

## **OS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NAS ÁREAS DE INUNDAÇÕES EM SALINÓPOLIS - PA.**

Thayane Santos da Costa <sup>1</sup>

### **INTRODUÇÃO**

Em conformidade com Marengo (2006), os impactos negativos do aquecimento global e das mudanças nos eventos climáticos extremos têm o potencial de aumentar a vulnerabilidade do planeta. Esses efeitos, que são observados em diversas regiões, incluem perdas na agricultura, diminuição da biodiversidade, disseminação de vetores e doenças endêmicas, aumento na frequência e intensidade de enchentes e secas, e alterações no padrão hidrológico.

As regiões costeiras são consideradas vulneráveis a eventos extremos que estão se tornando cada vez mais constantes (Germani *et al.*, 2015). Portanto, a intensa antropização dessas áreas agrava ainda mais os efeitos desses eventos (IPCC, 2001 *apud* Germani *et al.*, 2015). Conseqüentemente, a população que reside nessas regiões enfrenta riscos como tsunamis, marés meteorológicas e ondas extremas (KLEIN *et al.*, 2009).

Portanto tem-se a importância desta pesquisa, haja vista que, contribui como caráter informativo, para a população local afetada, e serve como alerta e instrumento de subsídio para o planejamento deste município costeiro, através da implementação de políticas públicas relacionadas aos processos de inundação e de estratégias de adaptação da população. O objetivo geral deste trabalho é observar algumas áreas de ocorrências de inundações na área de estudo, e para obter os resultados dessas áreas de inundação temos como objetivos específicos, analisar se estão somente interligadas aos impactos das mudanças climáticas e respectivamente à vulnerabilidade costeira e elevação do nível médio do mar ou se há outros fatores que interferem em tal problemática.

### **METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)**

A área de estudo está situada no município de Salinópolis, no estado do Pará. O município está localizado na zona costeira, região Norte do Brasil, conhecida por possuir um

---

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de Geografia da Universidade Federal do Pará - UFPA, [thayanescl10@gmail.com](mailto:thayanescl10@gmail.com).

complexo estuarino e inserida no litoral de Rias ou reentrâncias da ZCA (Braga, 2019). Seus limites são o Oceano Atlântico ao norte, os municípios de São João de Pirabas e Maracanã ao sul, o município de São João de Pirabas ao leste, e o município de Maracanã ao oeste. Possuindo uma área atual de Salinópolis compreende 226,120 km<sup>2</sup> (IBGE, 2021).

A metodologia utilizada na presente pesquisa tem abordagem qualitativa, natureza de pesquisa básica e procedimentos de pesquisa bibliográfica. Inicialmente, foram realizados levantamentos bibliográficos acerca da definição de mudanças climáticas, elevação do nível médio do mar, vulnerabilidade costeira e inundações que ocorrem em Salinópolis. Posteriormente, o momento da pesquisa resumiu-se em sistematização cartográfica topográfica do sítio urbano do município. A estruturação cartográfica foi elaborada visando exemplificar, um entendimento sucinto do objetivo desejado, que é propiciar conhecimento e precaução.

Para produzir os mapas, utilizou-se o QGIS, um Sistema de Informação Geográfica (SIG) livre e aberto, no qual foram operados e organizados alguns dados provenientes de fontes nacionais, tais como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para a classificação do mapa foi utilizado Modelo Digital de Elevação (MDE).

## REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico do presente trabalho foi estruturado em três discussões teóricas, a saber: mudanças climáticas; vulnerabilidade costeira; inundações.

A **Mudança climática** é um processo natural no qual a temperatura, a precipitação, o vento e outros elementos climáticos variam ao longo de décadas ou até mesmo séculos. Ao longo de milhões de anos, o nosso planeta experimentou períodos mais quentes e mais frios do que o atual (United Nations, 2023, p.1, tradução nossa)<sup>2</sup>.

Já a **Vulnerabilidade** da zona costeira pode ser compreendida como a predisposição a certos riscos, englobando diversos fatores, como a sensibilidade e a falta de capacidade de adaptação aos possíveis danos causados por esses riscos (IPCC, 2014).

PBMC (2016), afirma que **Inundação** é o transbordamento de um rio ou outro corpo d'água além de seus limites normais, ou a acumulação de água em áreas que geralmente não ficam submersas. Existem diversos tipos de inundações, como fluviais, repentinas, urbanas, pluviais, de águas residuais, costeiras e de transbordamento de lagos glaciais. Esse processo

---

<sup>2</sup> Climate change can be a natural process where temperature, rainfall, wind and other elements vary over decades or more. In millions of years, our world has been warmer and colder than it is now.

ocorre quando as águas extravasam do canal de drenagem para as áreas marginais, atingindo um nível acima do máximo da calha principal do rio.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Inundação no sítio urbano de Salinópolis

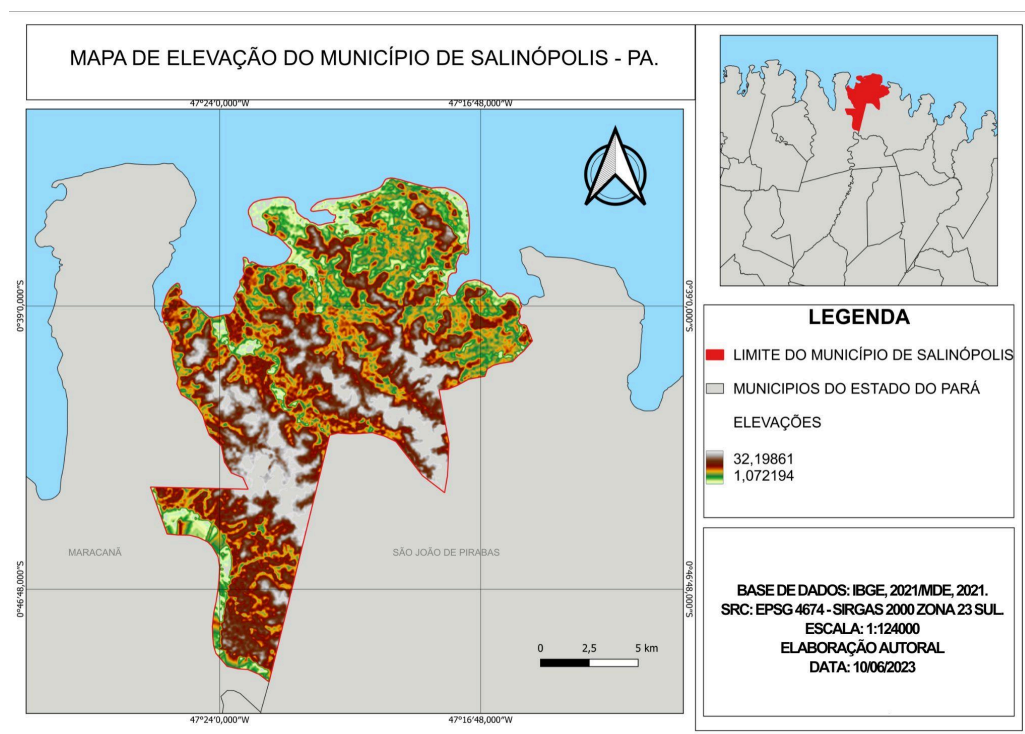
Por Salinas está localizado em uma área costeira, o município sofre com diversos problemas costeiros. Braga (2019), optou basear-se no trabalho de Gornitz (1991), pois relaciona as condições dos setores costeiros à ação da elevação do NMM. Nas palavras de Gornitz, a vulnerabilidade é entendida como a condição de setores costeiros a partir da interrelação entre as variáveis físicas. Tais variáveis são as seguintes: geomorfológicas, erosão e progradação da Linha de Costa, declividade da costa, cota topográfica, variação relativa do Nível Médio do Mar (NMM), altura significativa das ondas e amplitude de maré.

Foi utilizado, (ver figura 1) um quadro de variáveis e valores para a determinação do Índice de Vulnerabilidade Costeira-IVC, que foi modificada pelos autores de Gornitz (1991) e Germani (2015). Nela é classificado que a cota topográfica é menor que 5 metros e que as variáveis são muito altas em áreas em arenosas e planícies de marés, tornando-se assim, muito propenso a riscos e casos de inundação.

Variáveis	Muito Baixa 1	Baixa 2	Moderada 3	Alta 4	Muito Alta 5
Geomorfologia (GM)	Costa de falésias alta passivas <sup>3</sup>	Costa de Falésias médias passivas	Costa de Falésias baixas passivas	Costa de falésias ativas <sup>4</sup>	Praias arenosas e planícies de marés.
Cota Topográfica (CT) metros	> 30	> 20 ≤ 30	> 10 ≤ 20	> 5 ≤ 10	≤ 5
Varição Relativa do Nível do Mar (mm/a)	≤ - 1,1	- 1.0-0.99	1.0-2.0	2.1-4.0	≥ 4.1
Taxa de erosão ou acreção (m/a)	≤ 2,1 Acreção	1,0 – 2,0 Acreção	- 1 – (+ 1) Estabilidade	-1,1 – (- 2,0) Erosão	≥ - 2 Erosão
Declividade da costa (DC)%	>1,2 Alta declividade	1,2 a 0,9 Alta declividade	0,9 a 0,6 Média declividade	0,6 a 0,3 Baixa declividade	< 0,3 Muito baixa declividade
Altura significativa da Onda (m) (AO)	<0,55	0,55 a 0,85	0,85 a 1,05	1,05 a 1,25	> 1, 25
Amplitude da Maré (m) (AM)	< 1.0	1.0 – 2.0	2.0 - 4.0	4.0 – 6.0	> 6

**Figura 1** - Variáveis e valores para a determinação do Índice de Vulnerabilidade Costeira-IVC. Fonte: Modificada pelos autores de Gornitz (1991) e Germani (2015).

Consoante Braga (2019), em Salinópolis, a Zona Costeira de Baixa Elevação é predominantemente composta por praias, planícies de marés e algumas dunas. A baixa elevação que domina toda a costa norte de Rias da Zona Costeira Amazônica resulta em uma extensa ZCBE em Salinópolis. Como aponta Rossetti (2006), os eventos transgressivos do Mioceno e Quaternário que inundaram toda essa área, resultaram em uma vasta planície costeira de baixa elevação e, conseqüentemente, essa baixa elevação aumenta a vulnerabilidade regional a um possível aumento do nível do mar.



**Figura 2** - Mapa de elevação. **Fonte:** Elaboração Autoral, 2023.

A amplitude de maré é outra problemática que está interligada com as inundações. De acordo com autores como El-Robrini *et al.* (2006), na costa de reentrâncias do Litoral Norte da ZCA, as marés são classificadas como macromarés semidiurnas, cuja amplitude varia entre 4,5 a 5,5 metros. Segundo o modelo Software WTides, processado para Salinópolis, o padrão de marés claramente evidencia o tipo semidiurna, acompanhado de uma grande amplitude. Os impactos da inundação também alcançarão as estruturas humanas sobre a costa nas áreas de praia como a do Maçarico/Corvina.

A maior parte da costa municipal é preenchida por residências e instalações turísticas, como restaurantes, pousadas e hotéis. As comunidades mais vulneráveis, localizadas em áreas de baixa elevação (ver figura 2), também serão afetadas. A expansão urbana do município e a

política de promoção do turismo do Governo do Estado do Pará resultaram na ocupação de vastas áreas de planícies de maré, dunas e praias, seja por populações de baixa renda ou pela instalação de infraestruturas permanentes para incentivar o turismo (SOUZA E ROCHA, 2018).

De acordo com o relatório da CPRM (2016), as áreas de Salinópolis que correm risco de inundação estão situadas nos bairros Guarani, Prainha e João Paulo II. Esses dois setores se encontram na planície de maré do rio Urindeua. A região é conhecida por ser uma área plana e baixa, com uma cota topográfica de cerca de 4 metros, composta principalmente por sedimentos lamacentos e coberta por manguezais.

As áreas de risco identificadas estão na parte mais protegida do mangue, que naturalmente é inundada, especialmente durante as marés altas que normalmente ocorrem nos meses de março e abril. Isso se deve à combinação de dois fatores principais: os meses de maior precipitação e a ocorrência das marés equinociais, no caso o Equinócio de primavera, que causam o aumento do nível da maré. A maior parte desta área é habitada por famílias de baixa renda, que vivem principalmente em casas de madeira sobre palafitas, construídas acima do nível médio de inundação (ver figura 3).



**Figura 3** - (A) Casas em palafitas no bairro Guarani. (B) A linha amarela representa o nível que a inundação atingiu em abril de 2016. (C) Casas nas margens dos igarapés que cortam o mangue. (D) Aterro para assentamento de rua. **Fonte:** CPRM, 2016.

No entanto, durante os meses de março e abril, as inundações podem atingir até 20 cm dentro das casas, causando perdas materiais para os residentes. A região é atravessada por

vários igarapés e foi notado que as pessoas vivem nas margens destes, áreas que naturalmente se inundam durante a estação chuvosa. Outro fator que afeta a duração da inundação são os aterros, que atuam como barreiras para o escoamento natural da água.

A condição socioambiental nessas regiões é bastante delicada, com moradias em condições precárias, desmatamento de manguezais, descarte inadequado de resíduos domésticos e águas residuais no solo, contribuindo para a disseminação de doenças, além de poluir a água e o solo.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Por fim, a pesquisa conclui que a orla atual de Salinópolis não está sendo afetada pelo aumento do mar resultante da elevação do seu Nível Médio. Os diversos problemas que Salinópolis enfrenta, sobretudo os de inundação são principalmente causados pelas características geográficas locais, pela grande amplitude das marés e pelo desenvolvimento humano desordenado.

A expansão urbana do município está ocorrendo sobre áreas de mangue, que são protegidas por legislação ambiental. Nessas áreas, as construções não têm acompanhamento técnico adequado e estão situadas em várzeas (planícies de inundação) de rios e igarapés, que transbordam durante os períodos de chuva e maré alta.

É essencial um maior engajamento do governo, da população e da iniciativa privada em políticas municipais voltadas especificamente para a vulnerabilidade costeira de Salinópolis. Além disso, há uma escassez de recursos humanos e financeiros para apoiar a implementação de ações nas zonas costeiras, além de grandes lacunas no mapeamento e estudo das áreas de maior vulnerabilidade e risco.

**Palavras-chave:** Mudanças climáticas; Vulnerabilidade costeira, Inundação, Salinópolis.

## **REFERÊNCIAS**

BRAGA, Ronaldo da C. Índice de vulnerabilidade diante da variação do nível do mar na Amazônia: estudo de caso no município de Salinópolis-Pará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Belém, v.12, n.02 (2019) 534-561.

EL-ROBRINI, M.; SILVA, M.M.A.; SOUZA FILHO, P.W.M., EL-ROBRINI, M.H.S.; SILVA JÚNIOR, O.G.; FRANÇA, C.F., 2006. **Erosão e progradação no Pará** In: Muehe, D. (Org), Erosão e Progradação no Litoral Brasileiro. MMA, Brasília. Disponível: <http://www.mma.gov.br/publicacoes/gestaoterritorial/category/80-gestao-costeira-gerosao-e-progradacao.html>. Acesso em 09 jun. 2023.

GERMANI, Y. F.; FIGUEIREDO, S.A.; TAGLIANE, C.R.A. 2015. Vulnerabilidade costeira e perda de ambientes devido à elevação do nível do mar no litoral sul do Rio Grande do Sul. **Revista de Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management** [Online]15(1). Disponível: <http://dx.doi.org/10.5894/rgci540>. Acesso em 08 jun. 2023.

GORNITZ, V. 1991. Global coastal hazards from future sea level rise. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology (Global and Planetary Change Section/Elsevier Science)* [Online] 89. Disponível: [https://doi.org/10.1016/0031-0182\(91\)90173-O](https://doi.org/10.1016/0031-0182(91)90173-O). Acesso em 11 jun. 2023.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, Cidades e Estados do Brasil: Salinópolis. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/salinopolis/panorama>. Acesso em: 9 jun. 2023. © 2023 | v.4.6.76.

IPCC. **Climate change 2014: impacts, adaptation, and Vulnerability – part B: regional aspects**. New York: Cambridge University Press, 2014. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartB\\_FINAL](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartB_FINAL.pdf). pdf. Acesso em: 02 mar. 2023.

KLEIN, A. H. F. *et al.* **Relatório de vulnerabilidade da Zona Costeira Brasileira às mudanças climáticas**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2009.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília, MMA, 201p., 2006.

UNITED NATIONS: United Nations. **Climate Fast Facts**. c2023. Disponível: <https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/fastfacts-what-is-climate-change.pdf>. Acesso em 01 de maio de 2023.

PBMC, 2016: Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas [Marengo, J.A., Scarano, F.R. (Eds.)]. **PBMC**, COPPE - UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 184 p. ISBN: 978-85-285-0345-6.

ROSSETTI, D.F. **Evolução sedimentar miocênica nos estados do Pará e Maranhão** [Online] .2006. Disponível: <https://doi.org/10.5327/S1519-74X2006000300003>. Acesso em 05 mai. 2023.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM. **Ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa e enchentes, Salinópolis - Pará**. Setembro de 2016.

SOUZA, G.B.N.; ROCHA, G.M..**Ordenamento territorial na ilha do Atalaia, Salinópolis (PA): uma análise a partir dos diferentes trechos de ocupação**. Revista do IHGP. 2018. [Online] 5. Disponível: <http://ihgp.net.br/revista/index.php/revista/artic le/view/100>. Acesso em 02 mai. 2023.