Citação: SANTOS, V.F.; FACUNDES, F. 2023. Sobre a inundação, erosão e entrada de águas salinas na via de acesso a praia de goiabal, Município de Calçoene. Relatório 01/2023. Macapá: IEPA-UNIFAP/PPGDR. 13 pág., 5 fl. Anexo. Texto elaborado como subsídio ao entendimento dos processos ambientais que ocorrem na região da Praia de Goiabal, em atendimento a demanda do Ministério Público do Estado do Amapá em 27 de Janeiro de 2023).

SOBRE A INUNDAÇÃO, EROSÃO E ENTRADA DE ÁGUAS SALINAS NA VIA DE ACESSO A PRAIA DO GOIABAL, MUNICÍPIO DE CALÇOENE

Valdenira Ferreira dos Santos[1]
Francinete da Silva Facundes[2]

Fomos inundados recentemente por um vídeo circulando nas mídias sociais pelo dia 27 de janeiro reportando a inundação, erosão e entrada de águas salinas na estrada de Goiabal, única via de acesso direto existente até o mar, no litoral norte do Amapá. Litoral que abriga mais de 140 km de praias exuberantes, dispostas em 16 segmentos costeiros. Um deles abriga a praia do Goiabal, a única conectada por acesso rodoviário até ao mar (Figura 1).

O rebuliço causado pelo fato, trouxe à tona uma realidade do território amapaense desconhecida por uma parcela da sociedade e muitas vezes relegado a segundo plano no processo de planejamento: o Amapá também pertence ao mar. Quase um terço de seu território faz parte das áreas úmidas costeiras. Mas afinal o que são áreas costeiras?

As áreas costeiras formam estreitas faixas de terra que conectam ambientes terrestres e marinhos e tem como tônica as constantes mudanças que ocorrem em função da interação entre os processos climáticos, terrestres e oceânicos. A ação humana também pode modificar os processos, alterando também o equilíbrio dessas áreas. É preciso, contudo, ter em mente que a situação de equilíbrio das áreas costeiras são as constantes mudanças de seus espaços e paisagem. Sua paisagem é composta por uma séries de sistemas e ecossistemas como por exemplo, manguezais, praias, planícies de maré arenosas e lamosas, estuários (quando os rios desaguam no mar), costões rochosos, além de áreas recobertas por vegetação campestre de influência marinha (os pântanos).

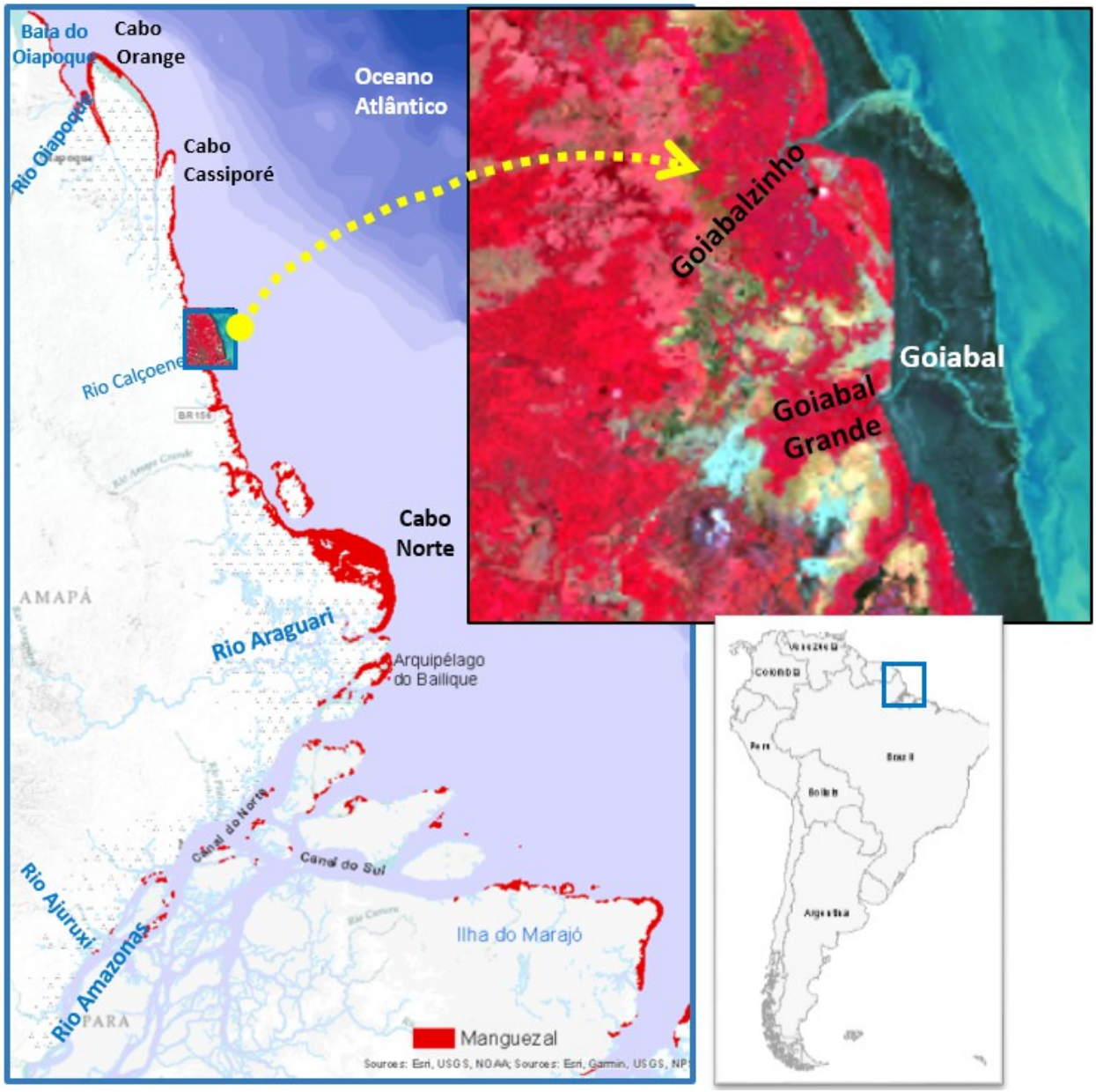
As constantes mudanças trazem um desafio para as ações humanas nos territórios costeiros, pois o que está aqui hoje, pode não estar amanhã. Nesse território as populações se articulam e sobrevivem da bondade da natureza através da cata de caranguejo, pesca, turismo, lazer, infraestruturas portuárias, etc. Mas nem sempre essas populações permanecem no mesmo espaço geográfico, pois os processos costeiros forçam esses usuários a se adaptarem constantemente a essas mudanças.

[1] Geóloga, Doutora em Geologia e Geofísica Marinha pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Pesquisadora do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA) e Profa. Permanente do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional (PPGMDR) da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). E-mail: valdeniraferreira@gmail.com

[2] Geógrafa, Mestre em Desenvolvimento Regional pela UNIFAP. Especialista em Geoprocessamento e Ordenamento Territorial do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA). E-mail: francinete.facundes@gmail.com.

Citação: SANTOS, V.F.; FACUNDES, F. 2023. Sobre a inundação, erosão e entrada de águas salinas na via de acesso a praia de goiabal, Município de Calçoene. Relatório 01/2023. Macapá: IEPA-UNIFAP/PPGDR. 13 pág., 5 fl. Anexo. Texto elaborado como subsídio ao entendimento dos processos ambientais que ocorrem na região da Praia de Goiabal, em atendimento a demanda do Ministério Público do Estado do Amapá em 27 de Janeiro de 2023).

Figura 1: Localização da praia de Goiabal no litoral norte do Amapá. Em vermelho a área de manguezais na planície costeira do Amapá



Fonte: IBGE (2010), Cartas SAO FZA (2017), ESA (2019).

O contexto atual de mudanças climáticas vem acelerando as modificações na paisagem e processos, e remetem a um desafio para o uso das áreas costeiras. Pois agora, essas áreas passam a ter uma exacerbação dos processos marinhos, provocadas pela elevação do nível do mar com maior rapidez. Como consequência, espera-se um aumento na intensidade dos processos de erosão, inundação e intrusão salina.

Citação: SANTOS, V.F.; FACUNDES, F. 2023. Sobre a inundação, erosão e entrada de águas salinas na via de acesso a praia de goiabal, Município de Calçoene. Relatório 01/2023. Macapá: IEPA-UNIFAP/PPGDR. 13 pág., 5 fl. Anexo. Texto elaborado como subsídio ao entendimento dos processos ambientais que ocorrem na região da Praia de Goiabal, em atendimento a demanda do Ministério Público do Estado do Amapá em 27 de Janeiro de 2023).

A região costeira amazônica, onde parte do estado do Amapá está inserido, é palco de uma luta de titãs. De um lado o grande rio Amazonas (Figura 2) com as maiores cargas de sedimentos (a maior do mundo) e de água (70 piscinas olímpicas são colocadas no mar a cada segundo pelo pujante Amazonas) do mundo. Do outro lado, o gigante Oceano Atlântico, chega trazendo as marés, junto com a pororoca, e as massas de águas oceânicas, que são afetadas pelo poder de diluição da descarga de água doce do rio Amazonas, que acaba por diluir o conteúdo de sal das águas do mar.

Figura 2: O rio Amazonas em imagem de satélite com bandas em cor natural do sensor MODIS, em 29 de julho de 2020. Notar a pluma da descarga de sedimentos no Oceano Atlântico.

Fonte: https://earthobservatory.nasa.gov/images/147327/mud-from-the-andes-carried-by-the-amazon, acesso em 30 de janeiro de 2023.

Essa batalha de titãs é travada nos terrenos rebaixados na foz do rio Amazonas e litoral adjacente. Os processos oceânicos ao encontrarem áreas tão baixas, canalizam sua energia pelos inúmeros rios e canais, para alcançar a planície costeira, e conectam os sistemas costeiros que estão atrás das praias. Nos períodos das marés lançantes (luas cheias e novas - período de sizígias), chamadas popularmente das águas vivas, a energia marinha extravasa o leito dos canais para dentro das áreas inundáveis (campos e florestas). Mudanças na rede de drenagem local, seja por processos naturais ou desencadeados pelo homem, podem mudar o trajeto da erosão e da entrada das marés, que levam

as águas salinas para dentro da planície costeira.

Assim, a notícia de inundação, erosão e intrusão salina, que afeta a estrada e a praia existente na região de Goiabal, faz parte de um conjunto de processos costeiros que marcam a dinâmica do território amapaense. Portanto deve ser analisada dentro de seu contexto ambiental:

- A região do Goiabal está inserida entre dois canais de marés: Goiabalzinho, a Norte, e Goiabal Grande, a Sul (ver Figura 1). Esses canais foram originados do constante fluxo das correntes de marés, e funcionam como entrada e saída das águas oceânicas carregadas também de sedimentos do rio Amazonas. Naturalmente esses canais cortam a região da praia de Goiabal, adentram os manguezais e se conectam com os campos inundáveis. O contínuo processo de entrada e saída de águas oceânicas, também auxilia na expansão de manguezais para o interior dos campos, devido a entrada das águas marinhas. Em seu trajeto para o interior, os canais serpenteiam pelas regiões baixas, devido a baixa declividade do terreno. Naturalmente, vão mudando de direção ao longo do tempo.

- A faixa de praia na região de Goiabal encontra-se em contato com o mar, e sua área frontal está em franco processo erosivo por várias décadas. Assim, à medida que o mar avança (e devemos nos lembrar que estamos no contexto de aumento do nível do mar) a erosão vai consumindo casas, arruamentos, postes, manguezais. Esse processo erosivo perdura por mais de 100 anos.

A praia de Goiabal possui cerca de 3 km de largura. De acordo com dados recentes, os depósitos arenosos das praias encontram-se em processo de migração para o continente. Isso quer dizer que a praia vai tomar conta de parte dos manguezais; os manguezais vão migrar para dentro das áreas campestres; e aproveitando-se também da presença dos canais de maré vai se estabelecer nessas áreas. Esse fato é um exemplo clássico de migração de sistemas costeiros que ocorre quando o nível do mar se eleva. No entanto, a interferência humana através da construção de obras ou realização de outras atividades, sem considerar a fragilidade do sistema, pode mudar o curso das alterações, tornando imprevisível os caminhos das mudanças.

- As áreas campestres por onde os canais de maré migram e mudam de direção são inundadas sazonalmente devido às nossas condições climáticas regionais. Com o início do período de chuvas ficam mais tempo alagadas, e quando as marés semidiurnas (o Estado do Amapá possui a maior amplitude de maré do Brasil) entram aumentam ainda mais o nível da água sobre os campos inundados. Também com as marés, as águas oceânicas adentram para a área campestre.

- O acesso para a região da praia de Goiabal é feito por uma estrada de chão que permite aos moradores locais acesso ao litoral, para exercerem suas atividades de cata de caranguejo, lazer,

acesso aos barcos de pesca. É o único acesso direto ao mar por via rodoviária no estado do Amapá. Atualmente existem poucos residentes na faixa de praia de Goiabal, mas isso não quer dizer que não exista um uso intenso da área.

- As inundações, como parte da dinâmica regional de nosso território, ocorrem constantemente todos os anos. O processo de inundação pode ser afetado pelos eventos de *La Niña* que elevam o nível de água acima do nível normal. A estrada de acesso a praia de Goiabal, por cortar os terrenos rebaixados da planície costeira, estará sempre sob a influência da inundação e será mais afetada pelas inundações durante os eventos de *La Niña*. A estrada por seccionar as áreas campestres cria um efeito de barreira, que é ultrapassada pelo aumento do nível das águas durante o período chuvoso e consequentemente parte da estrada pode ser erodida.

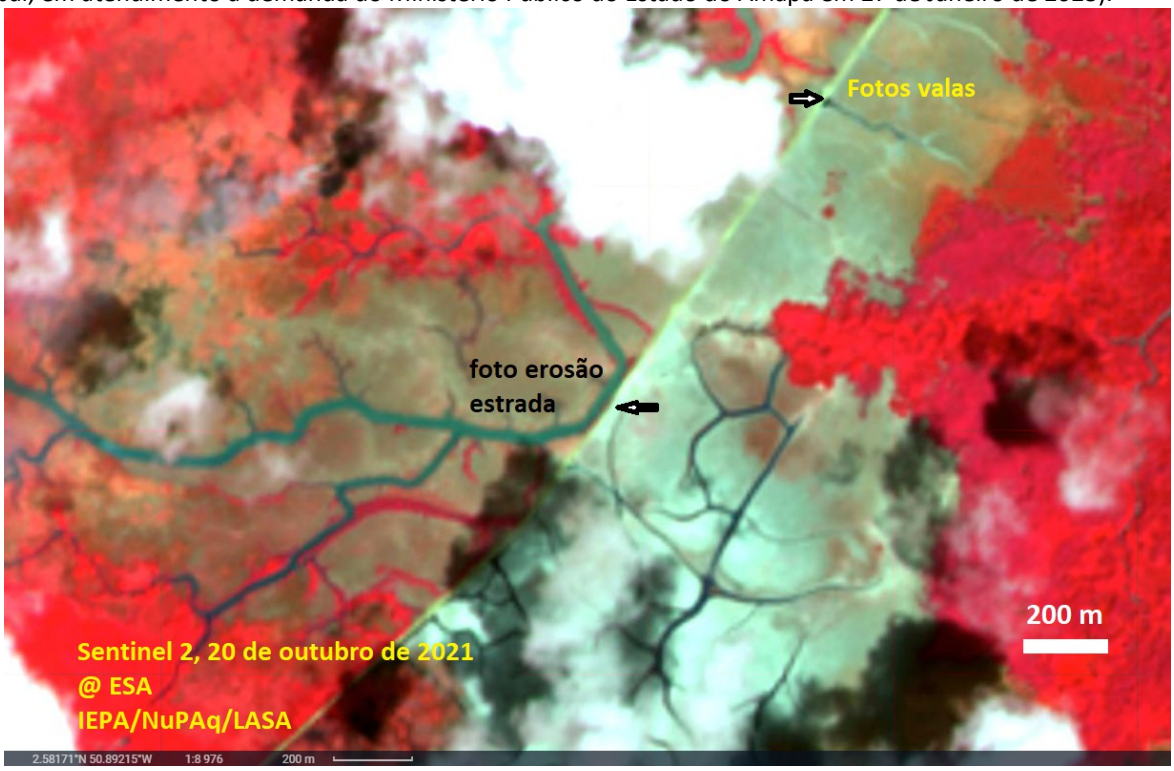
- As áreas campestres têm sido há mais de 40 anos utilizadas para a criação de búfalos na costa amazônica brasileira. Na região de Goiabal essa atividade é desenvolvida tanto na praia quanto nas áreas campestres. A presença de búfalos levou à formação de valas (Figura 03), as quais foram interconectadas rapidamente com os braços dos canais de marés na região. Os búfalos ao atravessarem a estrada criam valas que auxiliam mudam o curso dos canais para perto da estrada (Figura 04) e aumentam o poder de erosão das águas.

Figura 03: Valas abertas por búfalos na margem direita da estrada em direção a praia de Goiabal. A) 24 de setembro de 2022; B) 06 de dezembro de 2022.

Citação: SANTOS, V.F.; FACUNDES, F. 2023. Sobre a inundação, erosão e entrada de águas salinas na via de acesso a praia de goiabal, Município de Calçoene. Relatório 01/2023. Macapá: IEPA-UNIFAP/PPGDR. 13 pág., 5 fl. Anexo. Texto elaborado como subsídio ao entendimento dos processos ambientais que ocorrem na região da Praia de Goiabal, em atendimento a demanda do Ministério Público do Estado do Amapá em 27 de Janeiro de 2023).

Figura 04: Imagem do satélite Sentinel 2 em composição colorida, RGB das bandas 7, 6 e 5, de 20 de outubro de 2021.

Citação: SANTOS, V.F.; FACUNDES, F. 2023. Sobre a inundação, erosão e entrada de águas salinas na via de acesso a praia de goiabal, Município de Calçoene. Relatório 01/2023. Macapá: IEPA-UNIFAP/PPGDR. 13 pág., 5 fl. Anexo. Texto elaborado como subsídio ao entendimento dos processos ambientais que ocorrem na região da Praia de Goiabal, em atendimento a demanda do Ministério Público do Estado do Amapá em 27 de Janeiro de 2023).



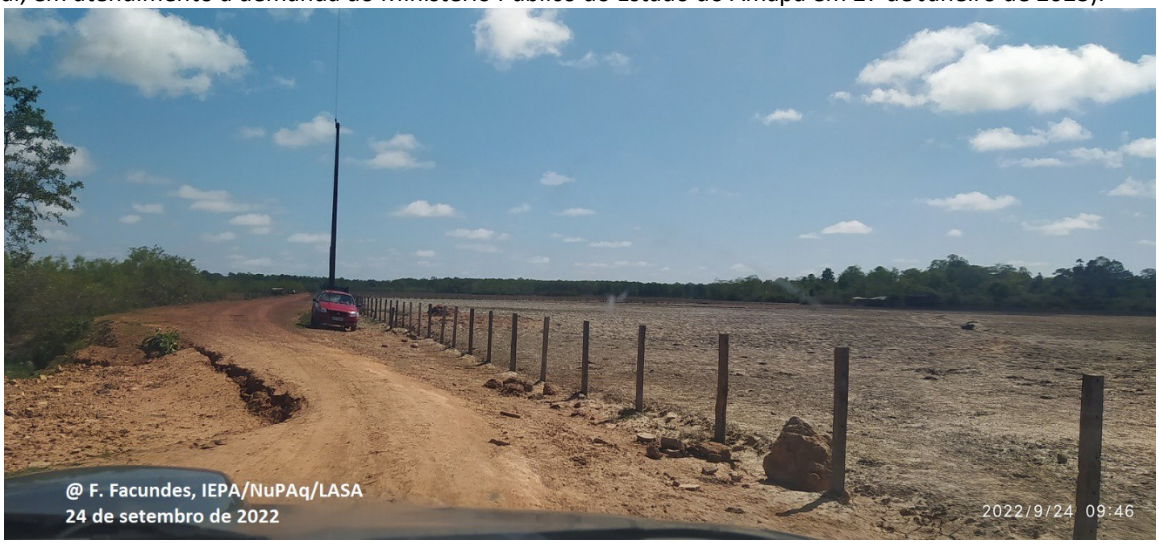
Fonte: ESA (2021).

- A medida que o mar avança, aumenta a atuação das marés, e as águas oceânicas entram pelos canais trazendo as águas salobras cada vez para as porções mais interiores da planície. As valas também possuem um papel na expansão de manguezais.

- O avanço da energia das marés através dos canais e valas dos búfalos também resultam em erosão da estrada (figuras 04 e 05)

Figura 05: Erosão na margem da estrada de Goiabal, por onde passa o canal de maré desviado pela presença de valas em função do pisoteio dos búfalos.

Citação: SANTOS, V.F.; FACUNDES, F. 2023. Sobre a inundação, erosão e entrada de águas salinas na via de acesso a praia de goiabal, Município de Calçoene. Relatório 01/2023. Macapá: IEPA-UNIFAP/PPGDR. 13 pág., 5 fl. Anexo. Texto elaborado como subsídio ao entendimento dos processos ambientais que ocorrem na região da Praia de Goiabal, em atendimento a demanda do Ministério Público do Estado do Amapá em 27 de Janeiro de 2023).



A análise multitemporal de imagens de satélite (Figuras 06 e 07) dos anos de 1991, 2000, 2021 e 2022 revelam a migração e a interconexão do canal do Goiabalzinho com as valas na planície de inundação. Essas conexões resultaram na evolução e transferência do curso principal do canal do Goiabalzinho em direção a estrada. A mudança desse canal para as margens da estrada aumenta o poder da erosão. Além disso, várias valas foram formadas em direção a estrada (Figura 06B – ano 2000). Nos últimos anos (Figura 07A e B) as imagens mostram várias valas também do lado direito da estrada (sentido da Praia de Goiabal) (Figura 03). Atualmente as valas estão se conectando em ambos as margens da estrada.

Figura 06: Imagens de satélite Landsat TM5 dos anos de 1991 e, 2000 mostrando a evolução multitemporal das valas e canais de marés. A) 1991 - nota-se ausência de valas nas imagens bordejando a estrada; B) 2000 - presença de valas em direção a estrada, na margem esquerda no sentido da Praia de Goiabal.

Citação: SANTOS, V.F.; FACUNDES, F. 2023. Sobre a inundação, erosão e entrada de águas salinas na via de acesso a praia de goiabal, Município de Calçoene. Relatório 01/2023. Macapá: IEPA-UNIFAP/PPGDR. 13 pág., 5 fl. Anexo. Texto elaborado como subsídio ao entendimento dos processos ambientais que ocorrem na região da Praia de Goiabal, em atendimento a demanda do Ministério Público do Estado do Amapá em 27 de Janeiro de 2023).

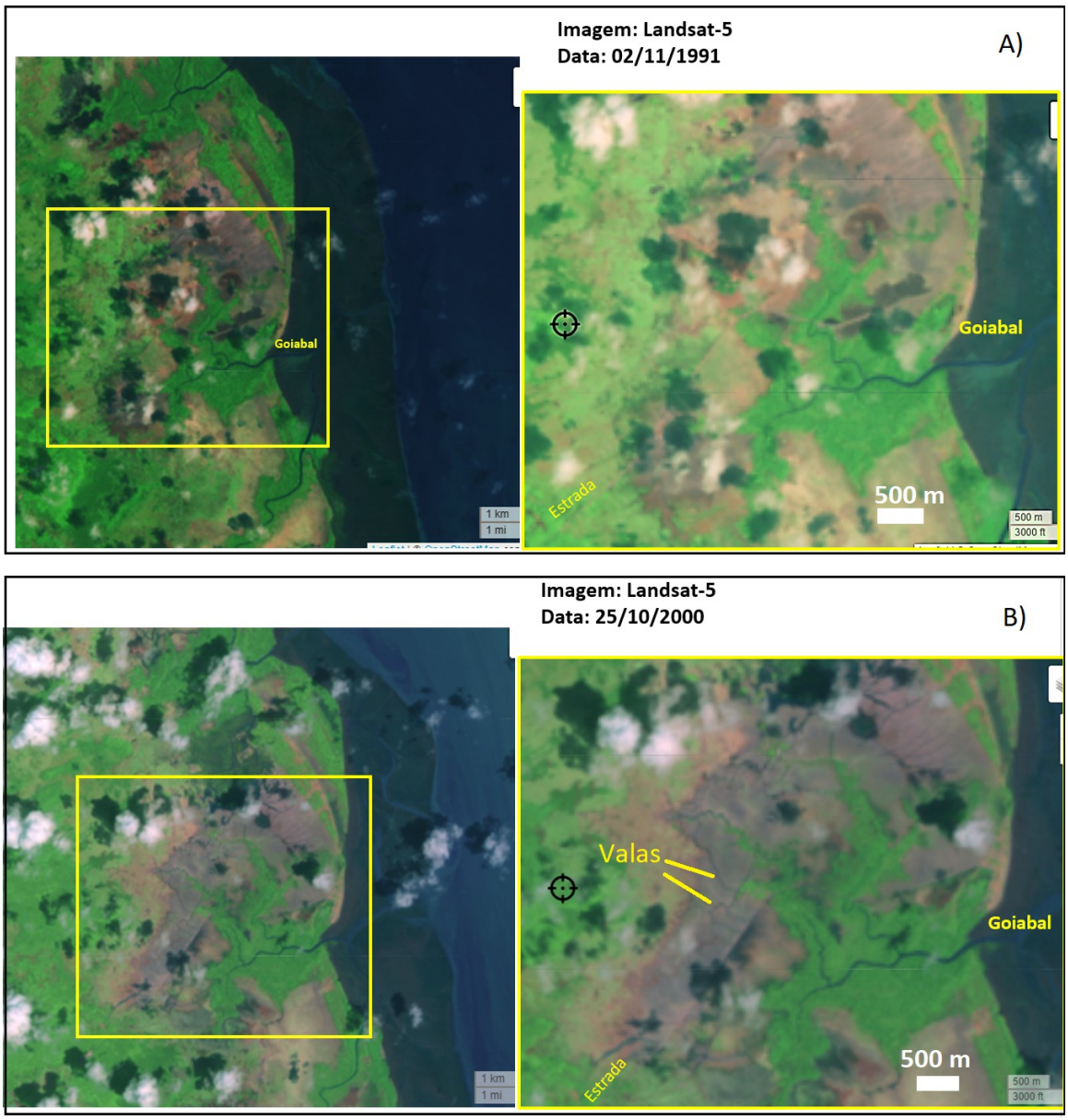
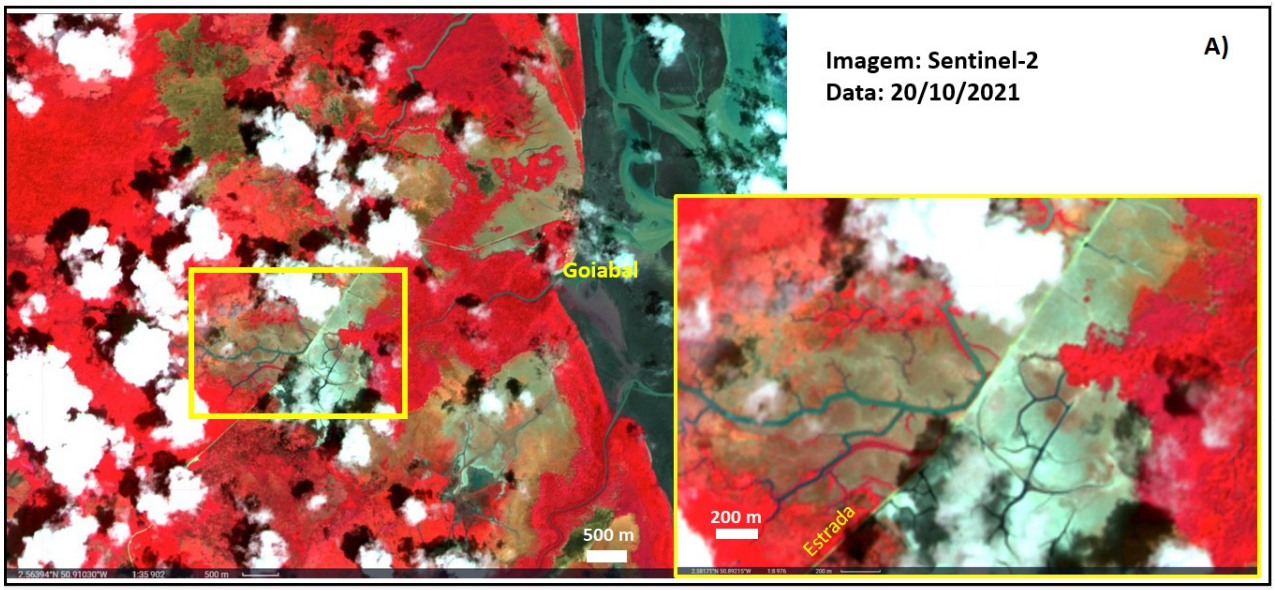
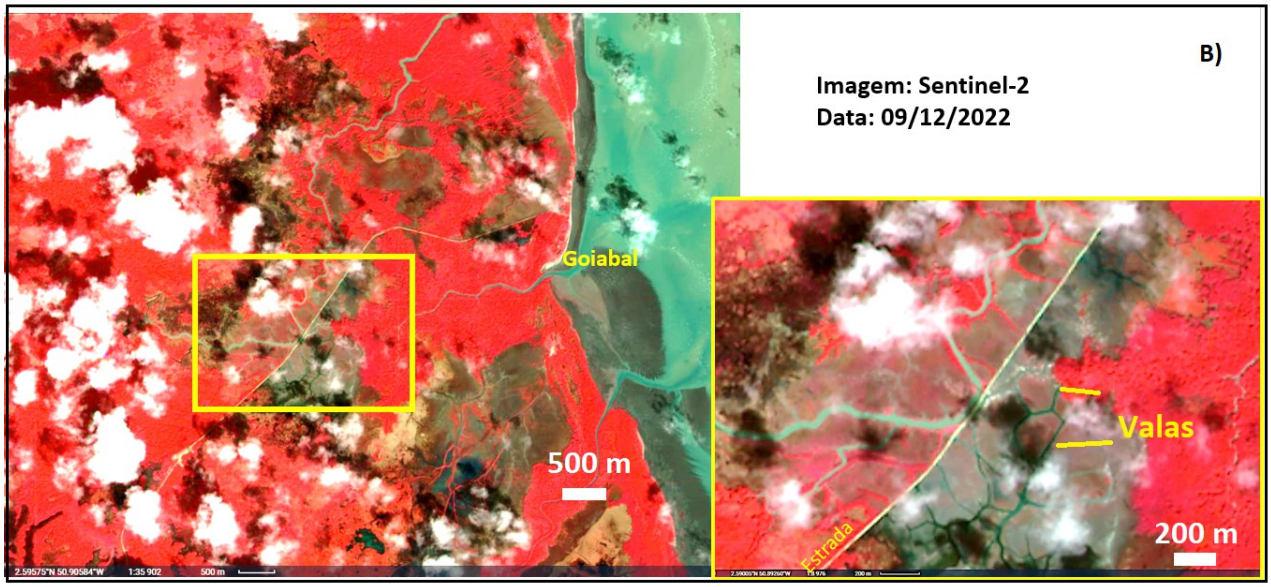


Figura 07: Imagens de satélite Sentinel 2 dos anos de 2021 e 2022 mostrando a evolução multitemporal das valas e canais de marés. A) 2021- presença das valas de ambos os lados da estrada com curso do canal de marés do Goiabalzinho desviado para a lateral da estrada; B) 2022 – situação atual das valas e canais de marés. Conectividade entre as valas de ambos os lados da estrada.

Citação: SANTOS, V.F.; FACUNDES, F. 2023. Sobre a inundação, erosão e entrada de águas salinas na via de acesso a praia de goiabal, Município de Calçoene. Relatório 01/2023. Macapá: IEPA-UNIFAP/PPGDR. 13 pág., 5 fl. Anexo. Texto elaborado como subsídio ao entendimento dos processos ambientais que ocorrem na região da Praia de Goiabal, em atendimento a demanda do Ministério Público do Estado do Amapá em 27 de Janeiro de 2023).





A questão agora, é saber o que fazer perante a situação, visto a importância desse acesso ao mar. recuperar a estrada? uma nova estrada? como superar as barreiras dos processos naturais? Como avançar em novas tecnologias de construção para vias de acesso nessas áreas úmidas, naturalmente frágeis e ainda mais fragilizadas por processos antropogênicos?

É necessário deixar de sermos adeptos de soluções rápidas, e que tenhamos a coragem de fazer um planejamento adequado para construção de infraestruturas nas áreas úmidas costeiras amapaenses, trazendo soluções mais duradouras. Essas soluções devem ser baseadas em conhecimento técnico-científico do problema, que muitas vezes é relegado a segundo plano, ou tratado apenas superficialmente. Assim, muitas vezes recursos públicos são desperdiçados em obras inadequadas para a nossa situação regional.

A estrada de Goiabal tem sido continuamente refeita sem considerar, por exemplo, informações sobre o nível ou cota de inundação máxima da região e muito menos as suas condições hidrográficas naturais e antropogênicas. E a cada pulso de inundação, trechos da estrada são destruídos, enquanto a erosão aumenta com o passeio dos búfalos pela estrada e com o aumento do poder do mar.

É hora de reconhecer que o Amapá é um estado costeiro (11 de seus municípios são municípios costeiros, com um contingente populacional de quase 800 mil pessoas). No contexto brasileiro é um dos territórios onde o alerta já acendeu, conforme pode ser averiguado no texto do relatório especial sobre adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas. Urge, que nos anteciparmos a exacerbação dos problemas ambientais advindos desse contexto e que são aumentados com a intervenção humana. Uma vez que tais problemas afetam as cadeias socioeconômica do Estado.

Hora de repensar o modelo de construção civil, na maioria das vezes pensado para terrenos firmes e fora de zonas inundáveis. É necessário considerar que as vias de acesso são fundamentais para manter o acesso aos recursos naturais, dos quais depende uma parte da população amapaense. É preciso pensar que compreender a dinâmica dos processos costeiros e marinhos não é uma mera questão de ciência, mas uma necessidade de antecipação a problemas que afetam a saúde e o bem estar da população e o próprio desenvolvimento do Amapá.

No mundo inteiro as cidades e vilas nas zonas costeiras estão se integrando em um processo de planejamento, preparação, mitigação e comunicação para reduzir os perigos oceânicos e ajudar governos e populações a se adaptarem aos eventos extremos e mudanças climáticas. Os cientistas têm trabalhado de forma incessante para resolver problemas metodológicos técnico-científicos e gerar conhecimento adequado para fazer face ao problema. No entanto, é evidente que regiões com menor grau de conhecimento e menor resiliência das populações terão os maiores problemas. Portanto, uma articulação entre o poder público, cientistas e a sociedade é fundamental para fazer frente ao problema.

Referências de apoio ao texto

ALLISON, M.A.; NITTROUER, C.A.; FARIA, L.E.C. Rates and mechanisms of shoreface progradation and retreat downdrift of the Amazon river mouth. Marine Geology. 125: 373–392, 1995.

ROSÁRIO, E. em preparação. Caracterização dos padrões morfodinâmicos em cristas de praia na costa amazônica. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia. UFPA. Belém,

Citação: SANTOS, V.F.; FACUNDES, F. 2023. Sobre a inundação, erosão e entrada de águas salinas na via de acesso a praia de goiabal, Município de Calçoene. Relatório 01/2023. Macapá: IEPA-UNIFAP/PPGDR. 13 pág., 5 fl. Anexo. Texto elaborado como subsídio ao entendimento dos processos ambientais que ocorrem na região da Praia de Goiabal, em atendimento a demanda do Ministério Público do Estado do Amapá em 27 de Janeiro de 2023).

ANTHONY, E.J.; BRONDÍZIO, E.S.; SANTOS, V.F.; GARDEL, A.; BESSET, M. 2021. Sustainable Management, Conservation, and Restoration of the Amazon River Delta and Amazon-Influenced Guianas Coast: A Review. Water 13(10): 1371. https://doi.org/10.3390/w13101371.

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.

PROST, M. T. R. C.; FAURE, J-F.; CHARRON, C.; BORGES, H.V.; SANTOS, V. F.; MENDES, A.C.; GARDEL, A. 2017. L'embouchure de l'Amazone, macro-frontière géomorphologique : enseignements de 30 années de recherches franco-brésiliennes sur les systèmes côtiers amazoniens (1e partie). Confins; 33. DOI: https://doi.org/10.4000/confins.12830

PROST, M. T. R. C.; FAURE, J-F.; CHARRON, C.; BORGES, H.V.; SANTOS, V. F.; MENDES, A.C.; GARDEL, A. 2018. L'embouchure de l'Amazone, macro-frontière géomorphologique : enseignements de 30 années de recherches franco-brésiliennes sur les systèmes côtiers amazoniens (2e partie). Confins. 34. DOI : https://doi.org/10.4000/confins.12830

SANTOS, V.F. 2006. Ambientes Costeiros Amazônicos: Avaliação de modificações por sensoriamento remoto. Tese (Doutorado). CPGGM, UFF/IGEO, Niterói. 306 p.

SANTOS, V.F. 2016. Dinâmica de inundação em Áreas Úmidas Costeiras: Zona Urbana de Macapá e Santana, Costa Amazônica, Amapá. PRACS: Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP, 9:121-144.

SANTOS, V.F.; FIGUEIREDO, A.G.; SILVEIRA, O.F.M.; POLIDORI, L. 2003. Mecanismos de Modificações de Curto Período na Planície Costeira do Amapá. In: I Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa. IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, II Congresso do Quaternário dos Países de Língua Ibéricas. Recife-PE: ABEQUA, 2003.

SANTOS, V.F.; NOBRE Jr., B. B.; SOUZA, F.M.; SILVA, L.M. 2022. Amapá: um Estado Costeiro - Reflexões sobre Vulnerabilidades, Riscos e Adaptações a Mudanças Climáticas. In: PORTO, J. Encontros e Percepções Geográficas: Diálogos e Provocações, Uniedusul. 110-132p.

SANTOS, V. F.; SHORT, A.; MENDES, A. C. 2016. Beaches of the Amazon Coast: Amapá and West Pará. In: Klein, A; Short A.. (Org.). Beaches of the Amazon Coast: Amapá and West Pará. 1sted.Switzerland: Springer International Publishing. 17: 67-93.

SANTOS, V.F.; SILVA, L.P.S.; PICANÇO, G.S. 2021. No encontro do rio Amazonas com o mar. In: PORTO, J,.; SANTOS,, V.F.; POLIDORI, L. (orgs.). Entre Rotas e Caminhos: até onde o rio-mar e o mar alcança o rio. Macapá, IEPA. 93-107.

SILVA JR., O.M.; SANTOS, L.S.; RODRIGUES; M.R.C. 2020. Panorama dos Riscos Costeiros no Estado do Amapá. Conhecer para Agir. In: magnoni Jr., L. et al. Redução dos riscos de desastres e a resiliência do meio rural e urbano. São Paulo. 454-472.

SILVA, M. V.; SANTOS, V. F.; SILVEIRA, O. F. M. Análise Multitemporal de Mudanças nas Ilhas Costeiras do

Citação: SANTOS, V.F.; FACUNDES, F. 2023. Sobre a inundação, erosão e entrada de águas salinas na via de acesso a praia de goiabal, Município de Calçoene. Relatório 01/2023. Macapá: IEPA-UNIFAP/PPGDR. 13 pág., 5 fl. Anexo. Texto elaborado como subsídio ao entendimento dos processos ambientais que ocorrem na região da Praia de Goiabal, em atendimento a demanda do Ministério Público do Estado do Amapá em 27 de Janeiro de 2023).

Estado do Amapá Aplicando Dados de Sensores Remotos. In: Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba. Anais do XV SBSR. São José dos Campos-SP: MCT/INPE. DVD. p. 8614-8622.

SILVEIRA, O. F. M. A Planície Costeira do Amapá. Dinâmica de Ambiente Influenciado por Grandes Fontes Fluvais Quaternárias. Tese Doutorado, Universidade Federal do Pará/Centro de Geociências, Belém, 1998. p 215.