

PANORAMA DOS RISCOS COSTEIROS NO ESTADO DO AMAPÁ: CONHECER PARA AGIR

Orleno Marques da Silva Junior¹

Leonardo Sousa dos Santos²

Marcus Roberto Cascaes Rodrigues³

1 Introdução

O Brasil possui uma linha de costa de, aproximadamente, 8.500 km de extensão, dos quais 35% são ocupados pelo litoral amazônico brasileiro. A zona costeira amazônica ocupa uma extensão de 2.975 km, estando limitada pelo rio Oiapoque no extremo norte do Amapá e pela baía de São Marcos no Maranhão (PEREIRA et al., 2012; PRESTES; SILVA; JEANDE, 2018). É uma região complexa abrangendo diversos ambientes, como estuários, pântanos, manguezais, planície de marés, dunas, praias, lagos e cheniers (SANTOS, 2006; SOUZA-FILHO et al., 2011). A influência do rio Amazonas é preponderante na região, atuando na descarga de aproximadamente 6,3 trilhões $m^3 \cdot ano^{-1}$ das águas continentais mundiais, representando cerca de 16% de toda a água doce despejada nos oceanos (OLTMAN, 1968).

A atual faixa litorânea, com até 100 m do nível do mar, concentra cerca de 2/3 da população mundial sob a taxa de incremento de 1,5% até 2020 (UNDP et al., 2012). A média global para a subida do nível do mar é da ordem de 0,5 m com aquecimento de 2° C projetados para 2050 no cenário pessimista (IPCC, 2014). Os processos físicos costeiros alterados por mudanças climáticas e aliados às atividades humanas propiciam condições de risco acelerando a ocorrência de eventos danosos como inundações, ondas elevadas, tempestades severas, erosão costeira, derivas continentais e redistribuição sedimentar (SANTOS, 2006; NICHOLLS et al., 2007; NICHOLLS; CAZENAVE, 2010).

Nas últimas décadas pode se observar um aumento no número de desastres relacionados com os fenômenos hidroclimáticos. Muitos autores (EASTERLING et al., 2000; SMITH, 2000; BERZ et al., 2001; McBEAN, 2004; SILVA JUNIOR, 2010; PEREIRA et al., 2016; LOPES et al. 2017; PABÓN-CAICEDO et al., 2018) comprovaram em suas pesquisas esse aumento ser em função das mudanças climáticas. Os desastres naturais têm gerado grandes impactos negativos na sociedade em virtude da ocupação de áreas vulneráveis ou da sua incapacidade em responder aos mesmos.

Os fenômenos naturais extremos não se traduzem necessariamente em risco para os indivíduos e sistemas socioeconômicos, entretanto, quando a sua manifestação ameaça

1 Doutor em Planejamento Ambiental. Coordenador do Programa de Gerenciamento Costeiro do Estado do Amapá - Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá - GERCO/IEPA. E-mail: orleno@ppe.ufij.br.

2 Doutor em Geografia. Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Pará. E-mail: leonardodorgeo@gmail.com.

3 Sub Gerente do Programa de Gerenciamento Costeiro do Estado do Amapá - Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá - GERCO/IEPA. E-mail: marcus.cascaes18@hotmail.com.

a normalidade, tais fenômenos, podem se tornar riscos em potencial. O risco depende não somente das características do perigo existente, senão também das características das pessoas, populações e o sistemas impactados. Segundo Bollin (2007), o risco reflete a possibilidade de perdas e danos humanos e econômicos e é latente onde uma ameaça coexiste com uma população ou infraestrutura vulnerável. Mitchell, Tanner e Haynes (2009), ao relacionar o risco com perdas sociais e econômicas, ameaças e populações vulneráveis, dão o real sentido a esse conceito, pois danos e os prejuízos são o que caracterizam o risco a um desastre e é essa quantificação de perdas que diferencia os conceitos de risco e ameaça.

Segundo Lopes et al. (2009), para que haja um desastre é necessário que ocorram danos, e os consequentes prejuízos. Dano é conceituado como sendo a intensidade das perdas humanas, materiais ou ambientais ocorridas às pessoas, comunidades, instituições, instalações e aos ecossistemas, como consequência de um desastre ou acidente.

Na Amazônia, as ameaças ou evento natural que pode desencadear um dano estão ligados predominantemente à dinâmica dos rios com casos mais comuns de ameaças relacionadas a enchentes, erosão e em menor incidência a seca. No Amapá, os riscos conhecidos são principalmente causados pela erosão e inundações. Há também a submersão lenta ou abrupta de espaços litorais continentais e a intrusão salina. Há uma estreita relação desses riscos com às mudanças climáticas que levam a um aumento no nível médio dos mares. As mudanças climáticas exacerbam a degradação dos solos, sobretudo em áreas costeiras, de baixas altitudes e deltas fluviais (IPCC, 2019).

O objetivo desse artigo é pontuar e descrever os principais riscos costeiros existentes no estado do Amapá de maneira a dar conhecimento a sociedade e ao poder público para que ações de mitigação a esses impactos possam ser elaboradas assim como estudos mais detalhados sobre os mesmos.

2 Zona Costeira do Amapá

A Zona Costeira do Estado do Amapá (ZECA) se entende por cerca de 750 km da foz do rio Oiapoque à foz do Rio Jari. Dos 16 municípios que o estado possui, onze estão inseridos na ZCEA: Oiapoque, Calçoene, Amapá, Pracuúba, Tartarugalzinho, Cutias, Itaubal, Macapá, Santana, Mazagão e Vitória do Jari.

Considerando as características fisiografias e dinâmicas, a ZCEA é dividida em dois setores distintos (TORRES; EL-ROBRINI, 2006; TAKIYAMA; SILVA, 2009): Costa Oceânica do Amapá e Costa Estuarina do Amapá (Figura 1).

A Costa Oceânica estende-se da Baía do rio Oiapoque até a antiga foz do rio Araguari, abrangendo uma área de cerca de 15.500 km². Apresenta largas e extensas planícies de maré lamosas, a partir do Cabo Cassiporé em direção noroeste. Ao sul, é notável a presença de cordões arenosos e de praias (IEPA, 2016). Bosques de mangues frontais, em forma de franja, bordejam este litoral, que para o interior possui contato com campos inundáveis, desenvolvidos sobre as planícies de inundação influenciadas sazonalmente pelas marés (IEPA, 2016).

A Costa Estuarina se estende por cerca de 9.700 km², está em contato direto com o Canal do Norte do rio Amazonas, se caracteriza por apresentar um substrato argiloso e siltoso ao longo da planície de inundação do rio Amazonas e seus tributários, e também, possui influência das marés. Para o interior da desembocadura do Amazonas, os mangues dão lugar a extensas florestas de várzea e banhados, que recobrem o substrato das margens de rios e ilhas e as planícies de inundação. Pequenas praias de bolso ocorrem no interior, às proximidades da cidade de Macapá (IEPA, 2016).

A principal atividade nos municípios que compõem o setor oceânico é a criação de bois, búfalos e a pesca artesanal. Nesse setor, também, concentra-se uma das maiores riquezas do estado: os manguezais. Este ecossistema se estende por quase

toda a costa do setor oceânico e constitui o berçário de muitas espécies que o utilizam para sua reprodução e depois retornam ao seu habitat de origem. Por sua vez, o Setor Estuarino é a região mais dinâmica do estado do ponto de vista socioeconômico e concentra mais de 70% da população total do Estado. Macapá, a capital, é o principal centro urbano da região, comandando a demanda de serviços e atividades econômicas. No município de Santana localiza-se a infraestrutura portuária do Estado.

A ZCEA é a região costeira com menor densidade populacional do Brasil. No entanto, possui inúmeras ocupações dispersas ao longo do litoral, com grande adensamento de populações nas zonas urbanas, o que se reflete na diversidade e localização dos recursos socioeconômicos. Na Figura 1 observa-se a distribuição das sedes municipais e localizadas no Estado do Amapá, a maioria das comunidades estão localizadas na ZCEA.

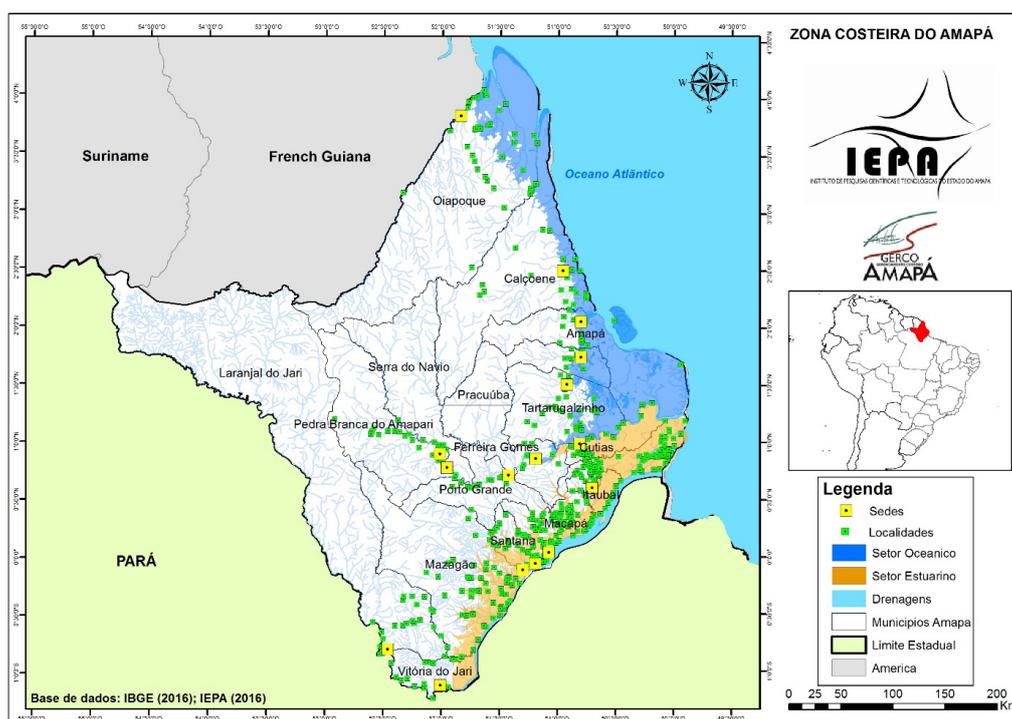


Figura 1. Setorização da Zona Costeira do Amapá, presença de comunidades e sedes municipais.

Por ser a faixa mais densamente povoada do Estado do Amapá, a maioria das atividades econômicas também se desenvolvem na ZCEA, essa diversidade de atividades deve ser considerada no planejamento e gerenciamento.

Nota-se que são numerosas as populações de comunidades tradicionais na ZCA, sejam eles caboclos (“ribeirinhos”), quilombolas, pescadores, agricultores ou indígenas. Essas populações utilizam os recursos naturais e serviços ambientais disponíveis e contribuem com a proteção e/ou conservação ambiental, o que se manifesta pelo elevado número de unidades de conservação, em particular as de uso sustentável.

Assim, devido à dinâmica natural e a importância das atividades que se desenvolvem na região costeira, há grande necessidade de se conhecer as ameaças e vulnerabilidade a que essa região está sujeita para assim identificar os riscos e propor ações para mitigá-los.

3 Características físicas

Apesar da setorização já citada, a Zona Costeira do Estado do Amapá, possui características de relevo, geomorfológicas e meteorológicas compartilhadas entre os

dois setores, sendo diferenciados apenas pelos processos que atuam em cada uma, e as atividades humanas predominantes em cada setor.

3.1 Relevo

A paisagem da Zona Costeira Amapaense é formada, em sua grande maioria, por áreas planas, levemente onduladas e de baixa altitude, cujos conjuntos de tais áreas compõem a planície costeira, uma região que possui uma interface com mar, e consequentemente está sujeita aos processos hidrodinâmicos (ROCHA; SOUZA; SOARES, 2018). Assim, muitos ecossistemas presentes neste tipo de relevo, caracterizado como plano ou baixo, também estão sujeitos a flutuações sazonais de marés, responsáveis pelo alagamento periódico de água salgada ou salobra, principalmente, manguezais, áreas de várzeas e campos inundáveis (SILVEIRA; SILVEIRA; COSTA NETO, 2006).

Analisando o modelo digital de elevação mostrado na Figura 2, percebe-se que a área de menor altitude do estado é a área costeira, o relevo vai aumentando conforme se afasta do litoral para oeste. Essa condição torna a área muito frágil às oscilações climáticas e às intervenções antrópicas.

De acordo com Silveira e Santos (2006), a configuração atual da planície costeira é resultado da ação de processos erosivos e deposicionais, que foram determinantes para o estabelecimento da unidade morfoestrutural que compõe a paisagem, como por exemplo, o estabelecimento do Grupo Barreiras ao longo da linha de costa do Amapá.

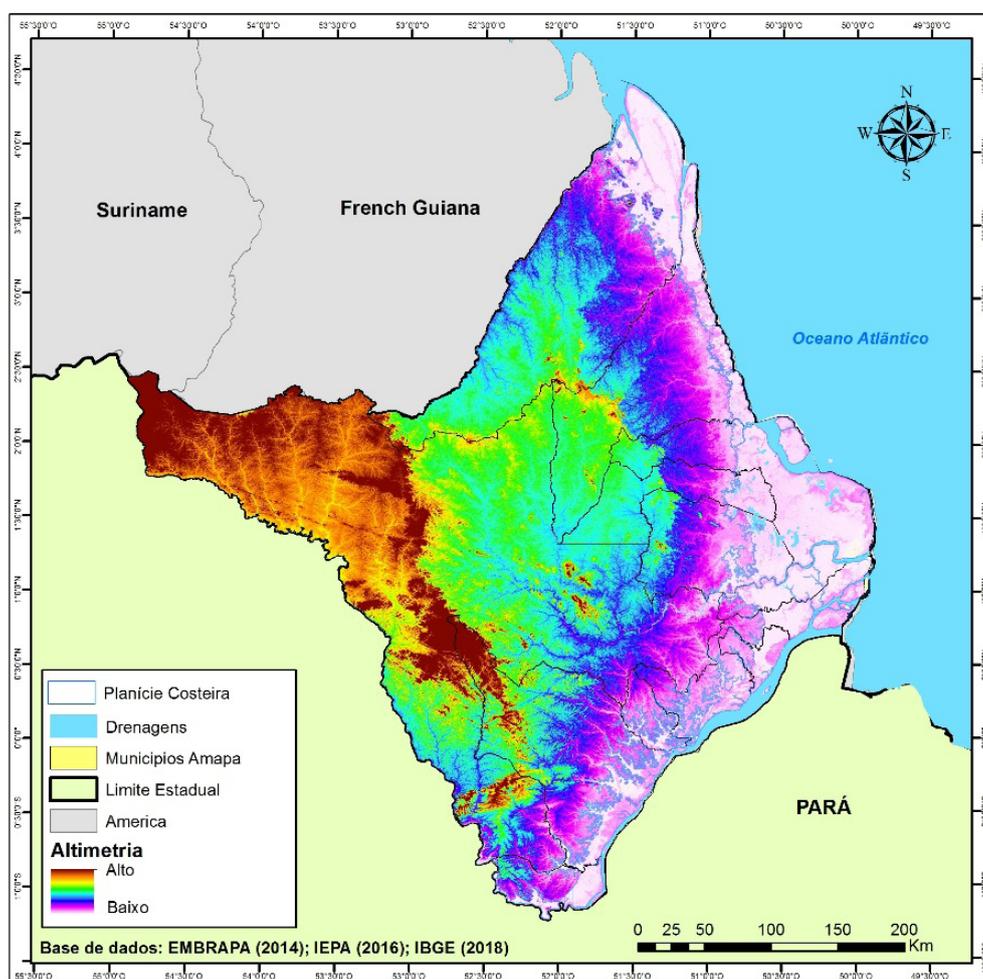


Figura 2. Modelo digital de elevação do estado do Amapá.

3.2 Geomorfologia

O estado do Amapá, possui ao todo cinco unidades morfoestruturais. A sua zona costeira é representada pela Planície Costeira, unidade morfoestrutural que corresponde a uma área de ocorrência de sedimentos quaternários fixados pela vegetação costeira, principalmente, os manguezais (SILVEIRA; SANTOS, 2006; ABDON et al., 2008).

De acordo com Silveira e Santos (2006), os sedimentos de origem quaternária podem ser provenientes de Depósitos de planície flúvio estuarina/lacustres e flúvio-marinha (Figura 3). Os Depósitos de planície flúvio-estuarina são caracterizados por pertencer às porções mais internas, continente adentro, desenvolvidas atrás de áreas de várzeas e manguezais do interior da planície costeira, com sedimentos ricos em matéria orgânica. Apesar de terem pouca influência marinha, algumas áreas do estado, como a porção noroeste do Cabo Norte, possuem uma sedimentação, tipicamente, de influência marinha. A planície amazônica é predominante ao sul da área costeira até o rio Jari.

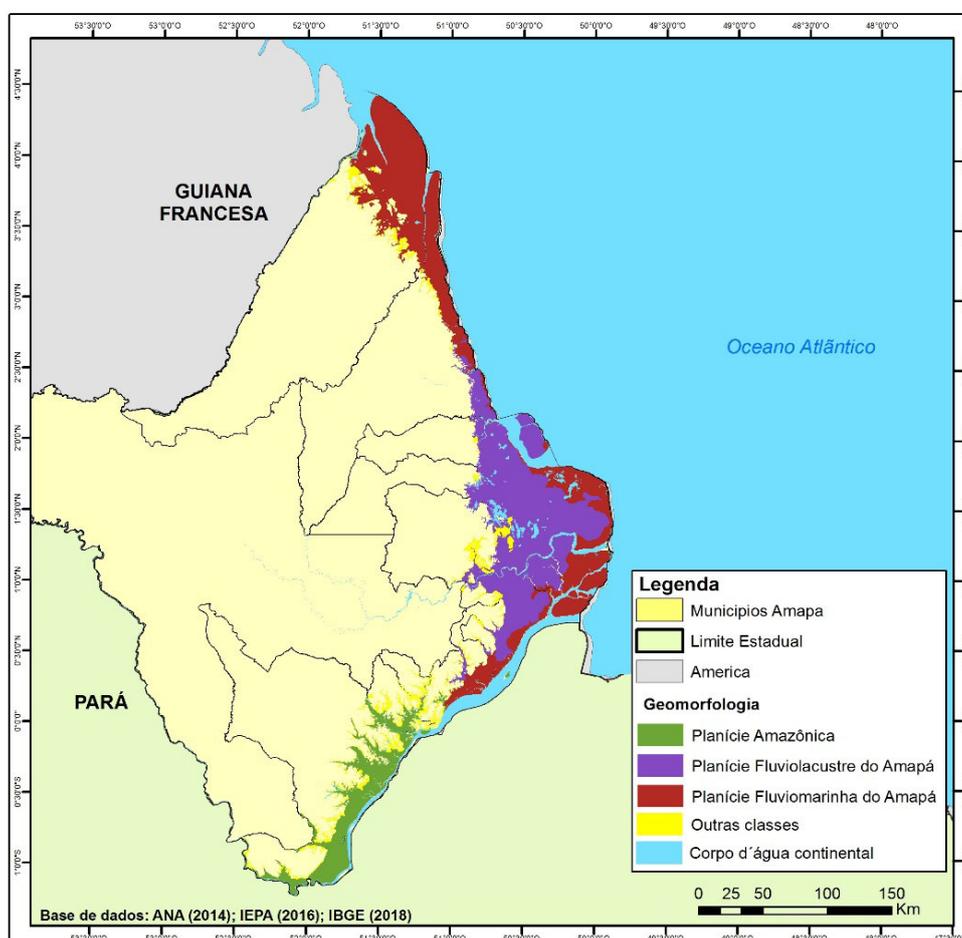


Figura 3. Classes geomorfológicas na planície costeira do Estado do Amapá.

Já os Depósitos de planície flúvio-marinha por sua vez, localizados ao longo da linha de costa em regiões onde os processos costeiros dinâmicos são mais acentuados, por este motivo, estes depósitos possuem áreas de maior salinidade devido a influência do oceano. As regiões onde ocorrem estes depósitos são de grande importância geomorfológica, pois é nestas, cujos efeitos primordiais das marés são mais evidentes, ou seja, a sedimentação nestas áreas.

Apesar dos depósitos sedimentares provenientes do período quaternário caracterizarem bem a unidade morfoestrutural que é a Planície Costeira, está também

apresenta outro tipo de cobertura sedimentar bem característica proveniente do período terciário, o Grupo Barreiras. Este grupo sedimentar é fruto, principalmente, da sedimentação fluvial ocorrida na era Cenozóica, no período Terciário, com constituição sedimentar no estado do Amapá de arenito e argilito com tonalidades variadas (amarelo-avermelhada), com rochas pouco consolidadas, sob a forma de platôs baixos e dissecados ou relevo colinoso (DEMATTE et al., 2012).

3.3 Clima

O estado do Amapá, assim como os estados de Amazonas, Roraima e Pará, está em uma posição geográfica caracterizada pela presença da linha do Equador, na denominada Zona Equatorial ou Intertropical. Assim como em outras áreas inseridas na Zona Intertropical, o Amapá recebe uma grande quantidade de energia solar durante o ano todo, lhe conferindo um clima quente e úmido, apresentando características climáticas particulares, como uma grande variação sazonal no regime de chuvas. Isto ocorre devido a ação de um sistema meteorológico complexo que define a circulação atmosférica nesta região, a Zona de convergência Intertropical (ZCIT) (TAVARES, 2014).

Este sistema de atividade meteorológica determina a quantidade pluviométrica da região equatorial, sendo modulado por fatores atmosféricos (convergência de ventos alísios do Norte e do Sul) e oceânicos (evaporação das superfícies oceânicas) (MOURA; VITORINO, 2012). Entretanto, este sistema não atua da mesma forma em todas as áreas da região equatorial, devido a diferenças de latitude, assim, dentro da ZCIT, existe variabilidade na precipitação de um local para o outro (MOURA; VITORINO, 2012).

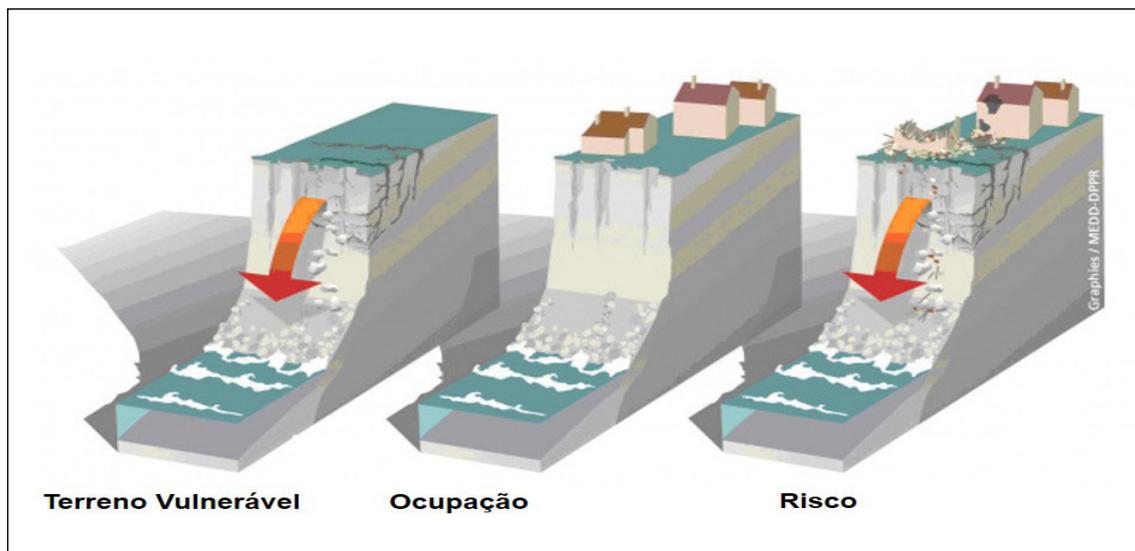
Devido a influência da ZCIT na temperatura da superfície oceânica e, conseqüentemente, a convergência de umidade, o Amapá reúne condições que favorecem a formação de nuvens de chuvas sobre a região. Desta maneira, a Zona Costeira, bem como outras regiões do Amapá, apresenta duas estações distintas, uma muito chuvosa e outra seca. Durante a estação chuvosa podem ser observados diversos eventos de alta precipitação que podem intensificar a ocorrência de processos atuantes na costa, como os alagamentos e erosão (TAVARES, 2014).

4 Riscos na Zona Costeira do Amapá

A fragilidade ou exposição é a componente física e ambiental da vulnerabilidade relacionada com a localização do elemento em área de influência de uma ameaça. A suscetibilidade é o componente socioeconômico e demográfico associado com a predisposição de um grupo populacional de sofrer danos em face de um fenômeno perigoso.

Dito isso, na Figura 4 ilustra um terreno naturalmente vulnerável, que após ser ocupado por moradias de uma população, passa a ser um local de risco, nesse caso risco ao deslizamento do terreno, perda de casas e possivelmente de vidas humanas.

A Zona Costeira Amazônica como um todo, é uma área de grande instabilidade morfológica, devido à alta dinamicidade da região. Esta dinamicidade é responsável pela mudança na configuração dos ambientes costeiros, e conseqüentemente a evolução desta área em uma escala temporal (BATISTA; SOUZA FILHO; SILVEIRA, 2009). Tais modificações no cenário da Zona Costeira dependem de três principais forçantes: atmosférica, caracterizada como um sistema de circulação atmosférica, resultando na ação das correntes atmosféricas e da precipitação, determinando assim, a variação climática e hidrológica; oceânica, resultante da circulação das correntes oceânicas e das propriedades físicas e químicas dos oceanos (densidade, temperatura e salinidade); e amazônica, resultante do transporte e deposição de sedimentos provenientes do rio Amazonas (SILVEIRA; SANTOS, 2006).



Fonte: Observatoire Côte Aquitaine, 2020

Figura 4. A “criação” do risco na ocupação de um terreno naturalmente vulnerável.

Com isso em mente, pode-se ter ideia da interconexão dessas forçantes e suas relações como componentes integrativos de todo o delineamento, configuração atual e dinamicidade do espaço costeiro amazônico.

Essas três forçantes, atuam sobre os principais processos costeiros na Zona Costeira Amazônica, sobretudo, na Zona Costeira Amapaense com forte influência da proximidade com a foz do rio Amazonas. Processos estes como a erosão e a progradação, influenciados, principalmente, pelo clima de ondas, que representa um dos principais indutores dos processos costeiros, este por sua vez, é controlado e regulado pelas forçantes citadas anteriormente (TESSLER; GOYA, 2005).

Em virtude da dinâmica natural a que a ZCEA está submetida, há ocorrência de algumas ameaças que podem se constituir em risco à população que são principalmente erosão e inundação. No caso da erosão atividades antrópicas sem o correto desenvolvimento e manejo podem potencializar os efeitos adversos as populações. Outros fenômenos menos citados na literatura como intrusão salina e submersão marinha também serão tratadas nos itens a seguir.

4.1 Erosão e Progradação

A erosão e a progradação são processos costeiros de efeito contrário um do outro, que conferem variação a linha de costa, ou seja, a interface entre o continente e oceano. Enquanto a erosão costeira é o recuo da linha de costa em relação ao oceano devido ao aumento do nível do mar ou/e um balanço sedimentar negativo (RUDORFF; BONETTI, 2010); a progradação está relacionada com a retenção e fixação de sedimentos, que culmina no avanço da linha de costa, proporcionando um ambiente mais estável para consolidação da vegetação costeira, como o mangue por exemplo (BATISTA; SOUZA FILHO; SILVEIRA, 2009).

A erosão, geralmente possui mais impactos negativos que a progradação, principalmente por estar relacionada com a instabilidade de edificações situadas na

linha de costa e instabilidade da cobertura de vegetação costeira (MUEHE; NEVES, 2009). Assim, um dos maiores indicativos naturais da erosão costeira é o número de árvores de mangue tombadas ao longo da linha de costa (TORRES; EL-ROBRINI, 2006).

A progradação costeira por sua vez, representa o avanço da linha de costa perante o oceano, que geralmente está relacionado com o transporte e deposição de sedimentos. No Amapá, a progradação possui duas áreas, consideradas as maiores em que este fenômeno ocorre, a área norte do arquipélago do Bailique e a foz do rio Araguari (TORRES; EL-ROBRINI, 2006).

Estes dois processos antagônicos possuem metodologias de observação e estudos, bastantes distintos. Uma vez que a identificação e evolução desse processo ao longo da linha de costa, depende muito mais do conhecimento prévio do local, principalmente em relação a sua geologia, do que a observação em tempo real e periodicamente (NEVES; MUEHE, 2010). Ao contrário da erosão que deixa vestígios muito mais evidentes, como a questão do tombamento da vegetação, citado anteriormente.

Na zona costeira, os riscos incluem declínio, abruptamente ou de modo gradativo, no litoral, engorda (invasão duna, assoreamento e sedimentação) e a submersão lenta ou espaços litorais continentais brutais. A erosão costeira é medida por uma observação de campo, mas corresponde a uma tendência evolutiva a longo prazo. Para conhecer a evolução, trata-se de realizar um estudo diacrônico da posição da linha de costa e analisar o balanço sedimentar, adaptado ao ambiente que se estuda (OBSERVATOIRE CÔTE AQUITAINE, 2020).

A erosão é um fenômeno natural, definido como uma perda de materiais para o mar que afeta todos os tipos de costa, arenosa, lamacenta ou rochosa. Resulta dos efeitos combinados da maré, das ondas e das correntes induzidas, ventos e processos continentais (por exemplo, chuva ou escoamento), bem como do déficit de sedimentos costeiros. A erosão resulta em um declínio no litoral e/ou na diminuição do nível das praias, temporárias ou permanentes, com o desaparecimento gradual dos estoques de sedimentos.

No litoral do Amapá, pesquisas do IEPA, que analisaram imagens de satélites orbitais desde a década de 1970 (SILVA, 2010) já demonstraram a tendência de vários setores da ZCEA à perda de terrenos com a retração da linha de costa.

Allison, Nittrouer e Faria Junior (1995), discute que na linha de costa do tipo deposicional arenosa, correlacionado, é registrado a ocorrência das zonas de deposição efêmeras. Estas zonas são caracterizadas por depósitos não consolidados formados nas desembocaduras dos principais rios costeiros que drenam nesta região (rios Amapá Grande, Calçoene e Cunani).

Na análise geral das áreas de mudanças, Silva (2010) verificou-se que as áreas erodidas predominam frente às áreas acrescidas. Os valores quantificados de variação da linha de costa no período de estudo (1972-2000) demonstram que 48,7% da costa amapaense estiveram sobre influência de processos acrescionários, contra 51,3% dos processos erosivos (Figura 5). Estes valores indicam que a costa do Amapá sofreu mais perdas do que ganhos de novas áreas, entretanto, ressalta a autora, é importante observar que a diferença entre a acreção e a erosão de terrenos não foi expressiva,



Figura 5. Processos de acreção e erosão na linha de costa do estado do Amapá.

Segundo Batista (2006), a região com maior tendência a erosão na costa do Amapá é a que está compreendida entre o Sul do Cabo do Cassiporé e Norte do Cabo Norte. Nesta faixa litorânea está localizada a praia de água salgada mais conhecida no estado que é a praia do Goiabal cujos processos de avanço do mar tem causados constantes erosões nos terrenos marginais à praia.

A praia do Goiabal está localizada no setor oceânico da ZCEA, município de Calçoene, é um importante local turístico e está sofrendo com a perda de terreno para o mar. Ela está localizada em uma forte zona de tendência a erosão, como pode ser observado na Figura 6 e Tabela 1. Em análise da linha da praia entre 1985 e 2019, a praia que tem cerca de 7 km de extensão está perdendo área para o mar, que acontece de maneira mais acentuada em seu limite norte, foz do Igarapé Goiabalzinho.

As medições que constam na Tabela 1 mostram que em 35 anos a praia perdeu 140 hectares de áreas. No entanto, pela falta de estudos detalhados não se pode afirmar que essa erosão se faz com a migração dos bancos de areia ou se o material está sendo levado pelo mar. Atualmente há propostas de projetos do IEPA para entender essa dinâmica e propor medidas mitigatórias.

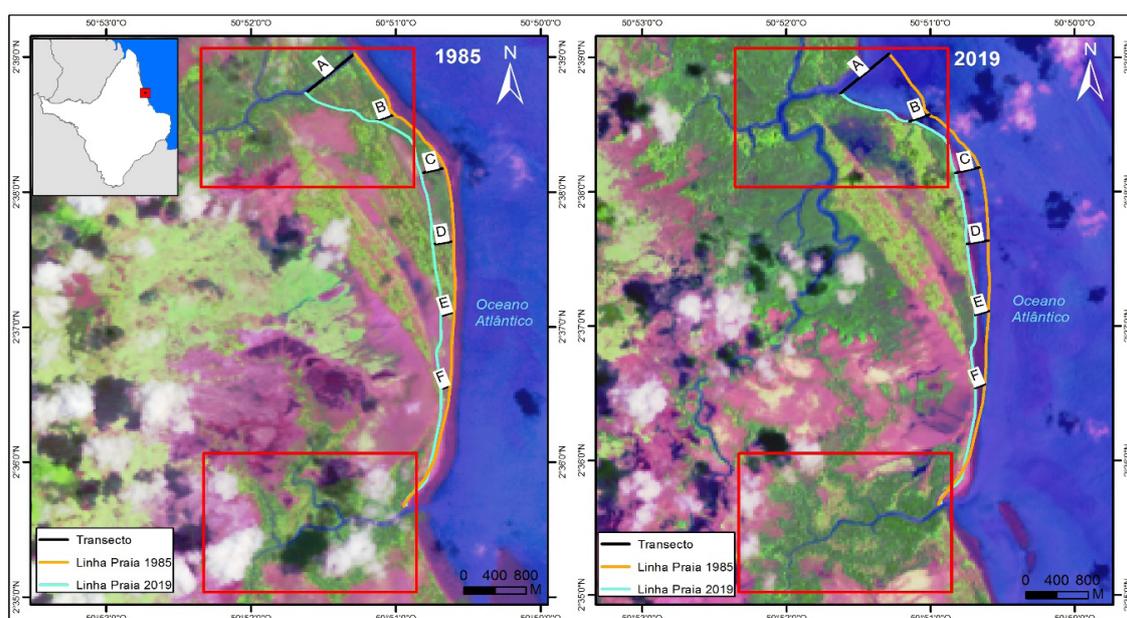


Figura 6. Erosão na praia do Goiabal entre os anos de 1985 e 2019.

Tabela 1. Medições da erosão na praia do Goiabal entre 1985 e 2019

Erosão Praia do Goiabal			
Transecto	1985-2019 (m)	Sessão	Área (ha)
A	825,15	A-B	52,88
B	269,04	B-C	19,40
C	317,20	C-D	29,71
D	278,97	D-E	21,58
E	177,40	E-F	16,33
F	130,47		

O impacto desse fenômeno chama a atenção da população que lá reside, cerca de 80 famílias, que em sua maioria se dedicam a pesca e ao turismo. Segundo Rocha (2020) em janeiro de 2020 com o aumento do nível do mar devido aos ventos e ondas do inverno amazônico, a água chegou à apenas cinco metros de terra firme na entrada da estrada que dá acesso ao balneário. As fotos mostradas na Figura 7 (A, B, C e D) mostram a praia e o avanço das águas em janeiro de 2020.

No setor estuarino da costa do Amapá, a erosão também é uma problemática no Distrito de Bailique, município de Macapá, o arquipélago possui mais de 10 mil moradores distribuídos em 52 comunidades situadas em várias ilhas que o formam (Figura 7). A erosão é provocada pela força das águas. O fenômeno das “terras caídas” no Bailique ocorre quando a cheia e a vazante da maré atuam sobre as margens de seus rios, causando a erosão de extensas áreas de terras, até que uma ruptura provoque a queda do terreno, que é tragado pelas águas, fenômeno esse que vem se acentuado nos últimos anos segundo informações de alguns moradores mais antigos (relatos ouvidos durante visita técnica do IMAP em abril de 2018), provavelmente devido ao assoreamento da foz do rio Araguari.



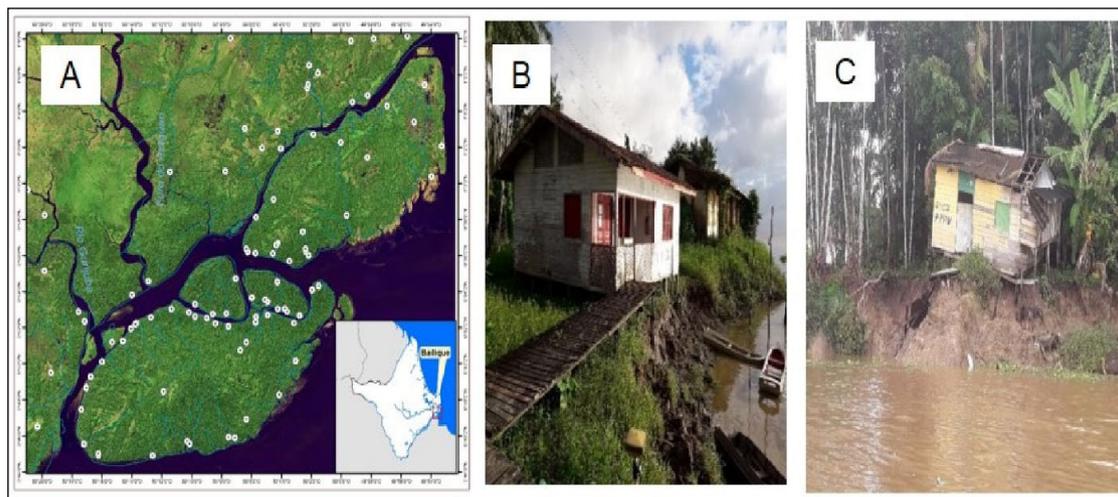
Fonte: Picanço e Silva, 2020

Figura 7. Erosão e avanço da água na praia do Goiabal em janeiro de 2020.

Na mesma visita de campo, observou-se que no arquipélago está ocorrendo a perda de suas infraestruturas como pontes, escolas, postos de saúde e trapiches (Figura 8 A, B e C) onde os moradores amarram suas embarcações e embarcam seus alunos que estudam em outras comunidades. Esse fenômeno também tem causado a migração de alguns moradores para outras comunidades mais próximas e para a sede do município de Macapá (IMAP, 2018).

Os processos supracitados vêm causando diversos problemas, tanto sociais como econômicos a essas comunidades e seus moradores pois esse fenômeno os obriga a desmontarem e realocarem suas residências para o mais longe das margens, que vem sendo destruída com o desabamento e queda de barreiras, onde habitualmente pescam, coletam água, realizam o extrativismo do fruto do açaí entre outros (IMAP, 2018).

Em vistorias anteriormente realizadas pela prefeitura de Macapá à essas comunidades conjuntamente com a Defesa Civil, várias residências foram identificadas e declaradas como: residências localizadas às margens dos rios (RI – risco iminente de queda) e residências um pouco mais afastadas das margens do rio (RS – risco secundário) (Figura 8).



Fonte: IMAP, 2018

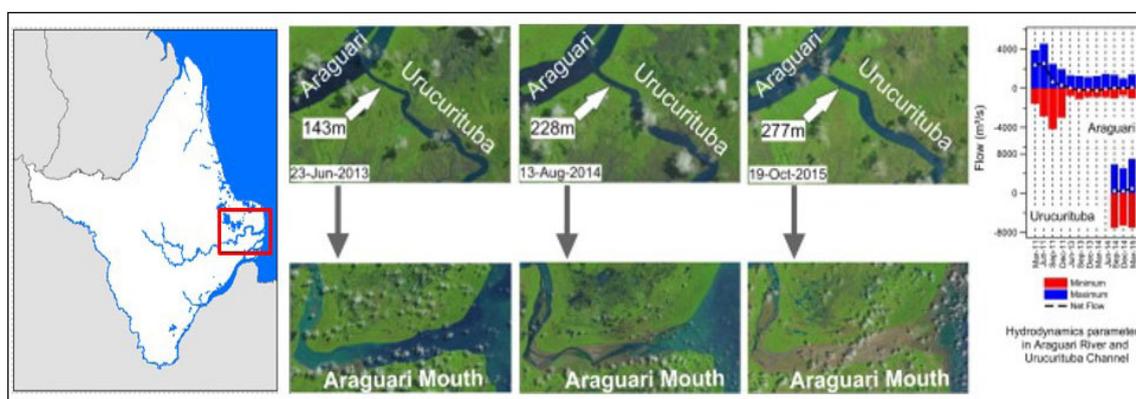
Figura 8. Arquipélago do Bailique e suas principais comunidades, posto de saúde local e residência em área de risco.

Os estudos que vem sendo realizado por pesquisadores do IEPA no arquipélago do Bailique desde 2016 (por exemplo, COSTA et al., 2018) citam algumas recomendações tais como:

- ✓ Das 13 comunidades monitoradas, os moradores que estão sob maior risco, até o presente momento, são aqueles estabelecidos nas margens das comunidades de Itamatatuba, Franco Grande, São Pedro, Vila Macedônia, Vila Progresso e Ponta da Esperança;
- ✓ Considerando que as estruturas das escolas situadas nas comunidades de Ponta da Esperança e Itamatatuba já foram afetadas pela erosão, sugere-se a realização de uma ação emergencial do Governo do Estado nos locais, buscando alternativas para atividades escolares, sem colocar em risco a vida de estudantes, professores e serventes;
- ✓ Considerando o elevado grau de instabilidade das margens na área da Escola Bosque, comunidade de Vila Progresso, bem como a grande movimentação de embarcações para transporte de estudantes e professores; considerando que um dos prédios está a menos de 5 metros da margem, sugere-se que a direção da escola e a Secretaria Estadual de Educação tenham atenção com a concentração de estudantes nas margens no momento do embarque e desembarque dos mesmos, bem como buscar não utilizar o prédio que está sob risco;
- ✓ A Prefeitura de Macapá deve proceder a remoção do atendimento à população no Posto de Saúde localizado na comunidade de Itamatatuba;
- ✓ As instituições competentes da União, Estado e Município devem reunir esforços para construir um plano de ordenamento para os usos das orlas das comunidades mais afetadas, como Franco Grande, Ponta da Esperança, São Pedro, Vila Progresso e Macedônia visando à definição de locais adequados à atracação das embarcações, instalação de unidade unifamiliares, comércios e estrutura pública;
- ✓ As instituições competentes da União, Estado e Município devem promover em conjunto com os moradores locais o reflorestamento das matas ciliares; elaborar projetos de infraestrutura com captação de recursos para construção de terminais hidroviários protegidos por muros de arrimos, casas, postos de saúde, escolas, passarelas, pontos de captação de água, geração e distribuição de energia;
- ✓ Deve ser evitada a instalação de postes da rede elétrica com distâncias inferiores a 100 m da margem, devendo-se, ainda, buscar novas formas de geração e distribuição de energia para a região;
- ✓ As mudanças ambientais que estão ocorrendo no regime fluvial do rio Araguari têm contribuído significativamente para as mudanças na região do Distrito de Bailique, entretanto

o tempo de pesquisa e os tipos de estudos científicos realizados precisam ser ampliados na região, devendo o poder público garantir recursos financeiros específicos para a continuidade das pesquisas que subsidiarão as tomadas de decisões para a região.

Uma das causas do fenômeno que está ocorrendo no Bailique, segundo Santos et al. (2018), é devido à recente erosão progressiva do novo Canal de Urucurituba, que fez com que o rio Amazonas “capturasse” quase toda a vazão do baixo rio Araguari, que anteriormente fluía diretamente para o Oceano Atlântico. Essas recentes mudanças geomorfológicas têm causado fortes impactos na paisagem e padrões hidrodinâmicos próximos à foz do rio Araguari, especialmente a alteração do sistema de drenagem fluvial e a qualidade da água. Tendo como linha de base o ano de 2011, o fluxo do Rio Araguari foi desviado em até 98% pelo Canal de Urucurituba (Figura 9).



Fonte: Santos et al., 2018

Figura 9. Mudanças observadas, entre 2013 e 2015, na foz do Araguari e canal do Urucurituba

4.2 Inundação Fluvial, Submersão Marinha e Outros Riscos

Quanto aos fenômenos de inundação, segundo ANA (2013), no Amapá foram identificados 120 trechos inundáveis em 28 cursos d’água nos 16 municípios. Do total, 39 (32%) foram considerados de alta vulnerabilidade a inundações graduais; 79 (66%), de média; e dois (1%), de baixa. Macapá concentra 17 trechos, dos quais 12 são de alta vulnerabilidade (Figura 10).

Os principais cursos d’água com potenciais risco de inundação são os rios Jari, Araguari, Calçoene e Oiapoque, isso decorre do fato desses rios cortarem importantes cidades do estado como Vitória do Jari, Laranjal do Jari, Porto Grande, Ferreira Gomes, Calçoene e Oiapoque.

Os trechos com alta vulnerabilidade à inundação se localizam no rio Calçoene (a sede incluída), rio Araguari nas cidades de Porto Grande e Ferreira Gomes, foz do rio Araguari, canal do Uricurituba, região metropolitana de Macapá e rio Jari (Laranjal do Jari). Nas últimas décadas, a Defesa Civil do Estado do Amapá registrou importantes eventos nesses locais. Nas cidades mais populosas do estado, Macapá e Santana, o risco nas chamadas “áreas de ressaca” que são áreas que inundam sazonalmente e foram ocupadas, principiante pela população mais pobre, num processo de ocupação espontânea.

Como média vulnerabilidade, encontram-se trechos que cortam as cidades de Cutias do Araguari, Amapá, Pracuúba, rio Araguari entre as cidades de Cutias e Serra do Navio, rio Oiapoque, incluindo a sede do município.

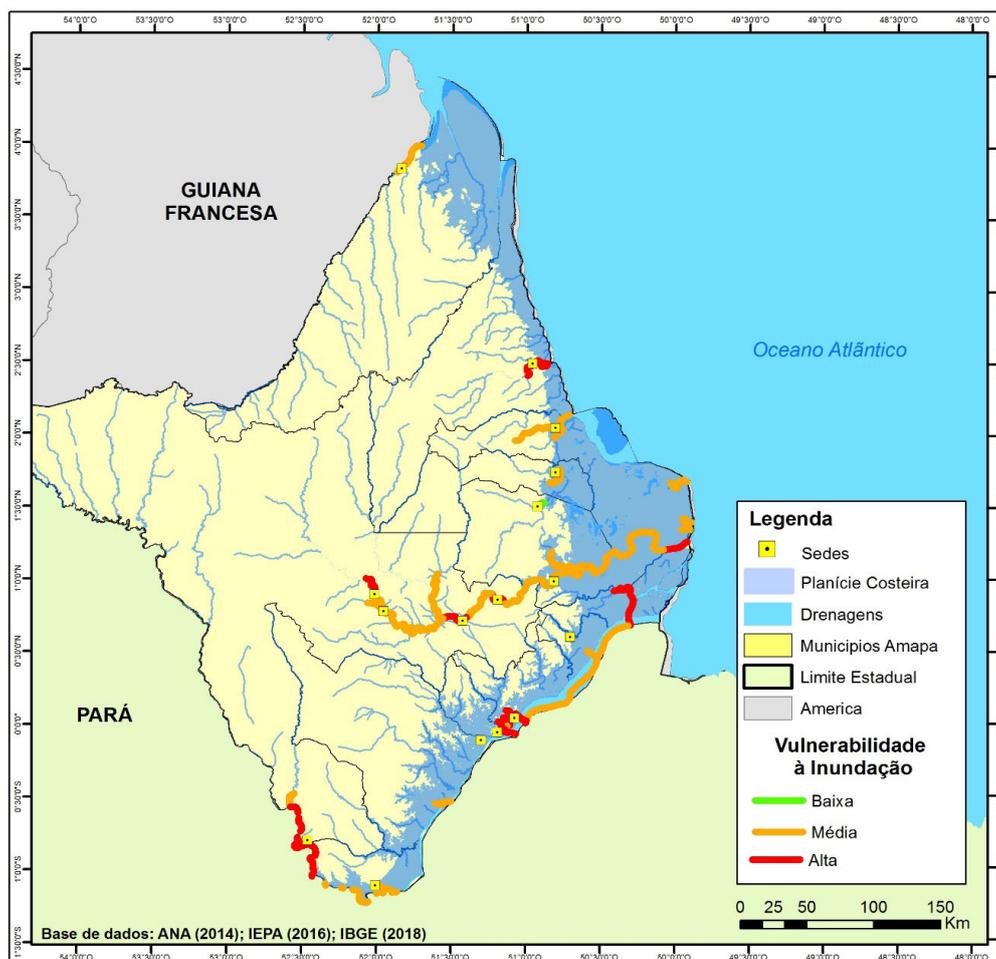


Figura 10. Vulnerabilidade a inundação no Estado do Amapá.

A erosão costeira é profundamente relacionada com outro processo costeiro, a intrusão de água salgada superficial e subterrânea, conhecida como intrusão salina. A mistura vertical de águas costeiras com a água doce despejada na foz do Amazonas, se deve, principalmente, pela influência da corrente e amplitude de maré, ventos e até mesmo pelo formato do estuário, e possui um efeito significativo sobre a distribuição dos seres vivos (SILVA; EL-ROBRINI; SANTOS, 2001; PEDROZO; KAPUSTA, 2016; PASCHE; LANZENDORF, 2017).

Um fator importante para intrusão salina na Zona Costeira Amapaense, é a descarga de água e sedimentos do rio Amazonas, devido a relação significativa entre o alcance da intrusão salina e a vazão fluvial (MEDEIROS, 2003). O regime de vazões e a intrusão salina são forças inversamente proporcionais, enquanto a redução das vazões exercem um efeito de aumento da intrusão salina, provocando uma redução da carga de sedimentos e material dissolvidos, o aumento das vazões pode levar a um deslocamento da zona estuarina em direção ao mar, provocando a estratificação da coluna d'água (GENZ; LESSA; CIRANO, 2008). Além disso, a redução das vazões conjuntamente com a evaporação da estação seca, intensificam os efeitos da intrusão salina, podendo tornar áreas hipersalinas, o que influencia na distribuição dos seres vivos e conseqüentemente, no ambiente (PROST; RABELO, 1996).

Em algumas localidades como nas proximidades da foz do rio Araguari até a cidade de Cutias, a intrusão salina já prejudica o abastecimento de água doce nessas localidades. Em muitas dessas localidades o abastecimento depende do fornecimento via caminhão pipa fornecidos pela prefeitura ou comprados pelos próprios moradores.

O recente assoreamento da foz do rio Araguari, com o desvio do volume de água, potencializou a intrusão da cunha salina.

No caso de outro fenômeno, as submersões marítimas, elas podem durar de algumas horas a alguns dias. É um fenômeno natural relacionado principalmente às condições das marés, condições do mar, ventos e pressão atmosférica. Em geral, essas elevações temporárias do nível do mar ocorrem durante tempestades, ciclones ou tsunamis. A caracterização do perigo de “submersão marinha” é viável a partir de uma análise histórica de inundações costeiras, uma análise de frequência de parâmetros oceânicos (níveis marinhos) e possivelmente modelagem numérica.

O avanço da intrusão salina em estuários, tendo em vista que a sua interação com ambientes lênticos, e principalmente, lóticos, pode exercer influência sobre os padrões de circulação estuarina, gradiente de salinidade e transporte de componentes tóxicos e poluentes provenientes de bacias hidrográficas (GENZ; LESSA; CIRANO, 2008). Tal processo pode afetar também, a captação de água doce para uso industrial e/ou para abastecimento das cidades situadas próximas à linha de Costa (MEDEIROS, 2003).

No Amapá, esse fenômeno está presente em algumas localidades, por exemplo, o avanço das águas do mar sobre a praia do goiabal provocam a submersão marinha que é uma invasão temporária, muitas vezes brutal, e a inundação (submersão de uma área costeira pela água do mar como resultado do aumento do nível do mar) de uma costa continental junto ao mar. No Amapá, a costa é muito plana, o risco de submersão é alto para as áreas localizadas no interbancário. A escassez de areia e seixos na costa é também uma das causas da atual erosão.

Esses fenômenos podem ser influenciados pelo aumento do nível do mar. As tendências mostram que até o final do século 21, o aumento do nível do mar global estará entre 0,18 e 0,59 metros (IPCC, 2019). Observações por altimetria espacial mostram um aumento no nível médio do mar na Guiana Francesa (território contínuo ao litoral do Amapá) em 3,5 mm / ano entre 1993 e 2012 (BRGM, 2019). As ondas de tempestade aumentam os riscos de submersão marinha e também o aumento das frentes de salinidade nas captações de água na costa.

Outra questão que carece de atenção nos estudos na ZCA é o potencial risco a derramamento de óleo, além do transportado em navios na região, em 2013 houve leilão de blocos para a exploração de petróleo na costa do Amapá. Em recentes estudos, o IEPA (2016) confeccionou Atlas de Sensibilidade Ambiental do Óleo da Foz do Amazonas (Cartas SAO. Esse material é de grande importância para a gestão costeira, principalmente para o uso de suas informações para planos de contingência em caso de derreamento caso as atividades de exploração sejam efetivadas nessa região.

Conclusões e recomendações

A Zona Costeira Amapaense consiste em um subsistema da Zona Costeira Amazônica brasileira, formado por diversos ecossistemas, e influenciados tanto pelos processos continentais como oceânicos, uma combinação de fatores ligados aos processos costeiros associados a região, como a variação sazonal do regime de marés, grande amplitude de maré e elevada precipitação. É considerada uma região de baixa densidade populacional, com exceção dos grandes centros urbanos (Macapá e Santana) que possuem aglomerados populacionais, é uma área com grande potencial econômico para o estado do Amapá, devidos aos seus recursos econômicos, principalmente a pesca (artesanal e industrial).

A combinação de processos costeiros ligados as forçantes que atuam sobre esta zona costeira modificam constantemente esta área, entretanto, apesar de todos os esforços metodológicos de quantificação das variáveis que atuam sobre a Zona

Costeira Amapaense, é difícil determinar todos os componentes que atuam sobre o sistema determinante da dinâmica dessa região. De tal forma que muitas vezes, não se têm conhecimento sobre todos os processos que atuam nesta área.

Identificar os fenômenos e processos que podem causar situações de risco na Zona Costeira do Amapá é uma importante fonte de informação para os governos e a sociedade em geral. No entanto mais do que isso, coloca-se a necessidade de estudos pontuais e detalhados nos locais de maiores riscos, para a produção de dados mais precisos que possam subsidiar intervenções e a implementação de medidas mitigadoras e de adaptação.

Nessa seara, é necessário analisar a dinâmica dos processos naturais e antrópicos que podem desencadear riscos na Zona Costeira do estado do Amapá de maneira a caracterizar a distribuição dos processos fluviais e oceanográficos visando dar suporte aos estudos de riscos nos municípios costeiros amapaenses; caracterizar a vulnerabilidade socioeconômica da população que habita a ZCEA; estimar a quantidade de pessoas e infraestrutura ameaçadas pelos processos estudados; gerar mapas de ameaças, vulnerabilidades e riscos na ZCEA; identificar e analisar a resiliência da população frente aos riscos; dar suporte, com as informações geradas, à política estadual de gerenciamento costeiro e demais políticas públicas.

Para avaliar a vulnerabilidade de um território, é também necessário ter em conta as representações dos habitantes (em relação ao conhecimento e o comportamento das pessoas envolvidas), bem como a gestão do risco pelas ferramentas de prevenção existentes e as políticas adotadas e implementadas pelas diferentes autoridades competentes. Vulnerabilidade, portanto, caracteriza uma sociedade (ou um indivíduo) sujeita a um risco.

No setor costeiro, o recuo da linha de costa é causado por fatores de origem natural, relacionados a dinâmica costeira, e por intervenções humanas na zona costeira, principalmente na forma de ocupação inadequada da zona de linha de costa e de obras de engenharia na área urbana de Macapá, que interrompem o fluxo de sedimentos e aumentam o poder erosivo das marés.

Quanto a problemática da praia do Goiabal e do Arquipélago do Bailique, sugere-se o desenvolvimento de projetos que monitorem continuamente as variáveis como onda, ventos e correntes marítimas, pois há necessidade de se entender os processos. Com esses dados poderia haver proposição de cenários para a linha de costa para 10, 20 e 30 anos com o uso de modelagem matemática e inteligência artificial.

É importante enfatizar que o desenvolvimento de qualquer intervenção ou projeto de engenharia necessita de estudos e viabilidades técnica, social e econômica, para que seu dimensionamento possa suportar às cargas solicitantes de forma eficiente e que sua realização esteja em consonância com as leis vigentes.

Por fim, há que se destacar a presença de inúmeros sítios arqueológicos e edificações históricas já registradas na área costeira devem ser considerados, no caso de respostas emergenciais, a fim de mitigar impactos a este tipo de patrimônio cultural, de natureza não renovável.

O Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro, com vistas a apoiar a implementação do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, identificou em 2017 no seu IV Plano de Ação Federal para Zona Costeira a necessidade de um sistema de monitoramento ambiental, devido aos riscos relacionados a erosão e inundação costeira.

O planejamento e ordenamento do território colaboram na redução de riscos na medida em que:

- (a) não proporciona o surgimento de assentamentos humanos de alta densidade e a construção de instalações estratégicas em áreas sujeita as ameaças;
- (b) fomenta o uso adequado e sustentável da terra e dos recursos naturais, e;
- (c) oportuniza tanto medidas corretivas (redução dos riscos existentes) como pró ativas (evitar a criação de novas ameaças e vulnerabilidades).

Nesse caso, é recomendado pelos estudiosos em áreas costeiras são: (i) Acostume-se a viver em ambientes costeiros mutáveis; (ii) Não lute contra a natureza com uma linha de defesa; (iii) Considere temporárias todas as estruturas construídas pelo homem na linha de costa; (iv) Apenas como último recurso considere a construção de estruturas de engenharia para proteção ou preservação costeira, somente em áreas metropolitanas.

Referências

- ABDON, L.; SILVA, S.; DIAS, F.; VIEIRA, I. Pescadores da vila do Sucuriju, estado do Amapá: características das relações entre pescadores e recursos pesqueiros. **Scientific Magazine Uakari**, v. 3, n. 2, p. 57-62, 2008.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS-ANA. **Atlas de vulnerabilidade a inundações**. 2013. Disponível em: metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/en/resources.get?id=282. Acesso em: 05 maio 2019.
- ALLISON, M.; NITTRouer, C.; FARIA JUNIOR., G. Rates and mechanisms of shoreface progradation and retreat downdrift of the Amazon river mouth. **Marine Geology**. v. 125, n. 3-4, p. 373-392, 1995.
- AMAPÁ. **Projeto de conservação e utilização sustentável da diversidade biológica brasileira – PROBIO**. Macapá, AP: Relatório Técnico-Científico Meio Físico, s.d. 196 p.
- BATISTA, E. M. **Avaliação de dados de sensores remotos no reconhecimento e monitoramento de ambientes costeiros tropicais: cabos Cassiporé e Orange, Amapá**. 2006. 115 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica da Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2006.
- BATISTA, E.; SOUZA FILHO, P.; SILVEIRA, O. Avaliação de áreas deposicionais e erosivas em cabos lamosos da zona costeira Amazônica através da análise multitemporal de imagens de sensores remotos. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 27, p. 83-96, 2009.
- BERZ, W.; KRON, G.; LOSTER, T.; RAUCH, E.; SCHIMETSCHKE, J.; SCHMIEDER, J.; SIEBERT, A.; SMOLKA, A.; WIRTZ, A. World map of natural hazards: a global view of the distribution and intensity of significant exposures. **Natural Hazards**, n. 23, p. 443-465, 2001.
- BOLLIN, C. **Incorporar la gestión del riesgo en la planificación territorial**. Guia preliminar para el nivel municipal. 1 versão, 2007.
- BRGM. Bureau de Recherches Géologiques et Minières de la Guyane. **Impact du changement climatique en Guyane: Aléas et vulnérabilités**. 2019. Disponível em: www.brgm.fr/projet/impact-changement-climatique-guyane-aleas-vulnerabilites. Acesso em: 10 nov. 2019.
- COSTA, W.; MARTINS, M.; TORRES, A.; TAKIYAMA, L. Caracterização ambiental de comunidades costeiras no Distrito de Bailique: Campanha de Janeiro de 2018. **Relatório Técnico**, IEPA/NUPAQ, 2018. 26 p.
- DEMATTÊ, J.; VASQUES, G.; CORRÊA, E.; ARRUDA, G. Fotopedologia, espectroscopia e sistema de informação geográfica na caracterização de solos desenvolvidos do Grupo Barreiras no Amapá. **Bragantia**, v. 71, n. 3, p. 438-446, 2012.
- EASTERLING, D.; MEEHL, G.; PARMESAN, C.; CHANGNON, S.; KARL, T.; MEARNES, L. Climate extremes: observations, modeling, and impacts. **Science**, n. 289, p. 2068-2074, 2000.
- GENZ, F.; LESSA, G.; CIRANO, M. Vazão mínima para estuários: um estudo de caso no rio Paraguaçu (BA). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 3, p. 73-82. 2008.
- IEPA. **Atlas de sensibilidade ambiental ao óleo da Bacia Marítima da Foz do Amazonas**. Macapá, 2016.
- IMAP. **Relatório técnico de vistoria à comunidades do arquipélago do Bailique**. Macapá, 2018. 38 p.
- IPCC. Summary for Policymakers. In: Intergovernmental Panel on Climate Change (Ed.). **Climate Change 2013: the physical science basis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2014. p. 1-30.

- IPCC. Climate Change and Land an IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. **Summary for Policymakers**. 2019. 43 p. Disponível em <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/08/4.-SPM_Approved_Microsite_FINAL.pdf> Acesso em: 10 ago. 2019.
- LETORTU, P.; COSTA, S.; CANTAT, O. Les submersions marines en Manche orientale: approche inductive et naturaliste pour la caractérisation des facteurs responsables des inondations par la mer. **Climatologie**, n. 9, p. 31-57, 2012.
- LOPES, D. da C; BARROS, F. A. C. de; BARROS FILHO, M. A.; SILVA, M. V. de O. **Construindo comunidades mais seguras: preparando para a ação cidadã em defesa civil**. Florianópolis: UFSC/CEPED; [Brasília]: Secretaria Nacional de Defesa Civil, 2009.
- McBEAN, G. Climate change and extreme weather: a basis for action. **Natural Hazards**, n. 31, p. 177-190, 2004.
- MEDEIROS, A. **A influência da maré e da batimetria sobre a intrusão salina no estuário do Rio Itajaí-Açu**. 2003. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Oceânica. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2003.
- MITCHELL, T.; TANNER, T; HAYNES, K. **Children as agents of change for disaster risk reduction: lessons from El Salvador and the Philippines**. Brighton: Children in a Changing Climate –Research Institute of Development Studies, 2009.
- MOURA, M.; VITORINO, M. Variabilidade da precipitação em tempo e espaço associada à Zona de Convergência Intertropical. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 27, n. 4, p. 475-483, 2012.
- MUEHE, D.; NEVES, C. A zona costeira do Brasil e sua vulnerabilidade face à ocupação e às mudanças climáticas. In: MENDONÇA, F.; LOWEN-SAHR, C.L.; SILVA, M. (Org.). **Espaço e Tempo: complexidade e desafios do pensar e do fazer geográfico**. Curitiba: ADEMADAN, 2009. p. 425-439.
- NEVES, C.; MUEHE, D. Vulnerabilidade, impactos e adaptação a mudanças do clima: a zona costeira. **Parcerias estratégicas**, v. 13, n. 27, p. 217-296, 2010.
- NICHOLLS, R.; WONG, P.; BURKETT, V.; CODIGNOTTO, J.; HAY, J. Coastal systems and low-lying areas. In: PARRY, M. et al (Eds.). **Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. Cap. 6, p. 315–356.
- NICHOLLS, R.; CAZENAVE, A. Sea-Level Rise and Its Impact on Coastal Zones. **Science**, v. 328, n. 5985, p. 1517–1520, jun. 2010.
- OBSERVATOIRE CÔTE AQUITAINE. **Les risques côtiers**. Disponível em: www.observatoire-cote-aquitaine.fr/Les-risques-cotiers. Acesso em: 20 jan. 2020.
- OLTMAN, R. Reconnaissance investigation of the Discharge and Water Quality of the Amazon River. **Geological Survey Circulator Geological Survey Circular**, v. 552, n. 1, p. 1–16, 1968.
- PABÓN-CAICEDO, J.; YCAZA, R.; FRIEND, F.; ESPINOZA, D. FENZL, N.; APOSTOLOVA, M. Vulnerabilidad de la cuenca amazónica ante fenómenos hidroclimáticos extremos. Cuadernos de Geografía: **Revista Colombiana de Geografía**, v. 27, n. 1, p. 27-49, jan.-jun. 2018.
- PASCKE, M.; LANZENDORF, F. Diferença entre peixes de água salgada e peixes de água doce. **Maiêutica: Ciências Naturais**, v. 5, n. 1, 2017.
- PEDROZO, C.; KAPUSTA, S. **Indicadores ambientais em ecossistemas aquáticos**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul – IFRS, 2016.
- PEREIRA, L.; SILVA, N.; COSTA, R.; ASP, N.; COSTA, K.; VILA-CONCEJO, A. Seasonal changes in oceanographic processes at an equatorial macrotidal beach in northern Brazil. **Continental Shelf Research**, v. 43, p. 95–106, jul. 2012.
- PICANÇO, R.; SILVA, A. **Registro Fotográfico do avanço do Mar na praia do Goiabal**.

Rio de Janeiro, 2020.

PRESTES, Y.; SILVA, A.; JEANDE, C. Amazon water lenses and the influence of the North Brazil Current on the continental shelf. **Continental Shelf Research**. v. 160, n. 15, p. 36-48, 2018.

PROST, M.; RABELO, B. Variabilidade fito-espacial de manguezais litorâneos e dinâmica costeira: exemplos da Guiana Francesa, Amapá e Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Série Ciências da Terra. v. 8, p. 101-121, 1996.

ROCHA, D. **À cinco metros do fim**: texto produzido por morador local sobre a situação da erosão na praia do Goiabal. Janeiro, 2020.

ROCHA, G.; SOUZA, G.; SOARES, D. Unidades de paisagem e morfologia da zona costeira. In: ROCHA, G. de M.; MORAES, S. C. de (Org.). **Uso do território e gestão da zona costeira do Estado do Pará**. Belém do Pará: NUMA/UFPA, 2018, v. 1, p. 35-48.

RUDORFF, F.; BONETTI, J. Avaliação da suscetibilidade à erosão costeira de praias da Ilha de Santa Catarina. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 14, n. 1, p. 9-20, 2010.

SANTOS, E.; LOPES, P.; PEREIRA, H.; NASCIMENTO, O.; RENNIE, D.; STERNBERG, L.; CUNHA, A. The impact of channel capture on estuarine hydro-morphodynamics and water quality in the Amazon delta. **Science of the Total Environment**. n. 624, p. 887-899, 2018.

SANTOS, V. **Ambientes costeiros amazônicos**: avaliação de modificações por sensoriamento remoto. 2006. 306 f. Tese (Doutorado). CPGGM, LAGEMAR/UFF/IGEO. Niterói, 2006.

SILVA JUNIOR, O. **Análise de risco a inundação na cidade de Alenquer - Estado do Pará**. 2010. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Belém, 2010.

SILVA, A.; EL-ROBRINI, M.; SANTOS, M. Campos de temperatura e salinidade na plataforma continental do Amazonas, durante a descarga mínima do rio Amazonas: uma análise ambiental. **Revista Virtual de Iniciação Acadêmica da UFPA**, v. 1, p. 1, 2001.

SILVA, M. Análise multitemporal quantitativa da linha de costa amapaense aplicando dados de sensores remotos óticos e radar (1972-2000). Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Bacharel em Geografia). Universidade Federal do Amapá, Macapá-AP, 2010.

SILVEIRA, O.; SILVEIRA, O. COSTA NETO, S. História natural das regiões dos lagos e Sucuriju, Amapá. **Relatório Final PROBIO**, p. 9-16, 2006.

SILVEIRA, O.; SANTOS, V. **Aspectos geológicos-geomorfológicos região costeira entre o rio Amapá Grande e a região dos lagos do Amapá**. Macapá: MMA/PROBIO, 2006. 30 p.

SMITH, K. **Environmental hazards: assessing risk**. Florence: Routledge, 2000. 352 p.

SOUZA-FILHO, P. PARADELLA, W.; RODRIGUES, S.; COSTA, F.; MURA, F.; GONÇALVES, F. Discrimination of coastal wetland environments in the Amazon region based on multi-polarized L-band airborne Synthetic Aperture Radar imagery. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 95, n. 1, p. 88-98, nov. 2011.

TAKIYAMA, L.; SILVA, U. Experiências na utilização de metodologias participativas para a construção de instrumentos de gestão costeira no Estado do Amapá, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 9, n. 2, p. 33-45, 2009.

TAVARES, J. Características da climatologia de Macapá-AP. **Caminhos de Geografia**, v. 15, n. 50, 2014.

TESSLER, M.; GOYA, S. Processos costeiros condicionantes do litoral brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 17, p. 11-23, 2005.

TORRES, A.; EL-ROBRINI, M. Amapá. In: MUEHE, D. (Orgs.). **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. p. 11-40.

UNDP. UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. SHERMAN, K.; MCGOVEN, G. **Frontline observations on climate change and sustainability of large marine ecosystems**. **Large Marine Ecosystems**. New York: [s.n.], 2012.