	Valor	Normalização
S	Sensibilidade	Presença de ruínas e casarões abandonados.	Percentual de casarões desocupados com risco de desabamento alto ou muito alto de acordo com os dados da Defesa Civil de Salvador -CODESAL.	14%	0,14
C	Capacidade	Lei Revitalizar: incentivo à ocupação de ruínas e imóveis ociosos no Centro Antigo.	Número de casarões recuperados através dos incentivos da Lei Revitalizar de acordo com os dados da Secretaria Municipal de Desenvolvimento e Urbanismo -SEDUR.	51	0,28
V	Vulnerabilidade	*0,14 - (0,28* (0,5* 0,14))*			0,12

Fonte: Tridello, Cisalpino e Spinola, 2021.

AGREGAÇÃO DOS FATORES DE AMEAÇA, EXPOSIÇÃO E VULNERABILIDADE PARA O CÁLCULO DO RISCO CLIMÁTICO

Na próxima etapa, para a agregação dos fatores de ameaça, exposição e vulnerabilidade utilizou-se o *software "Numbers"*, e foi necessário simplificar levemente as cadeias de impacto, conectando as ameaças diretamente aos riscos por elas causados e mantendo os fatores de exposição e de vulnerabilidade conectados unicamente com os riscos aos quais contribuem, como na Figura 5. Nesta ilustração, as setas que conectam os fatores das cadeias de impacto orientam o cálculo através de uma combinação linear que parte das ameaças e vai até o risco.

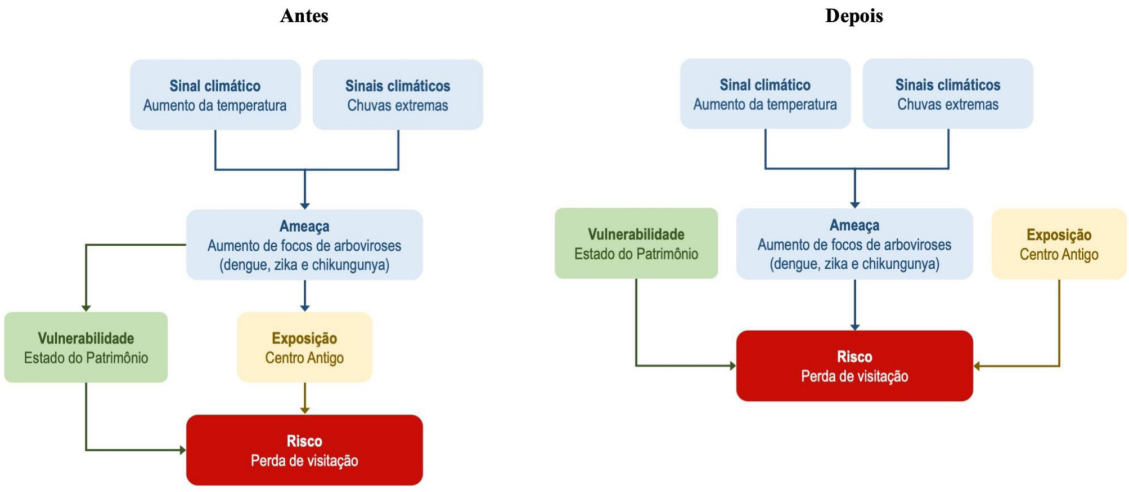


Figura 5: Antes e depois da simplificação do extrato da cadeia de impacto climático do Turismo Histórico-cultural e Religioso de Salvador

Fonte: Elaboração própria com base em Tridello, Cisalpino e Spinola (2021).

A Figura 6 ilustra um exemplo simples de combinação linear para o cálculo do risco de perda de visitação no Centro Antigo de Salvador devido ao aumento dos focos de arboviroses e ao estado de abandono do patrimônio.

O aumento de focos de arboviroses é o resultado da média do aumento da temperatura e das chuvas extremas (ambos oriundos de dados existentes), multiplicadas pelo peso do fator de aumento de focos de arboviroses, calculado com base nas projeções do PMAMC para a proliferação de vetores de doenças na área turística de Salvador. Por sua vez, o aumento de focos de arboviroses é utilizado para o cálculo do risco de perda de visitação. O resultado se deve à média desta ameaça com a exposição do Centro Antigo e a vulnerabilidade do estado do patrimônio, todas conectadas ao fator de risco e multiplicadas pelo peso deste fator, o qual foi calculado com base no questionário de aplicado com os turistas.

No exemplo ilustrado na Figura 6, o risco de perda de visitação do Centro Antigo devido ao aumento de focos de arboviroses entre suas ruínas é de 15 pontos percentuais.

Esta metodologia pode ser aplicada a qualquer cadeia de impacto que siga a lógica causal da Figura 6, independentemente do seu nível de complexidade.

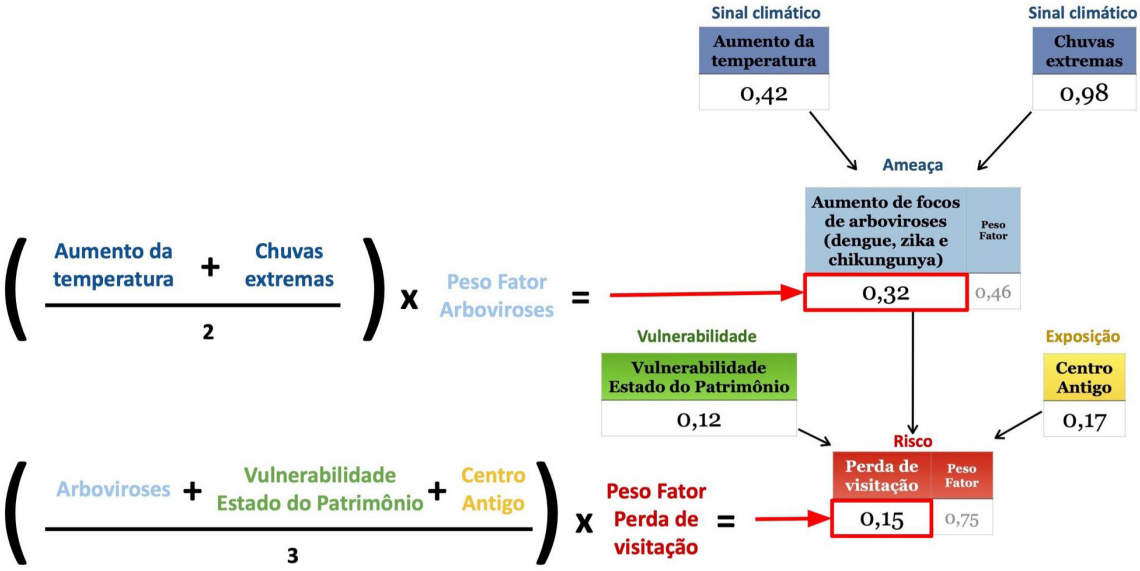


Figura 6: Exemplo de combinação linear para o cálculo do risco de perda de visitação devida ao aumento de focos de arboviroses no Centro Antigo de Salvador[1]

Fonte: Tridello, Cisalpino e Spinola (2021, p. 35).

AGREGAÇÃO DE MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO PARA O CÁLCULO DA REDUÇÃO DO RISCO CLIMÁTICO

Uma vez tendo estimado o risco, as cadeias de impacto climático também podem ser utilizadas para a estimativa da sua redução em função da eventual implementação de uma medida de adaptação, conforme a Figura 7. Segundo a GIZ (2017):

1 Os valores referentes a cada fator da cadeia de impacto são oriundos dos dados explicitados na Figura 4 e foram normalizados seguindo a metodologia apresentada neste artigo.

> As medidas de adaptação podem reduzir o risco diminuindo a vulnerabilidade e, em alguns casos, a exposição. A vulnerabilidade pode ser reduzida diminuindo a sensibilidade ou aumentando a capacidade (GIZ 2017, p. 19, Tradução própria).

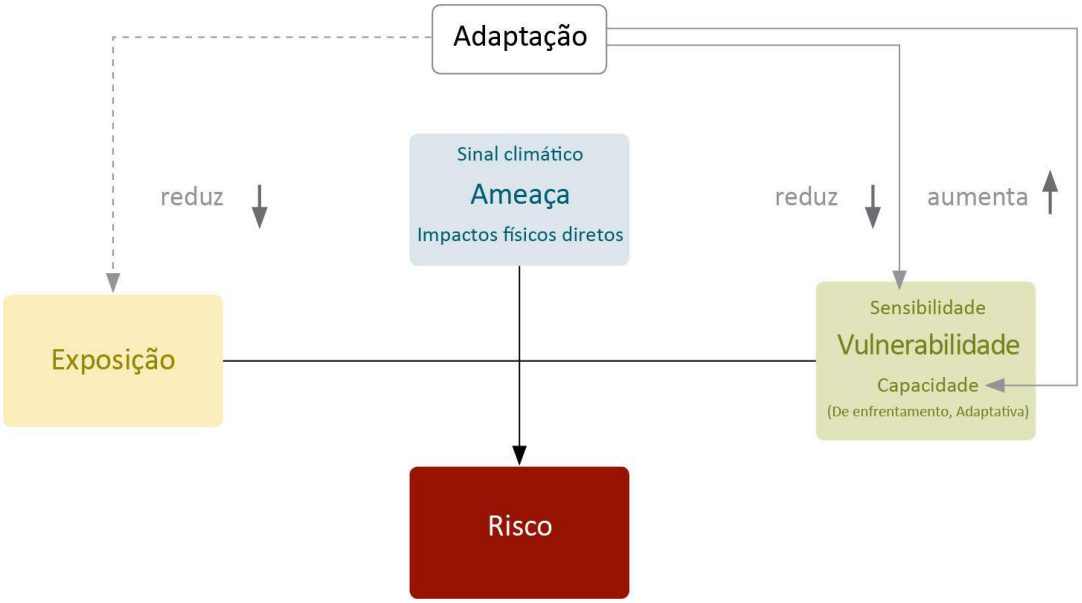


Figura 7: Representação do efeito das medidas de adaptação na redução do risco, da vulnerabilidade e da exposição
Fonte: GIZ (2017, p. 19).

O presente estudo buscou calcular o benefício de uma medida de adaptação através de uma avaliação participativa que definisse o peso de cada uma delas de acordo com alguns critérios relevantes, tendo sido utilizados nove critérios de avaliação tematicamente afins aos fatores de sensibilidade das cadeias de impacto elaboradas em conjunto com os *stakeholders*:

1. Competitividade do Turismo;
2. Benefícios Ambientais;
3. Benefícios Econômicos e Sociais;
4. Saúde e Bem-estar;
5. Infraestrutura Urbana e Mobilidade;
6. Engajamento do Setor Privado;
7. Engajamento da Sociedade Civil;
8. Viabilidade Financeira;
9. Viabilidade de Execução.

No que se refere ao exemplo mencionado nesse artigo, os participantes do estudo foram chamados a atribuir um valor de 1 a 5 (onde 5 era a nota mais alta) para cada um destes aspectos relativos à medida de adaptação "Lei revitalizar no clima", uma revisão da homônima lei "para incentivar a ocupação de ruínas e imóveis ociosos no Centro Antigo, incluindo a lente climática na instalação de funções residenciais, comerciais e turístico- culturais" (TRIDELLO; CISALPINO; SPINOLA, 2021, p. 117).

Considerando que os primeiros três critérios teriam o dobro do peso dos demais por versar ao redor dos três principais pilares temáticos do Estudo (turismo, mudanças

do clima e economia), a média ponderada das notas atribuídas pelos *stakeholders* aos nove critérios de avaliação da medida, definiram um peso total de 4,4 pontos para "Lei revitalizar no clima", que normalizado em valores de 0 a 1 resultou no valor de 0,88.

Uma vez definido o peso da medida de adaptação (M), foi possível relacioná-la aos fatores de vulnerabilidade (V) e de exposição (E) que ela é capaz de reduzir e definir com que intensidade se daria essa redução (Cr) oriunda da nota atribuída pelos stakeholders ao critério tematicamente relacionado à vulnerabilidade e exposição em questão A inserção da medida de adaptação numa cadeia de impacto se dá através das seguintes fórmulas:

$$Redução\ Exposição = E - (M \times (Cr\ afim\ a\ E \times E)) \quad (5)$$

$$Redução\ Vulnerabilidade = V - (M \times (Cr\ afim\ a\ V \times V)) \quad (6)$$

A Figura 8 traz um exemplo simples de aplicação das fórmulas acima. Neste caso, a medida "Lei revitalizar no clima" seria capaz de influenciar positivamente tanto no estado do patrimônio quanto na exposição do Centro Antigo de Salvador à ameaça climática de arboviroses. Conectando-se ao fator de vulnerabilidade "Estado do Patrimônio" e ao fator de exposição do "Centro Antigo", a medida de adaptação "Lei revitalizar no clima" (uma revisão da homônima lei que inclui a lente climática na instalação de funções residenciais, comerciais e turístico-culturais revitalizadas) é capaz de reduzir o risco de perda de visitação do Centro Antigo em até 5 pontos percentuais, ou seja, dos 15 pontos apresentados na Figura 6, aos 10 pontos da Figura 8.

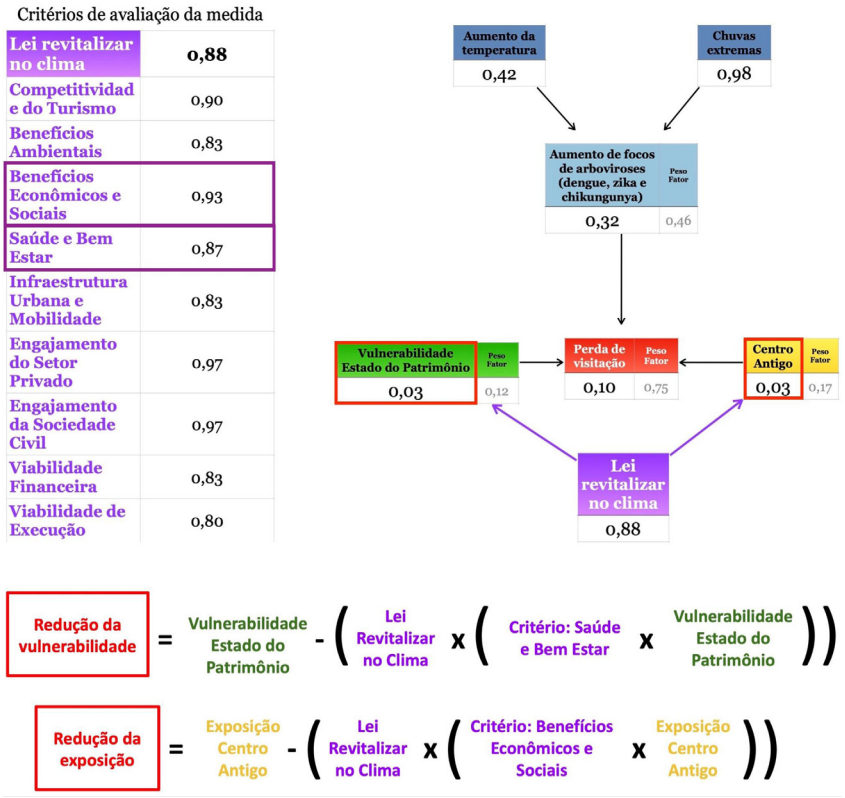


Figura 8: Exemplo de redução dos fatores de vulnerabilidade e exposição por parte de uma medida de adaptação numa cadeia de impacto climático

Fonte: Tridello, Cisalpino e Spinola (2021).

O critério de avaliação escolhido como variável para definir a intensidade da redução da vulnerabilidade é "Saúde e Bem-estar" com valor 0,87, pois a recuperação dos imóveis que hoje estão em ruínas no Centro Antigo reduziria a chance de proliferação de vetores de dengue, *zika* e *chikungunya*. O critério "Benefícios Econômicos e Sociais" de valor 0,93, foi utilizado como variável de intensidade de redução da exposição "Centro Antigo", pois a medida de adaptação "Lei revitalizar no clima" contribuiria notavelmente no desenvolvimento econômico e social daquela área da cidade.

Analogamente à mensuração do risco climático, esta metodologia de cálculo de redução do risco por parte de uma medida de adaptação pode ser aplicada a qualquer cadeia de impacto que siga a lógica causal da Figura 8, independentemente do seu nível de complexidade.

CONCLUSÃO

Os impactos da mudança do clima têm sido cada vez mais sentidos no âmbito das cidades e, por consequência, começam a demandar a incorporação de esforços de mensuração e de adaptação/mitigação aos processos e instrumentos de planejamento urbano. Tais medidas, entretanto, muitas vezes não podem ser implementadas pela ausência de dados específicos ou pela limitação das metodologias existentes.

Este artigo apresenta os resultados de um estudo inédito realizado para o setor de Turismo da cidade de Salvador que propõe uma metodologia de mensuração do risco derivado da mudança do clima e de redução do mesmo por parte de medidas de adaptação, baseado na construção de cadeias de impacto, que pode ser utilizado por outros setores e municípios. Através dessa metodologia demonstrou-se que é possível quantificar o risco climático mesmo quando os dados para a sua avaliação não estejam disponíveis em sua totalidade, pois o conhecimento dos atores envolvidos na pesquisa pode suprir essa falta, ainda que este recurso demande um esforço maior de coleta, ao longo do tempo.

Aponta-se a importância e o cuidado na seleção dos atores a serem incluídos no processo de cocriação das cadeias de impacto, pois para elaborar uma cadeia que espelhe fielmente o contexto em questão, nenhum grupo militante ou interessado no tema estudado pode ser deixado de fora. Não é necessário possuir conhecimento técnico especializado em mudanças do clima para participar da cocriação de uma cadeia de impacto climático, porém é importante a orientação de um facilitador preparado sobre o tema.

Dessa forma, as cadeias de impacto mesclam estratégias distintas de aproveitamento dos dados disponíveis e os complementam com avaliações e análises espaciais, permitindo assim o preenchimento de lacunas de informações.

A exemplo do que foi ilustrado com parte da cadeia de Turismo Histórico-cultural e Religioso de Salvador, se repetida em intervalos de tempo regulares, a metodologia proposta permite monitorar o risco climático de um dado setor, servindo de base para testar a capacidade de redução do risco de medidas de adaptação que possam surgir de estudos futuros.

Destaca-se que a totalidade dos *softwares* e das referências para a aplicação desta metodologia são de livre acesso na *internet*, o que facilita a assimilação do conteúdo deste artigo por todos aqueles que queiram se aproximar ao tema.

As principais recomendações para a utilização desta metodologia no estudo dos impactos da mudança do clima em qualquer setor econômico, referem-se à cocriação das cadeias de impacto, pois estas devem representar uma simplificação fiel do sistema socioeconômico em questão, num efeito em cascata de causas e efeitos que levam até o risco climático. Para facilitar a quantificação deste risco, sugere-se que trabalhos futuros utilizem desde o começo nas análises o fluxograma simplificado apresentado na Figura 5.

Por fim, espera-se que este artigo possa inspirar e orientar pesquisas futuras, inclusive com a sua aplicação a outros setores da economia, contribuindo na corrida para um amanhã mais resiliente e de carbono zero.

REFERÊNCIAS

BARRIOS, S.; IBAÑEZ, J. Time is of the essence: adaptation of tourism demand to climate change in Europe. *Climatic Change*, v. 132, n. 4, p. 645 -660, 2015.

BHATTARAI, U. Tourism and climate change: socioeconomic implications, mitigation and adaptation measures. *International Journal of Environment*. v. 4, n. 2, p. 355-373, 2015.

BRYANT, E. *Natural hazards*. New York: Press Syndicate of the University of Cambridge, 1993.

BUJOSA, A.; RIERA, A.; TORRES, C. Valuing tourism demand attributes to guide climate change adaptation measures efficiently: the case of the Spanish domestic travel market. *Tourism Management*, v. 47, 233-239, 2015.

BURTON, I.; KATES, R.; WHITE, G. *The environment as hazard*. New York: Oxford University Press, 1978.

CASTRO, C.M; PEIXOTO, M. de O.; RIO, G. A. P. Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas. *Anuário do Instituto de Geociências,* UFRJ, v. 28, n. 2, p. 11-30, 2005.

COSTA, C. G. F.; HOLANDA, A.K. C.; DIAZ-AMBRONA C.G.H. Riesgo, Innovación y Desarrollo en un clima cambiante: el papel de las políticas de preparación para sequías y gestión de riesgo de desastres en Ceará, Brasil. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*. v. 5, n. 3, pp. 87-105, 2016.

CRUTZEN, P.; STORMER, E. The Anthropocene. *Global Change Newsletter*. v. 41, p. 17-18, 2000.

DEL CHIAPPA, G.; USAI, S.; COCCO, A.; ATZENI, M. Sustainable Tourism Development and Climate Change: A Supply-Side Perspective. *Journal of Tourism, Heritage & Services Marketing*, v. 4, n. 2, p. 3-9, 2018.

EGLER, C. A. Risco Ambiental como Critério de Gestão do Território. *Território*, v. 1, p. 31-41, 1996.

GALLINA, V.; TORRESAN, S.; CRITTO, A.; SPEROTTO, A.; GLADE, T.; MARCOMINI, A. A review of multi-risk methodologies for natural hazards: Consequences and challenges for a climate change impact assessment, *Journal of Environmental Management,* v. 168, p. 123-132, 2016.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT (GIZ*). The Vulnerability Sourcebook.* Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments. Bonn/ Eschborn.2014. Disponível em: <https://www.adaptationcommunity.net/download/ va/vulnerability-guides-manuals-reports/vuln_source_2017_EN.pdf> Acesso em: 10 dez. 2021.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT (GIZ). *Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook*. Guidance on how to apply the Vulnerability Sourcebook's approach with the new IPCC AR5 concept of climate risk. Bonn: 2017. Disponível em:: <https://www.adaptationcommunity.net/wp-content/uploads/2017/10/GIZ-2017_Risk-Supplement-to-the-Vulnerability-Sourcebook.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2021.

GRIMM I.; ALCÂNTARA, L.; SAMPAIO, C. O turismo no cenário das mudanças climáticas: impactos, possibilidades e desafios. *Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo*, v. 12, n. 3, p. 1-22, 2018.

HALL, C. M.; BAIRD, T.; JAMES, M.; RAM, Y., Climate change and cultural heritage: conservation and heritage tourism in the Anthropocene. *Journal of Heritage Tourism*, v. 11, n. 1, p. 10–24.2016.

HEIN, L.; METZGER, M.J.; MORENO, A. Potential impacts of climate change on tourism; a case study for Spain. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. v. 1, n. 2, p. 170-179, 2009.

HEWITT, K. *Regions of risk*: geographical introduction to disasters. Essex: Addison Wesley Longman, 1997.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *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.Cambridge University Press, Cambridge, UK/New York, USA, 2014. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2021.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *The Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 2014, Cambridge, UK, and New York: Cambridge University Press. Disponível em: https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/. Acesso em: 29 dez.2021.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *Climate Change 2021*: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. 2021.Disponível em: Sixth Assessment Report (ipcc.ch). Acesso em: 29 dez. 2021.

JAKERMAN, A. J.; LETCHER, R. A.; NORTON, J. P., Ten interative steps in development and evaluation of environmental models. *Environmental Modelling & Software*, v. 21, n. 5, p. 602−614, 2006.

JOPP, K.; DE LACY, T.; MAIR, J. Developing a framework for regional destination adaptation to climate change. *Current Issues in Tourism*. v. 13, n. 6, p. 591-605, 2010.

KÖBERL, J.; PRETTENTHALLER, F.E; BIRD, D. N. Modelling climate change impacts on tourism demand: A comparative study from Sardinia (Italy) and Cap Bon (Tunisia). *Science of the Total Environment*, v. 543, p. 1039 -1053, 2016.

LAMA, S.; DEVKOTA, B. Vulnerability of Mountain Communities to Climate Change and Adaptation Strategies. *Journal of Agriculture and Environment*, v. 10, p. 76-83, 2009.

LEMESIOS, G.; GIANNAKOPOULOS, C.; PAPADASKALOPOULOUS, A.; VAROTSOS, K.; MOUSTAKAS, K.; MALAMIS, D.; ZACHARIOU-DODOU, M.; PETRAKIS, M.; LOIZIDOU, M. Future heat-related climate change impacts on tourism industry in Cyprus. *Regional Environmental Change*, v. 16, n. 7, p. 1915 -1927, 2016.

MACKAY, E. The future of Caribbean tourism: competition and climate change implications. *Worldwide hospitality and tourism themes*, v. 9, n. 1, p. 44 -59, 2017.

MALLAMPALLI, V. R.; MAVROMMATI, G.; THOMPSON, J.; DUVENECK, M.; MEYER, S.; LINGMANN-ZIELINSKA, A.; DRUSCHKE, C. G.; HYCHKA, K.; KENNEY, M. A.; KOK, K. Methods for translating narrative scenarios into quantitative assessments of land use change. *Environmental Modelling & Software*., v. 82, p. 7-20, 2016.

MATZARAKIS, A.; DE FREITAS, C. R. (eds) *Proceedings of the first international workshop on climate, tourism and recreation*. - International Society of Biometeorology, Commissionon Climate Tourism and Recreation. 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication /2286302 90 _ Assessment_method_for_climate_and _tourism_based_on_daily_data. Acesso em: 29 nov. 2022.

MEYNECKE, J.; RICHARDS, R.; SAHIN, O. Whale watch or no watch: the Australian whale watching tourism industry and climate change. *Regional Environmental Change*, v. 17, n. 2, p. 477 -490, 2017.

MORENO, A.; BECKEN, S. A climate change vulnerability assessment methodology for coastal tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, v. 17, n. 4, p. 473–488, 2009.

NICHOLS, S. Implications of Climate Change for Rural Tourism in the Nordic Region. *Scandinavian Journal of hospitality and tourism*. v. 15, n. 1-2. p. 48 -72, 2015.

NJOROGE, J.M. Millennium development goals and climate change in Kenya. *African Journal of Hospitality, Tourism and Leisure*, v. 4, n. 1, p. 1-15, 2015.

PANDY, W. Tourism enterprises and climate change: some research imperatives. *African Journal of Hospitality, Tourism and Leisure*, v. 6, n. 4, p. 1- 16, 2017.

PHILIPS, M.; JONES, A.; THOMAS, T. Climate Change, Coastal Management and Acceptable Risk: Consequences for Tourism. *Journal of Coastal Research*, v.si, n. 85, p. 1411 -1415, 2018.

PINSKY, V.; KRUGLIANSKAS, I.; GOMES; REZAEE, C. Sustainability Research: A grounded theory approach in the field of climate change. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*. v. 8, n. 3, p.468-488, 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SALVADOR (PMS) *PMAMC- Plano de mitigação e adaptação às mudanças do clima em Salvador.* .2020. Disponível em: <http://sustentabilidade.salvador.ba.gov.br/wp-content/uploads/2020-/12/VersaoCompletaPMAMC .pdf>. Acesso em: 10 dez. 2021

ROGERSON, C. Climate change, tourism and local economic development in South Africa. *The Journal of the Local Economy Policy*, v. 31, n. 1-2, p. 322-331, 2016.

SIFOLO, P.; HENAMA, U. Implications of climate change for Tourism in Africa. *Geo Journal of Tourism and Geosites*, v. 20, n. 2, p. 198, 2017.

SILVEIRA, R.D. *Risco climático, vulnerabilidade socioespacial e eventos climáticos extremos relacionados ao calor e ao frio no estado do Rio Grande do Sul- Brasil.* 377 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2014.

STEWART, E. Implications of climate change for glacier tourism. *Tourism geographies*. v. 18, n. 4, p. 377-398, 2016.

TERZI, S.; TORRESAN, S.; SCHNEIDERBAUER, S.; CRITTO, A.; ZEBICH, M.; MARCOMINI A. Multi-risk assessment in mountain regions: A review of modelling approaches for climate change adaptation. *Journal of Environmental Management*, v. 232, p. 759-771, 2019.

TRIDELLO, V.; SPINOLA, C.; CISALPINO, T. *50 Boas Ideias para um Turismo + Resiliente em Salvador*, 2021. Disponível em: <http://sustentabilidade.salvador.ba.gov.br/wp-content/uploads/2021/12/E-book-50-Boas-Ideias-para-um-Turismo-Resiliente-em-Salvador-FINAL-LEVE.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2021.

UYARRA, M. C.; CÔTÉ, I.M.; GILL, J. A.; TINCH, R.; VINER, D.; WATKINSON, A. R. Island-Specific Preferences of Tourists for Environmental Features: Implications of Climate Change for Tourism-Dependent States. *Environmental Conservation*, v. 32, n. 1, p. 11-19, 2005.

VEYRET, Y. (org.).*Os riscos*: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007.

YAN, Y.; ZHANG, Y.; SHAN, P.; ZHAO, C.; WHANG, C; DENG, H. Snow cover dynamics in and around the Shangri-La County, southeast margin of the Tibetan Plateau, 1974-2012: the influence of climate change and local tourism activities. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, v. 22, n. 2 p. 156 -164, 2015.

VALENTINA TRIDELLO

Arquiteta e mestre em urbanismo, especializada em adaptação às mudanças do clima para cidades e territórios. Diretora da empresa Aiyê e consultora de longo prazo da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).

E-mail: tridellov@gmail.com

CAROLINA DE ANDRADE SPINOLA

Doutora em Geografia. Professora Titular do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Urbano da Universidade Salvador - UNIFACS. Líder do Grupo de Pesquisas em Turismo e Meio Ambiente. *E-mail*: carolina.spinola@unifacs.br

TIAGO CISALPINO PINHEIRO

Doutor em Geografia pela PUC Minas. Professor da Pós-Graduação em Gestão Ambien-

tal da PUC Minas. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.
E-mail: tcisalpino@gmail.com

DENNIS EUCKER
Assessor Técnico da GIZ. Doutor em Economia e Ciências Sociais pela Universidade de Hamburgo, e pelo Instituto Leibniz de Estudos Globais e Regionais (GIGA), Hamburgo.
E-mail: dennis.eucker@giz.de