

## **Estuários a caminho da resiliência climática: um modelo de análise**

*Estuaries on the road to climate resilience: an analysis model*

*Los estuarios en el camino hacia la resiliencia climática: un modelo de análisis*

### **Kézia Ferreira Campos**

Mestre em Administração – UFBA. Professora na Faculdade Adventista da Bahia.  
keziafcampos@gmail.com

### **Andréa Cardoso Ventura**

Doutora em Administração - UFBA. Professora titular na UFBA.  
andreaventurassa@gmail.com

### **Alex Pires Carneiro**

Doutor en Sostenibilidad, Tecnología y Humanism - Universitat Politècnica de Catalunya  
- Barcelona. Professor adjunto na UFBA  
alexpires.br@gmail.com

## RESUMO

A urbanização tem crescido a largos passos e com ela também as consequências sobre o meio ambiente. Especialmente as regiões estuarinas têm sentido os impactos das mudanças climáticas influenciadas pelas intervenções antropogênicas. Este estudo propõe um modelo de análise para identificação de ações que possam fortalecer os ecossistemas estuarinos para que se tornem resilientes. Para tanto, um painel de especialistas foi organizado para relacionar as ações amenizadoras para cada uma das consequências adversas relacionadas ao clima. Obteve-se, assim, modelo de análise especificamente aplicável às cidades estuarinas brasileiras, com potencial de auxiliar a tomada de decisões voltadas à sua resiliência.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resiliência Climática. Estuários. Modelo de Análise.

## SUMMARY

*Urbanization has grown by leaps and bounds, and with it the consequences for the environment. Estuarine regions in particular have felt the impacts of climate change influenced by anthropogenic interventions. This study proposes an analysis model to identify actions that can strengthen estuarine ecosystems so that they become resilient. To this end, a panel of experts was organized to list mitigating actions for each of the adverse climate-related consequences. This resulted in an analysis model specifically applicable to Brazilian estuarine cities, with the potential to help decision-making aimed at their resilience.*

**KEYWORDS:** Climate resilience. Estuaries. Analysis model.

## RESUMEN

*La urbanización ha crecido a pasos agigantados y con ella las consecuencias para el medio ambiente. Las regiones estuarinas, en particular, han sentido los efectos del cambio climático influido por las intervenciones antropogénicas. Este estudio propone un modelo de análisis para identificar las acciones que pueden reforzar los ecosistemas estuarinos para que sean resilientes. Para ello, se organizó un grupo de expertos con el fin de elaborar una lista de acciones paliativas para cada una de las consecuencias adversas relacionadas con el clima. El resultado fue un modelo de análisis específicamente aplicable a las ciudades estuarinas brasileñas, con potencial para ayudar a la toma de decisiones orientadas a su resiliencia.*

**PALABRAS CLAVE:** Resiliencia climática. Estuarios. Modelo de análisis.

## 1 INTRODUÇÃO

A urbanização se configura como um dos desafios globais da atualidade, já que, entre outras modificações, causa compactação e impermeabilização do solo, desestabilização hidrológica e deterioração da qualidade da água (SOARES *et al.*, 2021). Outros grandes impactos ambientais advindos da urbanização são descarte de resíduos (ARAÚJO; DIAS; BONECKER, 2017) e ilhas de calor (VIGGIANI COUTINHO *et al.*, 2020). Além disso, cerca de 70% dos gases de efeito estufa (GEE) advêm de atividades humanas desenvolvidas nas cidades (LANDAUER; JUHOLA; SÖDERHOLM, 2015; UN-HABITAT, 2016).

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), “as cidades estão na linha de frente da batalha global para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e criar resiliência aos impactos das mudanças climáticas” (UN-HABITAT, 2016, p. 8), assim, a urbanização deixa de ser vista apenas como desafio atual e passa a fazer parte da solução para as mudanças climáticas.

Mudanças climáticas ou alterações climáticas são termos largamente utilizados para descrever as instabilidades ocorridas no clima global que podem ter causas naturais, mas serem intensificadas pela intervenção humana (UN-HABITAT, 2016).

Dentre os principais impactos das mudanças climáticas previstos no Brasil estão a baixa dos rios, secas severas e inundações (IPCC, 2022).

Um dos ecossistemas que mais fortemente sentirão os impactos das mudanças no clima são os estuários, visto estarem diretamente expostos às alterações do nível do mar (CHIANG; LING, 2017; CHENG *et al.*, 2018).

Os estuários são ambientes com grande população, uma das razões é que estes são propícios para o desenvolvimento humano (COSTA *et. al.*, 2018), é um dos ecossistemas mais produtivos e biodiversos do mundo (GOMES; DA SILVA, 2020), e são classificados como “essenciais para sustentar a vida terrestre e aquática e as comunidades humanas” (SOARES *et al.*, 2021, p. 268). Estuários de todo o mundo têm sofrido com os efeitos das mudanças climáticas, dentre os principais está a hipersalinidade<sup>1</sup> (IDEN, 2021), que associados às problemáticas trazidas pela ocupação antrópica têm causado sérios danos a este ecossistema (ARAÚJO; DIAS; BONECKER, 2017).

Nessa tecitura, definiu-se como **problema desta pesquisa**: Como identificar ações de resiliência climática aplicáveis para amenizar as consequências adversas relacionadas ao clima em cidades estuarinas brasileiras? E como **objetivo geral**: Criar modelo de análise que inter-relacione consequências adversas relacionadas ao clima e ações fortalecedoras da resiliência para cidades estuarinas brasileiras. Para tanto, é imprescindível o alcance dos **objetivos específicos**: Indicar ações de resiliência climática aplicáveis para tornar cidades estuarinas brasileiras mais resilientes às consequências adversas relacionadas ao clima e Analisar as principais ações a serem priorizadas pelos gestores locais de cidades estuarinas em suas estratégias de resiliência

A escolha pela temática da pesquisa se justifica por ser a autora deste estudo muniícpe de uma cidade estuarina localizada no Recôncavo Baiano e pelo desejo desta de contribuir para a resiliência climática da região.

---

<sup>1</sup> Condição do que é excessivamente salino.

O presente artigo, além desta introdução, contém mais quatro seções, sendo a segunda o referencial teórico, a terceira compõe a metodologia, a penúltima os resultados e a última a conclusão do estudo.

## **2 RESILIÊNCIA COMO ESTRATÉGIA PARA PENSAR AS CIDADES FRENTE ÀS CONSEQUÊNCIAS ADVERSAS RELACIONADAS AO CLIMA**

Entende-se cidade, para os intuítos deste trabalho, como um aglomerado organizado em um território geograficamente definido, administrado por um poder público, com atividades econômicas de troca e que, portanto, traz impactos ao meio ambiente.

Como afirma Rolnik (1995, p. 20), “a concentração e aglomeração de indivíduos em cidades gera a necessidade de gestão da vida coletiva”. Em se tratando de mudanças climáticas, a gestão deve ser feita por meio de estratégias, proativas ou reativas, que busquem a resiliência climática (SHEAVES *et. al.* 2016). Esses autores definem estratégia como um conjunto de ações planejadas e desenvolvidas por meio de um processo formal em respostas aos impactos ou ainda em antecipação a estes.

### **2.1 O papel das cidades**

Apesar dos desafios, nos últimos anos, o interesse acadêmico tem crescido sobre o papel das cidades na elaboração de estratégia e implementação das políticas climáticas (FUHR; HICKMANN; KERN, 2018). Muitos caminhos têm sido indicados por pesquisadores e práticos para o desenvolvimento de planejamentos locais que incluam a resiliência ambiental como objetivo, seja na busca, criação, implementação ou medição desta, como resultado, vários índices e modelos de resiliência têm sido criados teoricamente e testados empiricamente (AHERN, 2011; SUMMERS *et al.*, 2017; BEC; MOYLE; MOYLE, 2019; ATTOLICO; SMALDONE, 2020).

Em revisão bibliográfica, Fuhr, Hickmann e Kern (2018) nos lembram que a ênfase na importância dos governos locais para o enfrentamento dos desafios ambientais já havia sido indicada no relatório *Nosso Futuro Comum* (tratado mundial que comprometeu suas partes à redução do aquecimento global, assinado por 195 países em 1987).

Mais recentemente (2017), o Escritório das Nações Unidas para Redução de Riscos de Desastres (UNDRR) publicou um Guia para Gestores Públicos Locais, intitulado “Como Construir Cidades Mais Resilientes”. O guia apresenta dez passos que devem ser inseridos no planejamento local da cidade em busca de resiliência.

Foi também em 2017 que o Pacto global de Prefeitos pelo Clima e a Energia (GCoM) foi criado, Considerada “A maior aliança global para liderança climática de cidades em todo o mundo”.

### **2.2 O papel do governo local**

Sabe-se que o governo local é o responsável por liderar as ações de adaptação e recuperação nos momentos difíceis (ARUP, 2015; SHEAVES *et. al.* 2016), no entanto, Fuhr, Hickmann e Kern (2018) chamam a atenção para o risco de se superestimar o potencial do

governo local e o fazem lembrando a necessidade de integração entre multiníveis de governança, para que as políticas climáticas locais sejam bem-sucedidas. A interação com os níveis diferentes de governo, a parceria com outros governos do mesmo nível e a participação da comunidade, são vistos como fatores facilitadores para o bom desenvolvimento de um planejamento para mudanças climáticas (ATTOLICO; SMALDONE, 2020).

O envolvimento ativo da comunidade traz uma série de benefícios na busca pela resiliência local, dentre eles, o enfrentamento de imprevistos sem o comportamento de revolta, agitação ou violência (SUMERS *et al.*, 2017; KUENZER *et al.*, 2020).

Ayeb-Karlsson *et al.* (2016) afirmam que uma das razões para os planos climáticos não serem tão bem-sucedidos na prática pode ser a exclusão da comunidade nos processos de tomada de decisão. Também para Vlachopoulou e Mizuta (2018) é de fundamental importância que o conhecimento local seja incluído no plano em busca da resiliência e os cidadãos possam ser incluídos em todo o processo, inclusive nos estudos universitários, para melhor entendimento dos impactos futuros (IDEM, 2018). Para além da inclusão do conhecimento local, as crenças e tradições que a identificam, bem como as necessidades básicas da comunidade, também devem ser levadas em consideração (DU; GREIVING, 2020).

### 2.3 Exemplos de estratégias

A exemplo de estratégias desenvolvidas para implementar, medir ou recuperar a resiliência local com a inclusão da comunidade, Summers *et al.* (2017) citam em uma das estratégias, o subíndice Sociedade, que é constituído dos domínios: “serviços”, que inclui segurança, proteção, serviços sociais e comércio em geral; “economia”, que inclui seguro, diversidade socioeconômica e emprego; e o domínio “característico”, que se refere à demografia da comunidade e às características de saúde. Para os autores, todos os elementos podem influenciar ou modificar a capacidade de recuperação de uma comunidade pós-evento climático e, portanto, devem ser medidos e monitorados constantemente.

Para a implementação da estratégia de resiliência local, Attolico e Smaldone, (2020) indicam quatro etapas: (1) Informação; (2) Consulta; (3) Participação ou engajamento ativo dos cidadãos e (4) Propriedade: os cidadãos e as comunidades contribuem por si próprios com toda a política. Percebe-se a relevância da atuação da comunidade em três das quatro etapas citadas.

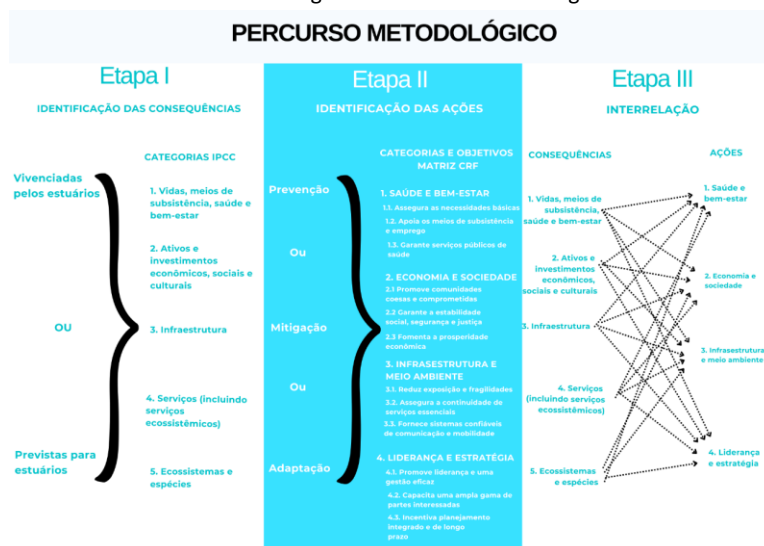
Não obstante o planejamento voltado à resiliência seja “o primeiro passo para um plano de preparação para as mudanças climáticas bem-sucedido” (AYEB-KARLSSON *et al.* 2016, p. 691), Fuhr, Hickmann e Kern (2018) afirmam categoricamente, com base nos dados da pesquisa, que a maioria das cidades de médio e pequeno porte ainda não tinham desenvolvido estratégias adequadas que visassem a mitigação e adaptação às mudanças climáticas. O relatório mais atual do IPCC (2022) mostra que essa realidade parece perdurar; segundo ele, 87% das cidades latino-americanas com mais de um milhão de habitantes ainda não relataram a criação de seu plano de mitigação e/ou adaptação climática.

No Brasil, das 17 cidades com um milhão de habitantes ou mais, apenas quatro criaram planos de ação climática, até o momento da realização deste estudo. O que dizer então das cidades de pequeno porte, ou ainda das cidades estuarinas de pequeno porte? Quase que certamente, também ainda não deram esse “primeiro passo”.

### 3 PERCURSO METODOLÓGICO

Este artigo é resultado da última de três etapas seguidas pelos pesquisadores em um estudo mais amplo, como mostra a Figura 1.

Figura 1: Percurso metodológico



Fonte: Elaboração Própria, 2022.

Após a identificação das consequências adversas relacionadas ao clima e das ações fortalecedoras da resiliência climática, um Painel de Especialistas foi organizado para relacionar as ações amenizadoras para cada uma das consequências.

O uso de um painel de especialistas como técnica se dá quando pesquisadores têm a necessidade de reunir pessoas consideradas capazes para tratar do objeto do estudo e, dentre outras possibilidades, os especialistas podem ser convocados para a validação de instrumentos ou de procedimentos da pesquisa (PINHEIRO; FARIAS; ABE-LIMA, 2013). Há a orientação de que um painel de especialistas deve conter o mínimo de cinco participantes (LYNN, 1986 *apud* SILVA; MONTILHA, 2020).

Assim, foram convidados oito especialistas: cinco deles com largo conhecimento em resiliência climática, com formações variadas; três com conhecimentos em áreas estuarinas, com formação em biologia. Destes, apenas uma declinou do convite. O painel foi constituído, portanto, de sete especialistas, e o resultado da análise foi com base na classificação da maioria.

Inicialmente, foi feita a correlação entre todas as consequências e possíveis ações amenizadoras em uma planilha, encaminhada aos outros dois pesquisadores, que validaram e fizeram a inserção de outras correlações, de modo individual e às cegas. De posse das novas avaliações, a pesquisadora montou uma coluna consolidada com todas as correlações para as quais houve classificação igual entre os pesquisadores.

Cada especialista recebeu a planilha consolidada com cinco abas: (i) descrição das cinco categorias das consequências; (ii) descrição das quatro categorias das ações; (iii) lista de todas as ações identificadas anteriormente; (iv) breve glossário das palavras menos recorrentes; e (v) consequências com a classificação consolidada da correlação feita pelos três pesquisadores iniciais.

Também foi enviado um vídeo de curta duração, em que um dos pesquisadores explica o que se esperava da análise. Cada especialista deveria classificar a ação como “direta” ou “indireta” – opção inserida como lista suspensa em coluna própria – para a consequência relacionada. Explicou-se também que pudessem inserir mais ações que, dentre as listadas na segunda aba da tabela, pudessem, no seu ponto de vista, ser uma ação amenizadora da consequência relacionada; e que, caso achassem necessário, inserissem observações, direcionadas individualmente aos julgamentos feitos.

#### 4 AÇÕES DE RESILIÊNCIA CLIMÁTICA PARA TORNAR CIDADES ESTUARINAS BRASILEIRAS MAIS RESILIENTES

Identificou-se as consequências para as quais há o maior número de ações que levem as cidades estuarinas a fortalecerem sua resiliência frente às mudanças climáticas. Tanto as consequências quanto as ações foram mapeadas através de revisão sistemática da literatura nas etapas anteriores do estudo mais amplo, como sinalizado na seção 3.

Apresenta-se, no Quadro 2, um extrato do Modelo de Análise com as ações interrelacionadas para as consequências com maior número de ações relacionadas.

**Quadro 2:** Extrato 1 Modelo de Análise

Consequência adversa	Ação fortalecedora da resiliência	Classificação realizada pelos especialistas
Eventos como chuva, granizo, enchentes e ventos fortes afetam diretamente locais de moradia e o sustento da população • <b>26 ações, 8 diretas, 18 indiretas</b>	Fazer reparos nas habitações	Direta
	Construir abrigos de emergência, que incluam estoques de suprimentos	Direta
	Oferecer cuidados médicos	Indireta
	Envolver a comunidade no planejamento e nas ações de adaptação	Indireta
	Identificar cenários de mudanças climáticas (incluindo identificar o nível de exposição desejada)	Direta
	Reconhecer a diversidade e complexidade das estruturas de governança e desenvolver arranjos organizacionais que facilitem a cooperação e coordenação intersetorial, capacitação, geração e intercâmbio de conhecimento	Indireta
	Medir o nível de conscientização dos riscos entre a população	Indireta
	Promover a consciência da comunidade sobre as mudanças climáticas	Indireta
	Medir o nível de conscientização dos riscos entre a população	Indireta
	Planejar o uso da terra	Indireta
	Adotar processo de monitoramento	Direta
	Caracterizar os perigos e avaliar seus efeitos	Direta
	Preparar um plano de decisão abrangente e detalhado	Direta
	Construir abrigos de emergência, que incluam estoques de suprimentos	Direta
Criar banco de sementes alimentícia com espécies resistentes e adaptáveis	Indireta	

Consequência adversa	Ação fortalecedora da resiliência	Classificação realizada pelos especialistas
	Criar planos de respostas a emergências, planos de adaptação às mudanças climáticas, leis ambientais e planos de proteção a saúde	direta
	Construir capacidade extra para facilitar mudanças futuras que ampliem a eficácia do cronograma das ações	Indireta
	Promover a consciência da comunidade sobre as mudanças climáticas	Indireta
	Planejar estratégias de adaptação proativa para uma maior eficácia na redução de riscos e custos futuros	Indireta
	Incentivar a expansão da rede social dos indivíduos	Indireta
	Fortalecer as redes de apoio comunitário	Indireta
	Implantar medidas educacionais que incluem educação sobre o meio ambiente, mudanças climáticas, primeiros socorros e preparação médica, controle de doenças, aulas de natação e todos os esforços empreendidos para fortalecer a consciência específica do valor de ecossistemas locais e um estilo de vida sustentável	Indireta
	Disponibilizar recursos financeiros e sistemas de incentivos	Indireta
	Desenvolver uma Lista de Verificação de adaptação para ajudar a garantir que todos os aspectos críticos sejam cobertos durante o processo de desenvolvimento de uma estratégia de adaptação eficaz	Indireta
	Identificar cenários de mudanças climáticas (incluindo identificar o nível de exposição desejada)	Indireta
	Envolver interessados diversos	Indireta
<p>A carcinicultura gera impactos socioambientais negativos, afetando negativamente a segurança alimentar e a subsistência de populações que dependem dos manguezais</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 19 ações relacionadas, 8 diretas, 11 indiretas</li> </ul>	Garantir a proteção do alimento	Direta
	Promover mentoria para que as partes interessadas estejam intimamente envolvidas e tenham o poder de influência e tomada de decisão	Indireta
	Envolver a comunidade no planejamento e nas ações de adaptação	Direta
	Dar à comunidade poder de influência e participação na tomada de decisão	Direta
	Determinar as funções e responsabilidade, governar os processos de tomada de decisão e interação	Indireta
	Medir o nível de conscientização dos riscos entre a população	Indireta
	Promover a consciência da comunidade sobre as mudanças climáticas	Indireta
	Incentivar o envolvimento e a comunicação contínua entre as partes interessadas	Indireta
	Envolver interessados diversos	Indireta
	Adotar processo de monitoramento	Indireta
	Garantir o engajamento justo, representativo e equitativo das partes interessadas	Direta
Criar conjunto de regras para incentivar a adaptação climática	Direta	



Consequência adversa	Ação fortalecedora da resiliência	Classificação realizada pelos especialistas
	Disponibilizar recursos financeiros e sistemas de incentivos	Indireta
	Incentivar a expansão da rede social dos indivíduos	Indireta
	Fortalecer as redes de apoio comunitário	Direta
	Construir abrigos de emergência, que incluam estoques de suprimentos	Direta
	Criar banco de sementes alimentícia com espécies resistentes e adaptáveis	Direta
	Promover a consciência da comunidade sobre as mudanças climáticas	Indireta
	Instituir decretos, regras e leis, estabelecer órgãos para conceber e monitorar regulamentos e aplicação da lei	Indireta
<p>O excesso de chuva pode causar inundações, principalmente em bairros aterrados sem o total planejamento, em consequência, aumenta a vulnerabilidade das pessoas à invasão de pragas e surtos de doenças infecciosas, como dengue, coriomeningite linfocítica (LCMV) e outras doenças infecciosas virais</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>17 ações, 3 diretas e 14 indiretas</b></li> </ul>	Oferecer cuidados médicos	Direta
	Implantar medidas educacionais que incluem educação sobre o meio ambiente, mudanças climáticas, primeiros socorros e preparação médica, controle de doenças, aulas de natação e todos os esforços empreendidos para fortalecer a consciência específica do valor de ecossistemas locais e um estilo de vida sustentável	Indireta
	Implementar e aplicar leis de saúde ambientais locais	Direta
	Planejar o uso da terra	Direta
	Envolver interessados diversos	Indireta
	Envolver a comunidade no planejamento e nas ações de adaptação	Indireta
	Incentivar a expansão da rede social dos indivíduos	Indireta
	Fortalecer as redes de apoio comunitário	Indireta
	Disponibilizar recursos financeiros e sistemas de incentivos	Indireta
	Desenvolver uma Lista de Verificação de adaptação para ajudar a garantir que todos os aspectos críticos sejam cobertos durante o processo de desenvolvimento de uma estratégia de adaptação eficaz	Indireta
	Adotar processo de monitoramento	Indireta
	Identificar cenários de mudanças climáticas (incluindo identificar o nível de exposição desejada)	Indireta
	Caracterizar os perigos e avaliar seus efeitos	Indireta
	Criar planos de respostas a emergências, planos de adaptação às mudanças climáticas, leis ambientais e planos de proteção a saúde	Indireta
	Construir capacidade extra para facilitar mudanças futuras que ampliem a eficácia do cronograma das ações	Indireta
	Promover a consciência da comunidade sobre as mudanças climáticas	Indireta
	Planejar estratégias de adaptação proativa para uma maior eficácia na redução de riscos e custos futuros	Indireta
O aumento das concentrações de poluentes	Diminuir o lançamento de efluentes não tratados para os manguezais	Direta

Consequência adversa	Ação fortalecedora da resiliência	Classificação realizada pelos especialistas
pode restringir ainda mais a zona de vida potencial dos organismos no estuário <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>9 ações relacionadas, 2 diretas 7 indiretas</b></li> </ul>	Instituir redes de monitoramento hidrológico e de poluição	Direta
	Promover programas de educação ambiental contínua	Indireta
	Implantar medidas educacionais que incluem educação sobre o meio ambiente, mudanças climáticas, primeiros socorros e preparação médica, controle de doenças, aulas de natação e todos os esforços empreendidos para fortalecer a consciência específica do valor de ecossistemas locais e um estilo de vida sustentável	Indireta
	Instituir decretos, regras e leis, estabelecer órgãos para conceber e monitorar regulamentos e aplicação da lei	Indireta
	Adotar processo de monitoramento	Indireta
	Caracterizar os perigos e avaliar seus efeitos	Indireta
	Medir o nível de conscientização dos riscos entre a população	Indireta
	Promover a consciência da comunidade sobre as mudanças climáticas	Indireta

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Um total de 46 consequências tiveram cinco ou mais ações relacionadas, pelos especialistas. A consequência com o maior número de ações relacionada foi “Eventos como chuva, granizo, enchentes e ventos fortes afetam diretamente locais de moradia e o sustento da população”, com 26 ações, sendo oito diretas e 18 indiretas; a terceira consequência listada (com 17 ações) bem como outras 13 consequências do gráfico também estão relacionados às chuvas e suas variações, coadunando com as informações do IPCC (2022) de que esses eventos têm trazido grandes prejuízos sobre a infraestrutura e vidas urbanas, daí a necessidade de ações voltadas para este aspecto.

Destaca-se as consequências relacionadas à poluição dos estuários sendo cinco na lista, apenas confirmando que a poluição é um problema mundialmente verificado nos estuários (SALGADO *et al.* 2019). O número de ações indicadas para fazer frente à estas consequências são entre 6 e 9.

São quatro as consequências relacionadas à prática da carcinicultura, sendo uma delas classificada em segundo lugar com 19 ações possíveis para o enfrentamento.

O Quadro 3 mostra o extrato do Modelo de análise com as ações diretas das quatro consequências que tiveram o maior número de ações **diretamente** relacionadas.

Quadro 3: Extrato 2 Modelo de Análise

Consequência relacionadas ao clima	Ação fortalecedora da resiliência
As mudanças climáticas afetam o abastecimento de água doce no estuário <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>12 ações diretas</b></li> </ul>	Estabelecer reservas de água
	Prover o abastecimento de água doce
	Tratar águas residuais ou dessalinizar a água
	Identificar cenários de mudanças climáticas (incluindo identificar o nível de exposição desejada)
	Criar conjunto de regras para incentivar a adaptação climática
	Instituir decretos, regras e leis, estabelecer órgãos para conceber e monitorar regulamentos e aplicação da lei

Consequência relacionadas ao clima	Ação fortalecedora da resiliência
	Adotar processo de monitoramento
	Caracterizar os perigos e avaliar seus efeitos
	Desenvolver uma Lista de Verificação de adaptação para ajudar a garantir que todos os aspectos críticos sejam cobertos durante o processo de desenvolvimento de uma estratégia de adaptação eficaz
	Planejar estratégias de adaptação proativa para uma maior eficácia na redução de riscos e custos futuros
	Preparar planos de respostas a emergências e planos de adaptação às mudanças climáticas
	Desenvolver política para água potável
As secas provocam acesso restrito à água potável, alimentos e energia <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>10 ações diretas</b></li> </ul>	Desenvolver política para água potável
	Estabelecer reservas de água
	Construir abrigos de emergência, que incluam estoques de suprimentos
	Tratar águas residuais ou dessalinizar a água
	Prover o abastecimento de água doce
	Identificar cenários de mudanças climáticas (incluindo identificar o nível de exposição desejada)
	Criar conjunto de regras para incentivar a adaptação climática
	Caracterizar os perigos e avaliar seus efeitos
	Desenvolver uma Lista de Verificação de adaptação para ajudar a garantir que todos os aspectos críticos sejam cobertos durante o processo de desenvolvimento de uma estratégia de adaptação eficaz
	Preparar planos de respostas a emergências e planos de adaptação às mudanças climáticas
As inundações causam danos às propriedades e bens, trazendo riscos de migrações <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>9 ações diretas</b></li> </ul>	Planejar estratégias de adaptação proativa para uma maior eficácia na redução de riscos e custos futuros
	Preparar planos de respostas a emergências e planos de adaptação às mudanças climáticas
	Fazer reparos nas habitações
	Disponibilizar recursos financeiros e sistemas de incentivos
	Envolver a comunidade no planejamento e nas ações de adaptação
	Identificar cenários de mudanças climáticas (incluindo identificar o nível de exposição desejada)
	Incentivar o envolvimento e a comunicação contínua entre as partes interessadas
	Planejar o uso da terra
	Caracterizar os perigos e avaliar seus efeitos
Fazer reparos nas habitações	
O excesso de chuva pode causar sérios danos às habitações, sistemas de drenagem e outras infraestruturas urbanas <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>9 ações diretas</b></li> </ul>	Construir abrigos de emergência, que incluam estoques de suprimentos
	Melhorar a drenagem do pântano
	Usar a tecnologia avançada de imagens aéreas para reconhecimento de eventos pós choques
	Reflorestar a costa
	Restaurar e proteger zonas úmidas
	Preparar um plano de decisão abrangente e detalhado

Consequência relacionadas ao clima	Ação fortalecedora da resiliência
	Planejar o uso da terra
	Construir capacidade extra para facilitar mudanças futuras que ampliem a eficácia do cronograma das ações

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Foram 16 consequências com cinco ou mais ações **diretamente** relacionadas. A que apresenta maior número de ações diretas, perfazendo um total de 12, é “As mudanças climáticas afetam o abastecimento de água doce no estuário”. Esses números reafirmam os estudos de Parry *et al.* (2017) e Cavalcante *et al.* (2020) de que as mudanças climáticas têm prejudicado o abastecimento de água potável nos estuários, sendo, portanto, um aspecto que merece relevância na aplicação de ações.

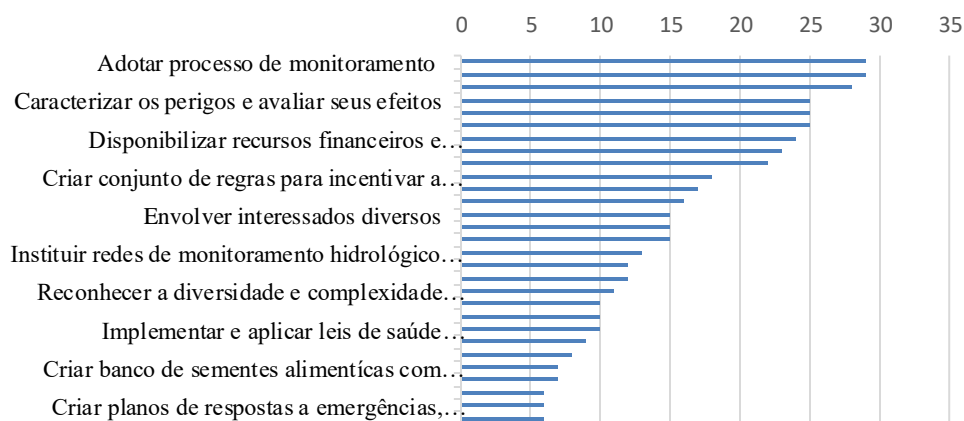
Outras consequências ligadas às chuvas, foram identificadas, reforçando a necessidade de atenção dos tomadores de decisões em cidades de estuários para estas probabilidades.

A consequência evidenciada com 12 ações diretas se refere às secas. Sendo os episódios de secas sazonais recorrentes nos estuários brasileiros (XU, CHEN, FENG, 2019; LACERDA *et al.* 2021) a identificação destas ações é de suma importância para o desenvolvimento da boa gestão das consequências adversas relacionadas ao clima nas cidades estuarinas brasileiras.

#### 4.1 principais ações a serem priorizadas pelos gestores locais de cidades

O Gráfico 1 mostra as ações que se relacionaram com seis ou mais consequências na inter-relação feita pelo painel de especialistas.

Gráfico 1: Ações com Potencial para Fazer Frente a Diversas Consequências



Fonte: Elaboração Própria, 2022.

Assim, “Adotar processo de monitoramento” e “Promover a consciência da comunidade sobre as mudanças climáticas” foram relacionadas a 29 consequências, mostrando a relevância dessas ações no enfrentamento das mudanças climáticas, (SHEAVES *et al.*, 2016; KUENZER *et al.*, 2020). Ademais, o realçamento de “Medir o nível de conscientização dos riscos

entre a população” estando relacionado a 28 consequências ratifica a importância das iniciativas preventivas para o fortalecimento da resiliência climática (KUENZER *et al.*, 2020).

O envolvimento da comunidade no planejamento de resiliência local também é evidenciado no Gráfico 1 com 25 consequências adversas relacionadas (SHEAVES *et al.*, 2016; BOSTICK; HOLZER; SARKANI, 2017).

Essas 29 ações mais abrangentes devem ser priorizadas pelos gestores locais de cidades estuarinas, visto serem capazes de fazer frente a diversas consequências, seja de modo preventivo, como aponta ser o maior número delas, seja de enfrentamento.

## 5 CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo geral a criação de um modelo de análise que inter-relacionasse consequências adversas acerca do clima e ações fortalecedoras da resiliência para cidades estuarinas brasileiras. Para tanto, pesquisadores e especialistas em resiliência urbana e climática e em regiões estuarinas validaram a existência ou não de relação, direta ou indireta, entre as ações de resiliência e seu efeito positivo para o enfrentamento climático.

Viu-se que um sistema se torna resiliente quando consegue administrar seus subsistemas tanto para a redução das causas das mudanças climáticas, com iniciativas de mitigação, quanto para a adaptação às consequências inevitáveis. O modelo de análise aqui recomendado tem potencial de uso na estratégia de resiliência para os estuários.

Sabe-se que o governo local é o responsável por liderar as ações referentes à adaptação e recuperação, e o modelo de análise aqui trazido direciona o governo local, bem como os demais tomadores de decisão, apontando as ações que fazem frente de maneira direta e indireta, para cada consequência identificada, auxiliando assim na priorização das que forem mais eficazes para cada cidade estuarina no planejamento que visa à resiliência climática.

Afirma-se que o envolvimento ativo da comunidade traz uma série de benefícios na busca pela resiliência local, e o modelo aqui sugerido abrange as quatro etapas propostas pelos teóricos na implementação e envolvimento da comunidade. Eis as etapas: “informação” – etapa 1 (Ex.: Promover a consciência da comunidade sobre as mudanças climáticas); “consulta” – etapa 2 (Ex.: Incluir a cultura local na avaliação do conjunto de funções críticas); “participação ativa” – etapa 3 (Ex.: Envolver a comunidade no planejamento e nas ações de adaptação) e “propriedade” – etapa 4 (Ex.: Dá à comunidade poder de influência e participação na tomada de decisão).

Para além da relevância, este estudo apresenta como limitação o fato de o modelo aqui proposto não priorizar as ações mais relevantes e urgentes para cada consequência.

Como sugestões de pesquisas futuras seguem as seguintes indicações:

- a aplicação do modelo aqui apresentado em cidade(s) estuarinas brasileiras, para que a sua confiabilidade e precisão sejam testadas;
- mapeamento de cidades estuarinas ao redor do mundo que apresentem outros modelos para tornarem-se resilientes frente às mudanças climáticas, a fim de que seja feita a comparação entre esses e o modelo aqui apresentado;
- realização de pesquisas de avaliação em cidades estuarinas que já desenvolvem ações de enfrentamento climático, com fins de verificar a efetividade dessas ações;

- a realização de grupos focais ou outras técnicas de pesquisa, envolvendo pesquisadores, gestores municipais e atores sociais relevantes de cidades estuarinas para criar categorias de priorização das ações a serem desenvolvidas, voltadas à criação de resiliência climática.

## REFERÊNCIAS

AHERN, Jack. From Fail-Safe to Safe-to-Fail: Sustainability and Resilience in the New Urban World. **Landscape and Urban Planning**, vol. 100, no. 4, 2011, p. 341-343. Disponível em: [doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.02.021](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.02.021). Acesso em: fev. 2022.

ARAUJO, Adriana; DIAS, Cristina; BONECKER, Sérgio. Differences in the structure of copepod assemblages in four tropical estuaries: Importance of pollution and the estuary hydrodynamics. **Marine Pollution Bulletin**, v. 115, n. 1-2, pág. 412-420 (2017). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.12.047>. Acesso em: jan. 2022.

ARAÚJO, Paulo et al. Tidal Flood Area Mapping in the Face of Climate Change Scenarios: Case Study in a Tropical Estuary in the Brazilian Semi-arid Region. **Natural Hazards and Earth System Sciences** 21, n. 11 (2021): 3353-366. Disponível em: 10.5194/nhess-21-3353-2021. Acesso em: jan. 2022.

ARUP (2015). **City Resilience Framework**. 100 Resilient cities. The Rockefeller Foundation. Disponível em: <https://www.rockefellerfoundation.org/report/city-resilience-framework/>. Acesso em: abr 2021.

ATTOLICO, A. e SMALDONE, R. The #weResilient strategy for downscaling local resilience and sustainable development: the Potenza province and municipalities of Potenza and Pignola case. **Disaster Prevention and Management**, Vol. 29 No. 5, pp. 793-810 (2020). Disponível em: <https://doi.org/10.1108/DPM-04-2020-0130>. Acesso em: mar. 2021.

AYEB-KARLSSON, S. et al. A people-centred perspective on climate change, environmental stress, and livelihood resilience in Bangladesh. **Sustain Sci** 11, 679–694 (2016). Acesso em: <https://doi.org/10.1007/s11625-016-0379-z>. Acesso em: mar. 2021.

BEC, A., MOYLE, CL.J. e MOYLE, B.D. Community Resilience to Change: Development of an Index. **Soc Indic Res** 142, 1103–1128 (2019). Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11205-018-1960-x>. Acesso em: Mar 2021.  
BOSTICK T.P., HOLZER T.H. e SARKANI S. Enabling Stakeholder Involvement in Coastal Disaster Resilience Planning. **Risk Anal.** Jun; 37(6):1181-1200 (2017). Disponível em: [10.1111/risa.12737](https://doi.org/10.1111/risa.12737). Acesso em: mar. 2021.

CAVALCANTE *et al.* Temporal streamflow reduction and impact on the salt dynamics of the São Francisco River Estuary and adjacent coastal zone (NE/Brazil). **Regional Studies in Marine Science**. Volume 38, July 2020, 101363. Disponível em: 10.1016/j.rsma.2020.101363 2352-4855. Acesso em: jan. 2022.

CHENG, H.Q. et al. Mapping Sea Level Rise Behavior in an Estuarine Delta System: A Case Study along the Shanghai Coast. **Engineering**, v. 4, no. 1, 2018, p. 156-163.

CHIANG, Yi-Chang; LING, Tzen-Ying. Exploring Flood Resilience Thinking in the Retail Sector under Climate Change: A Case Study of an Estuarine Region of Taipei City. **Sustainability**. v. 9, n. 9, 2017, p. 1650. Disponível em: 1650; <https://doi.org/10.3390/su9091650>. Acesso em: mar. 2022.

COSTA, Cibele *et al.* Interannual and Seasonal Variations in Estuarine Water Quality. **Frontiers in Marine Science**, 2018-09-05, v. 5. (2018). Disponível em: 10.3389/fmars.2018.0030. Acesso em: jan. 2022.

DU, J.; GREIVING, S. Reclaiming On-Site Upgrading as a Viable Resilience Strategy-Viabilities and Scenarios through the Lens of Disaster-Prone Informal Settlements in Metro Manila. **Sustainability** 12, 10600 (2020). Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su122410600>. Acesso em: mar 2021.

FUHR, Harald, HICKMANN, Thomas, e KERN, Kristine. The Role of Cities in Multi-level Climate Governance: Local Climate Policies and the 1.5°C Target. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, 30: 1-6. (2018). Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.10.006>. Acesso em: jan. 2022.

GOMES, Luiz. e DA SILVA, Éder. Drought periods driving bioinvasion on hard substrates at a tropical estuary Eastern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, 160, 111563. (2020). Disponível em: [10.1016/j.marpolbul.2020.111563](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111563). Acesso em: jan. 2022.

IPCC. 2022. **Mudança Climática 2022**: Resumo para Decisores. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/resources/relatorios/sexta-relatorio-de-avaliacao-do-ipcc-mudanca-climatica-2022>. Acesso em: abr. 2022.

KUENZER, C. et. al. Profiling resilience and adaptation in mega deltas: A comparative assessment of the Mekong, Yellow, Yangtze, and Rhine deltas. *In: Ocean and Coastal Management*. 198. (2020) Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105362>. Acesso em: mar. 2021.

LACERDA, Luiz et al. 20-Years Cumulative Impact From Shrimp Farming on Mangroves of Northeast Brazil. **Frontiers in Forests and Global Change**, Vol.4. (2021). Disponível em: [10.3389/ffgc.2021.653096](https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.653096). Acesso em: jan. 2022.

LANDAUER, M.; JUHOLA, S. e SÖDERHOLM, M. Inter-relationships between adaptation and mitigation: a systematic literature review. **Climatic Change**, Springer, vol. 131(4), pages 505-517, August. Disponível em: [10.1007/s10584-015-1395-1](https://doi.org/10.1007/s10584-015-1395-1). Acesso em: mar 2021.

PARRY, Luke et al. Social Vulnerability to Climatic Shocks Is Shaped by Urban Accessibility. **Annals of the American Association of Geographers**, 108(1), 125-143 (2017). Disponível em: [10.1080/24694452.2017.1325726](https://doi.org/10.1080/24694452.2017.1325726). Acesso em: jan. 2022.

PINHEIRO, J. DE Q.; FARIAS, T. M.; ABE-LIMA, J. Y. Paineis de Especialistas e Estratégia Multimétodos: Reflexões, Exemplos, Perspectivas. **Psico**, v. 44, n. 2, 19 jul. 2013. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/revistapsico/article/view/11216>. Acesso em: jul. 2022.

ROLNIK, Raquel. **O que é cidade**. 4 ed. São Paulo: Brasiliense, 1995.

SALGADO, Lilian *et al.* Integrated assessment of sediment contaminant levels and biological responses in sentinel fish species *Atherinella brasiliensis* from a subtropical estuary in south Atlant. **Chemosphere**, 2019, Pages 15-27. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.11.204>. Acesso em: Marc. 2022.

SHEAVES, M. et al. Principles for operationalizing climate change adaptation strategies to support the resilience of estuarine and coastal ecosystems: an Australian perspective. **Mar. Policy** 8, 229–240 (2016). Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.03.014>. Acesso em: mar 2021.

SILVA, Marissa R. da. e MONTILHA, Rita de C. I. (2020). Validación de la Evaluación Terapéutica Ocupacional (ATO) para Adolescentes y Adultos con Discapacidad Visual por panel de expertos. **Revista Ocupación Humana**, 20(1), 27–48. Disponível em: <https://doi.org/10.25214/25907816.947>. Acesso em: jul. 2022.

SOARES, Marcelo et al. Challenges and perspectives for the Brazilian semi-arid coast under global environmental changes. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 19, n. 3, p. 267-278, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2021.06.001>. Acesso em: jan. 2022.

SUMMERS et al. (2017). Conceptualizing holistic community resilience to climate events: Foundation for a climate resilience screening index. **GeoHealth**, 1 (2017), p. 151 - 164, disponível em: <https://doi.org/10.1002/2016GH000047>. Acesso em: out. 2020.

UN-HABITAT. **Guiding Principles for City Climate Action Planning**. 2016. Disponível em: <https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/English%20Publication.pdf>. Acesso em: jul. 2021.

VIGGIANI COUTINHO, Sônia M. et al. The Nexus+ Approach applied to studies of impacts, vulnerability and adaptation to climate change in Brazil. **Sustainability in Debate**. [S. l.], v. 11, n. 3, p. 24 -56, 2020. DOI: 10.18472/SustDeb.v 11n 3. 2020.33514. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/sust/article/view/33514>. Acesso em: ago. 2022.

VLACHOPOULOU, E. I.; MIZUTA, D. D. Shellfish aquaculture and resilience: Leadership experiences from Kesennuma Bay, Japan. **Marine Policy**, 92, 111–119 (2018). Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.02.025>. Acesso em: mar. 2021.

XU, Xuegong; CHEN, Zhengxiong; FENG, Zhen. From natural driving to artificial intervention: Changes of the Yellow River estuary and delta development. **Ocean & coastal management**, 174, 2019, p.63-70. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.03.009>. Acesso em: mar., 2022.