

REDUÇÃO DO RISCO DE DESASTRES POR MEIO DE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA NA AMAZONIA, BELÉM DO PARÁ LITORAL

Raphael Clodoaldo Dos Santos Fonseca ¹

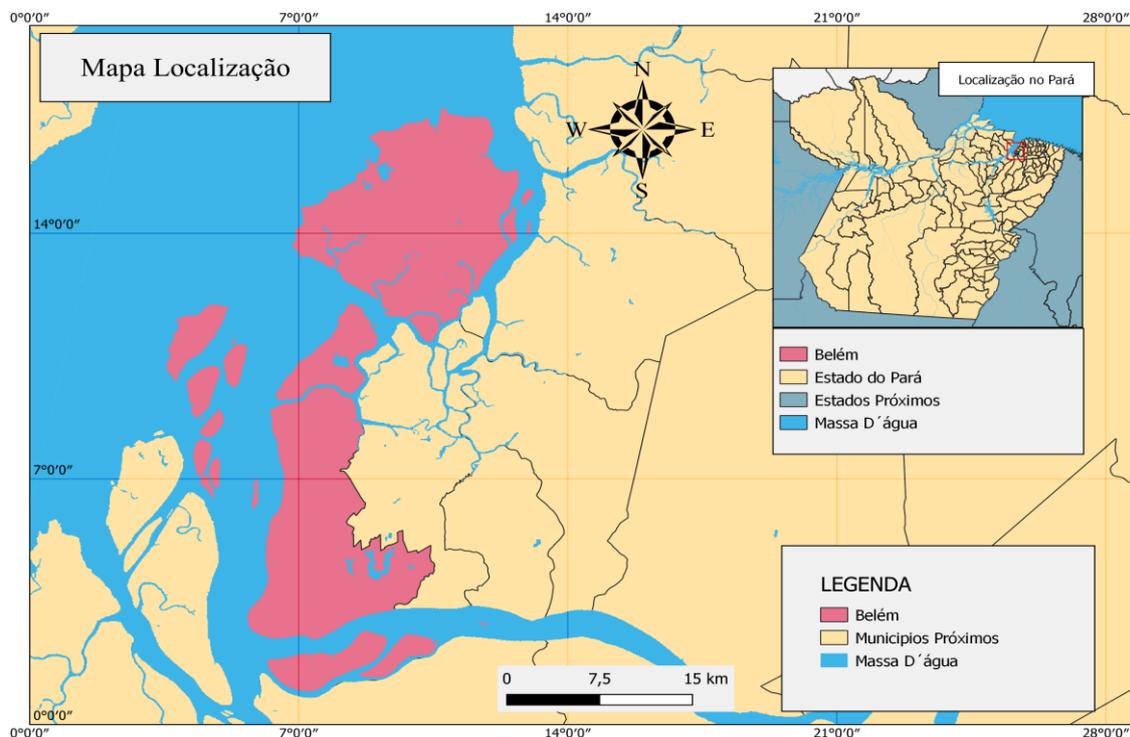
Glenda Helena Nunes Corrêa ²

Raphael Enne Thely Clemente Lebrege Barbosa Pinheiro ³

INTRODUÇÃO

A região de Belém, localizada na Zona Costeira do Pará, possui um regime de chuvas influenciado por diversos mecanismos em escala global e local. A precipitação na área resulta da combinação de fatores como a Zona de Convergência Intertropical, ventos alísios, brisas marítimas e penetração de sistemas frontais. De dezembro a maio, as chuvas são intensificadas pela Zona de Convergência Intertropical e pelas linhas de instabilidade formadas na costa Atlântica da Guiana e Pará, que se propagam para o oeste (Vianello & Alves, 1991). Durante junho a agosto, o período chuvoso diminui e as precipitações são causadas por efeitos locais como brisas terrestres e marítimas e Ondas de Este, fenômenos atmosféricos que se deslocam de leste para oeste (Vianello & Alves, 1991). De setembro a novembro, período de estiagem, a precipitação é geralmente provocada por fenômenos de mesoescala.

Mapa de Localização



Fonte: Autores

Belém é caracterizada por altas temperaturas, forte convecção, ar instável e alta umidade, fatores que favorecem a formação de nuvens convectivas e resultam em precipitação na forma de pancadas, principalmente à tarde. A formação frequente de

nuvens cumulonimbus sobre Belém contribui para uma alta incidência de trovoadas, com uma média anual de 165 dias, e a ocasional ocorrência de tornados do tipo F0 (Nechet, 1997).

Minha pesquisa busca explorar e analisar a aplicação de Soluções Baseadas na Natureza (SBN) para a Redução de Riscos de Desastres (RRD) na Zona Costeira do Pará, com foco específico no município de Belém. O objetivo é investigar como a integração de infraestruturas verdes, como manguezais, florestas e áreas alagadas, pode oferecer uma proteção eficaz contra desastres naturais, como erosão costeira e inundações, que afetam a região. Dado o impacto significativo dos fatores naturais e antrópicos na dinâmica costeira, essa pesquisa é essencial para propor estratégias de mitigação sustentáveis que, além de preservar os ecossistemas, promovam a resiliência da população local frente aos desafios ambientais e climáticos.

A Zona Costeira do Pará, que abrange 40 municípios e cerca de 45% da população do estado, é dividida em três setores: Costa Atlântica, Continental Estuarino e Insular Estuarino, onde Belém está inserida. A região enfrenta impactos de desastres decorrentes de fatores naturais, como características geológicas e ação das ondas, e antrópicos, como urbanização irregular. As unidades geomorfológicas principais incluem a Planície Amazônica, com suas planícies de maré e litoral de mangues, e o Planalto Rebaixado da Amazônia, composto por tabuleiros e colinas. As ilhas de Caratateua e Mosqueiro sofrem intensos processos erosivos devido às falésias neotectônicas e à perda de vegetação, agravados pelas marés de sizígia. Além disso, a baixa topografia e altas precipitações ampliam a planície de inundação nos canais fluviais. Em Belém, a erosão costeira é exacerbada pela ocupação irregular, afetando os ecossistemas de manguezal e dunas. Essas condições reforçam a necessidade de uma gestão eficaz de riscos de desastres integrada ao planejamento territorial para mitigar os impactos, proteger a população e preservar os ecossistemas costeiros.

A redução de riscos e desastres tem se tornado um tema global de discussão, visando mitigar os impactos devastadores em zonas costeiras e apoiar gestões locais com propostas sustentáveis. Nas últimas décadas, a valorização dos benefícios dos ecossistemas em áreas urbanas tem crescido, especialmente impulsionada pela Nova Agenda Urbana (ONU, 2016), que promove "soluções baseadas em ecossistemas" ou "soluções baseadas na natureza". Esses benefícios incluem a adaptação e mitigação dos impactos das mudanças climáticas, como a redução de ilhas de calor e a melhoria da qualidade do ar. O conceito de Redução de Riscos de Desastres baseada em Ecossistemas, conhecido como Eco-DRR, se concentra na utilização dos serviços ecossistêmicos para prevenir perdas e danos causados por desastres, sendo também referido como Nature-based disaster risk reduction ou Nature-based solutions for disaster risk management.

Dessa forma, além de melhorar a qualidade de vida da população, também atua na etapa preventiva, protegendo as áreas ambientalmente mais vulneráveis, como margens de rios e encostas de morros, por exemplo.

Pesquisas têm demonstrado que 'infraestruturas verdes' têm contribuído para a redução de riscos de desastres, diminuindo a exposição física às ameaças. Como exemplo da capacidade preventiva e mitigadora frente aos desastres, destaca-se o papel das florestas de montanhas e da vegetação em encostas. A cobertura vegetal e a estrutura das raízes protegem contra a erosão e aumentam a estabilidade dos taludes, evitando deslizamentos de terra. Florestas primárias ou de captação reduzem o risco de inundações ao aumentar a infiltração da água da chuva e ao atrasar os picos de escoamento superficial (PEDRR, 2010).

Segundo Carvalho (2015), as 'infraestruturas verdes' atuam em oposição às 'infraestruturas cinzas', que se referem a obras de engenharia, como barragens, diques e outras construções. A infraestrutura natural como elemento de proteção contra desastres aparece na forma de áreas alagadas, florestas, marismas, dunas, restingas, entre outros ecossistemas.

Pedrr (2010) enfatiza um ponto importante que é a redução de vulnerabilidades socioeconômicas proporcionada pelos serviços ecossistêmicos. Sabe-se que o risco é composto pela ameaça (fator externo) e pela vulnerabilidade (fator interno), assim, além de servir como proteção física preventiva, os elementos da natureza também provêm a subsistência humana, contribuindo para o fortalecimento da resiliência.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi de realizar uma análise sobre as soluções baseadas em ecossistemas implementadas em diversos locais almejando colocar como foco a Zona Costeira do Pará no município de Belém.

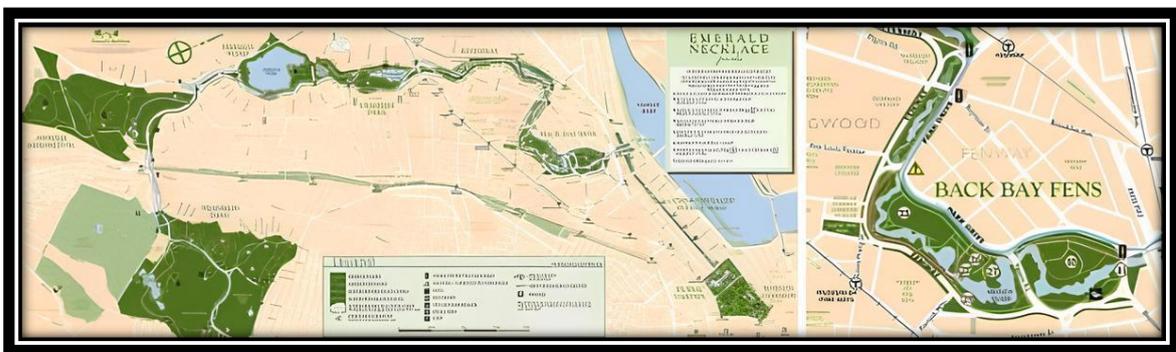
METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

O método utilizado neste estudo foi baseado em uma abordagem qualitativa e exploratória, e levantamento bibliográfico. Os procedimentos metodológicos empregados incluíram uma revisão da literatura sobre soluções que utilizam ecossistemas para a redução de riscos de desastres (RRD).

Os mapas foram produzidos a partir de dados secundários do IBGE. Primeiramente, foram extraídas informações geográficas e socioeconômicas do portal do IBGE. Em seguida, os dados foram organizados e filtrados utilizando softwares de SIG, como o QGIS. Posteriormente, os dados foram georreferenciados no sistema SIRGAS 2000 e projetados em UTM. Com as informações tratadas, foram gerados mapas temáticos por meio da sobreposição de camadas. Por fim, os padrões espaciais foram analisados, e variáveis socioeconômicas e ambientais foram cruzadas para a interpretação dos resultados.

O Plano Diretor Municipal de Belém aborda os riscos de desastres naturais, propondo medidas para reduzir vulnerabilidades e estratégias de resposta a emergências. Ele destaca a importância do controle em áreas como saneamento ambiental, abastecimento de água, e esgotamento sanitário, além de abordar riscos geológicos, como deslizamentos e erosões. Medidas incluem políticas de drenagem urbana, urbanização de áreas de risco e expansão de áreas verdes permeáveis. As estratégias de resposta a desastres focam na proteção social das populações vulneráveis, evidenciando um compromisso com a sustentabilidade urbana e a qualidade de vida em Belém. O Emerald Necklace ("Colar de Esmeraldas") (Figura 01) conhecido como em português, foi desenvolvido por Frederick Olmsted em Boston, Estados Unidos da América, e se estende por 10 quilômetros. Trata-se de uma rede de parques interligados pelas matas ciliares dos rios Stonybrook e Muddy, sendo um modelo multifuncional que não apenas controla inundações, mas também oferece benefícios como drenagem urbana eficiente, melhoria na qualidade do ar, proteção da fauna e flora, além de servir como espaço de recreação (BALEIRO, 2017).

Figura 01 – “Colar de Esmeraldas”, Boston, Estados Unidos da América



Fonte: <http://www.emeraldnecklace.org/park-overview/emerald-necklace-map/>

Faivre et al. (2018) mencionam o caso de Liubliana, capital da Eslovênia, que passou por um intenso processo de urbanização nas últimas décadas, resultando em um aumento significativo de áreas com alto risco de desastres por inundação. A cidade implementou iniciativas baseadas na natureza para regeneração e preservação ambiental, incluindo a restauração do rio Ljubljanica com o plantio de nova vegetação, melhorando o microclima local e contribuindo para a redução do risco de inundação.

A Zona Costeira Paraense é caracterizada por sua complexa dinâmica física e social, com riscos naturais significativos, como erosão e inundação, que afetam diretamente habitações e infraestruturas. A erosão costeira impacta promontórios, costões rochosos, falésias e praias, exigindo planejamento territorial adequado. Estudos são essenciais para compreender e mitigar esses fenômenos. Exemplos de sucesso incluem o Acordo do Corredor Verde do Baixo Danúbio, onde a restauração de áreas úmidas demonstrou eficácia na prevenção de inundações. No Pará, locais como Salinópolis, Abaetetuba e Ilha de Mosqueiro enfrentam erosão, agravada pela ação humana e mudanças hidrodinâmicas, resultando em impactos econômicos e socioambientais significativos.

Figura 02 – Seul, Coreia do Sul, antes e depois da renaturalização do rio Cheonggyecheon



Fonte: Kim e Han (2012).

Uma medida de combate à erosão foi implementada por Joseph et al. (2017), que descrevem um caso onde a espécie *Chrysopogon zizanioides*, uma planta tropical da Índia, foi cultivada para reduzir riscos e desastres. O estudo foi realizado no estado de Kerala, Índia, nos distritos de Kottayam e Idukki, regiões frequentemente afetadas por inundações e movimentos de massa. A planta foi cultivada em várias áreas para proteger contra a erosão, beneficiando não apenas como uma barreira natural, mas também contribuindo para a economia local através de seus múltiplos usos.

A zona costeira da Amazônia brasileira se estende entre o rio Oiapoque, no estado do Amapá, e a baía de São Marcos, no estado do Maranhão, abrangendo cerca de 35% da linha costeira do Brasil e englobando diversos ambientes como praias, planícies de maré, pântanos salinos e de água doce, estuários e manguezais (PEREIRA et al., 2009). O ecossistema de manguezal é proeminente na costa do estado do Pará, definida por El-Robrini et al. (2018) como Zona Costeira Estuarina Paraense, ao qual está inserida a zona costeira estuarina de Belém.

Nesta região, algumas características naturais destacam-se: a extensa e contínua presença de manguezais, um dos maiores do mundo, que contribui para uma alta produtividade biológica (LACERDA; SCHAEFFER-NOVELLI, 1992); uma vasta rede de drenagem de rios e estuários, incluindo a bacia hidrográfica do rio Amazonas, que transporta sedimentos e nutrientes ao longo da costa (GEYER et al., 1996); e regimes de macromarés (PEREIRA et al., 2009). O ecossistema de manguezal na região costeira da Amazônia é predominante e possui características únicas devido à dinâmica das marés, o que lhe confere a designação de 'costa de manguezais de macromaré da Amazônia' (SOUZA-FILHO, 2005).

Além de sua relevância local, os manguezais desempenham um papel crucial em outras regiões costeiras globalmente. Na ilha de Java, Indonésia, onde a densidade populacional é alta, a cidade de Semarang enfrenta graves inundações agravadas pelas mudanças climáticas. A vulnerabilidade resulta da urbanização desordenada e da exploração intensa dos recursos naturais. Para mitigar esses riscos, foram adotadas medidas como gestão sustentável da terra, manejo de recursos hídricos, planejamento urbano, reassentamento de populações vulneráveis e fortalecimento comunitário. Especificamente para os manguezais, a proteção e o replantio garantiram tanto a conservação do ecossistema quanto benefícios econômicos para as comunidades locais, com o uso de alternativas ecológicas como o plantio de bambu e capim-vetiver.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada demonstrou que várias ações baseadas na natureza estão sendo implementadas ao redor do mundo, proporcionando diversos benefícios à população local, tanto diretos quanto indiretos. A implementação dessas medidas não se limita a uma única função, mas abrange uma ampla gama de serviços ecossistêmicos oferecidos pelo ambiente.

A vulnerabilidade dos municípios costeiros do estado do Pará está principalmente relacionada às condições de exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa. Os cenários climáticos com anomalias de precipitação e temperatura indicam que as mudanças climáticas poderão intensificar essa vulnerabilidade local.

É importante salientar que esta pesquisa não tem como objetivo a implementação direta das diretrizes de qualquer plano de risco e vulnerabilidade da Amazônia. O propósito é, através da literatura e pesquisa, mostrar que várias propostas de redução de riscos e desastres estão sendo desenvolvidas ao redor do mundo, algumas das quais

podem ser aplicáveis também à nossa região, considerando sempre as características geofísicas locais.

Palavras-chave: Vulnerabilidade; Zona costeira; Mudanças climáticas

REFERÊNCIAS

- BALEEIRO, C. B. R. Análise do Parque Linear Macambira Anicuns como infraestrutura verde em Goiânia. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.
- BASTOS T.X.; SOUZA FILHO, R.M.; PACHECO, N.A. Velocidade e direção do vento na região de Belém (resultados preliminares). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11.; REUNIÃO LATINOAMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2., 1999. Florianópolis. Programa e resumos dos anais. Florianópolis: SBA, 1999. P.629.
- BARBOSA, G.; RENNÓ, C.; FRANCO, E. (1974) – Geomorfologia. In: Projeto RADAMBRASIL. Folha S.A.22 Belém. DNPM, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- BARBOSA, V.; GREGÓRIO, A.; BUSMAN, D.; COSTA, R.; SOUZA FILHO, P.; PEREIRA, L. (2007) - Estudo morfodinâmico durante uma maré equinocial de sizígia em uma praia de macromaré do litoral amazônico (praia de Ajuruteua-PA, Brasil). Boletim Paranaense de Geociências, 60:31-43. DOI: 10.5380/geo.v60i0.
- Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).
- DE CARVALHO, D. W. Os serviços ecossistêmicos como medidas estruturais para prevenção dos desastres. Revista de Informação Legislativa, v. 52, n. 206, 2015. p. 53-65.
- EL-ROBRINI, M.; RANIERI, L. A.; SILVA, P. V. M.; GUERREIRO, J. S.; ALVES, M.A.M.S.; OLIVEIRA, R. R. S.; SILVA, M. S. F.; AMORA, P. B. C.; EL-ROBRINI, M. H. S.; FENZL, N. Pará. In: Dieter Muehe. (Org.). Panorama da Erosão Costeira no Brasil. 1ed. Brasília: Biblioteca do Ministério do Meio Ambiente, 2018 p. 65-166.
- ESPÍRITO SANTO, Celina Marques do. A gestão dos riscos naturais à erosão e inundação nos planos diretores de municípios da zona costeira (estado do Pará). Orientador: Claudio Fabian Szlafsztein. 2011. 93 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia.) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2011.
- FAIVRE, N. et al. Translating the Sendai Framework into action: The EU approach to ecosystem-based disaster risk reduction. International journal of disaster risk reduction, v. 32, 2018. p. 4-10.

GEYER, W. R. et al. Physical oceanography of the Amazon shelf. *Continental Shelf Research*, v. 16, n. 5-6, p. 575-616, 1996.

GREGÓRIO, A.; MENDES, A. (2009) - Batimetria e sedimentologia da Baía de Guajará, Belém, estado do Pará, Brasil. *Amazônia: Ciência e Desenvolvimento* (ISSN 1809-4058), 5(9):53-72, Belém, PA, Brasil.

IGREJA, A.; BORGES, M.; ALVES, R.; COSTA Jr.; P.; COSTA, J. (1990) - Estudos neotectônicos nas ilhas de Outeiro e Mosqueio – Nordeste do Estado do Pará. XXXVI Congresso Brasileiro de Geo.

JOSEPH, J. K. et al. Applications of Vetiver grass (*Chrysopogon Zizanioides*) in ecosystem-based disaster risk reduction-studies from Kerala state of India. *Journal of Geography and Natural Disasters*, v. 7, n. 1, 2017. p. 1-10.

KOERNER, K. F.; OLIVEIRA, U. R.; GONÇALVES, G. Efeito de estruturas de contenção à erosão costeira sobre a linha de costa: Balneário Hermenegildo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada*. Novembro, 2013.