

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

EFEITOS DE ESTRUTURAS PORTUÁRIAS SOBRE O TRANSPORTE LITORÂNEO NO PORTO DO AÇU, RJ.

Líria Hévylin da Silva Teles¹; Nichollas Schmidt Bastos Marques Pereira Santos²; Alexandre Martins Vieira Dias³; Thiago Ferreira de Castro Silveira⁴; Fernanda Minikowski Achete⁵ & Paulo Cesar Colonna Rosman⁶.

Abstract: This study analyzes the evolution of the shoreline adjacent to the Port of Açu (RJ), focusing on the influence of the installation of port terminals and support structures on local sediment dynamics. The research is based on the premise that hydraulic structures modify coastal hydrodynamics, significantly affecting sediment transport patterns. Satellite images from Google Earth Pro between 2003 and 2023 were used, employing a georeferenced polygon and cross-sections to measure shoreline variation at different moments. Extending over 11.35 km, the study area includes the coastal stretch of the T1 and T2 terminals, situated in the Paraíba do Sul River deltaic plain. The results indicate a progressive accumulation of sediments south of the southern breakwater of T2 after its construction, due to the interruption of south-to-north littoral transport, while the decommissioning of the service terminal north of the northern breakwater of T2 resulted in changes to the local deposition pattern. The study reinforces the importance of considering the cumulative effects of port developments on coastal morphodynamics, contributing to the understanding of erosion and accretion processes.

Resumo: Este estudo analisa a evolução da linha de costa adjacente ao Porto do Açu, RJ, com foco na influência da instalação dos terminais portuários e estruturas de apoio sobre a dinâmica sedimentar local. A pesquisa fundamenta-se na premissa de que estruturas hidráulicas modificam a hidrodinâmica costeira, afetando significativamente os padrões de transporte de sedimentos. Foram utilizadas imagens de satélite do Google Earth Pro entre 2003 e 2023, utilizando um polígono georreferenciado e seções transversais para mensurar a variação da linha de costa em diferentes momentos. A área de estudo se estende por 11,35 km e compreende a faixa litorânea dos terminais T1 e T2, inserida na planície deltaica do rio Paraíba do Sul. Os resultados indicam um acúmulo progressivo de sedimentos ao sul do molhe Sul do T2 após sua construção devido à interrupção do transporte litorâneo no sentido sul-norte, enquanto o descomissionamento do terminal de serviços ao norte do molhe norte do T2 resultou em alterações no padrão de deposição local. O estudo reforça a importância de se considerar os efeitos cumulativos de obras portuárias sobre a morfodinâmica costeira, contribuindo para o entendimento dos processos erosão e acreção.

Palavras-chave: Dinâmica costeira; Transporte litorâneo; Porto do Açu.

1 INTRODUÇÃO

A batimetria da região costeira define o padrão de quebra de ondas e de correntes costeiras. Por outro lado, o transporte de sedimentos ao longo da costa é forçado pela hidrodinâmica local, configurando um processo retroalimentado. A ação combinada de ondas e correntes exerce tensão de cisalhamento sobre o sedimento depositado no assoalho marinho. Caso o cisalhamento exceda a tensão crítica, as partículas são mobilizadas.

O litoral norte fluminense é caracterizado por praias de alta energia de onda e micromaré. Nesse contexto, as ondas predominam como principais agentes morfodinâmicos. Sua atuação, em sinergia

[1, 2, 3, 4]) Graduando em Engenharia Ambiental pela Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ.

[1]) Email: lika123@poli.ufrj.br

[2]) Email: nichollas.smps@poli.ufrj.br

[3]) Email: alemvdias@poli.ufrj.br

[4]) Email: thiagofcsilveira@poli.ufrj.br

[5]) Professora Adjunta do Programa de Engenharia Oceânica - PENO - da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Email: fachete@oceanica.ufrj.br

[6]) Professor Titular da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro - Email: pccrosman@poli.ufrj.br

com a direção persistente dos ventos alísios, intensifica a deriva litorânea (MUEHE e CORRÊA, 1989). Além disso, o fluxo turbulento gerado na zona de arrebenção promove erosão significativa, redistribuindo sedimentos ao longo da costa (BASTOS e SILVA, 2000).

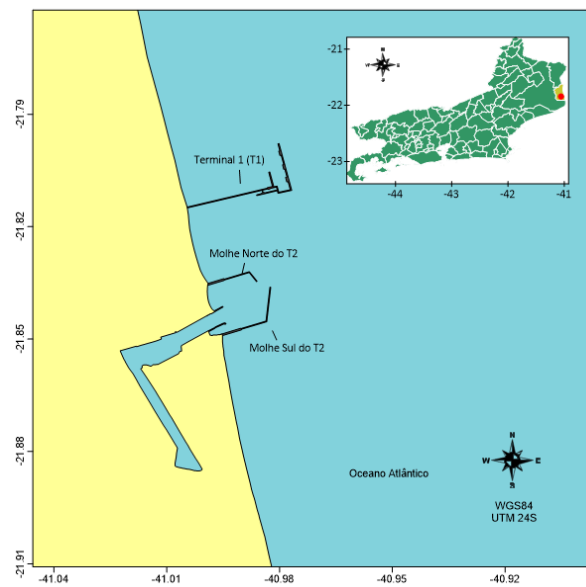
A faixa costeira do Porto do Açu, situada no litoral norte fluminense, apresenta extensa planície litorânea. A forma do relevo costeiro e a inclinação do fundo contribuem para a segmentação morfossedimentar regional (ROSMAN e ISHIKAWA, 2000). As praias tendem a ser retilíneas e a apresentar larga faixa arenosa. Predominam sedimentos com granulometria uniforme, de areias médias a grossas. O rio Paraíba do Sul transporta sedimentos finos para a região costeira do delta, os quais se acumulam em áreas protegidas, como depressões ou locais mais profundos, onde o cisalhamento de onda é menos intenso. Essa configuração favorece a retenção de partículas finas no complexo portuário (SIEGLE et al., 2009).

Estruturas costeiras rígidas, como espigões e quebra-mares, interferem no transporte de sedimentos ao modificar a propagação e a quebra das ondas, além de interromper o transporte litorâneo. Essas obras podem promover a acumulação de material em uma face da estrutura e erosão na face oposta, caso o clima de ondas seja predominantemente direcional. Elas também alteram a direção e a intensidade das correntes litorâneas, criando zonas com velocidade de fluxo reduzida ou aumentada. Além disso, modificam a incidência e a reflexão das ondas, impactando o transporte por deriva litorânea e o processo de ressuspensão. Próximo a grandes empreendimentos portuários, como o Porto do Açu, essas alterações podem gerar mudanças morfodinâmicas significativas em curto prazo (ALFREDINI e ARASAKI, 2009). Estudos sobre a dinâmica sedimentar são cruciais para evitar déficit de sedimentos e comprometer a estabilidade da faixa costeira (MACEDO et al., 2012).

Tendo em vista esse cenário, o presente artigo apresenta a análise da evolução da linha de costa (LC) adjacente ao terminal do Porto do Açu, ao longo e após a implementação das estruturas portuárias, com a finalidade de avaliar mudanças nos padrões de transporte de sedimentos decorrentes da instalação do empreendimento.

2 ÁREA DE ESTUDO

Figura 1: Localização do Porto do Açu.



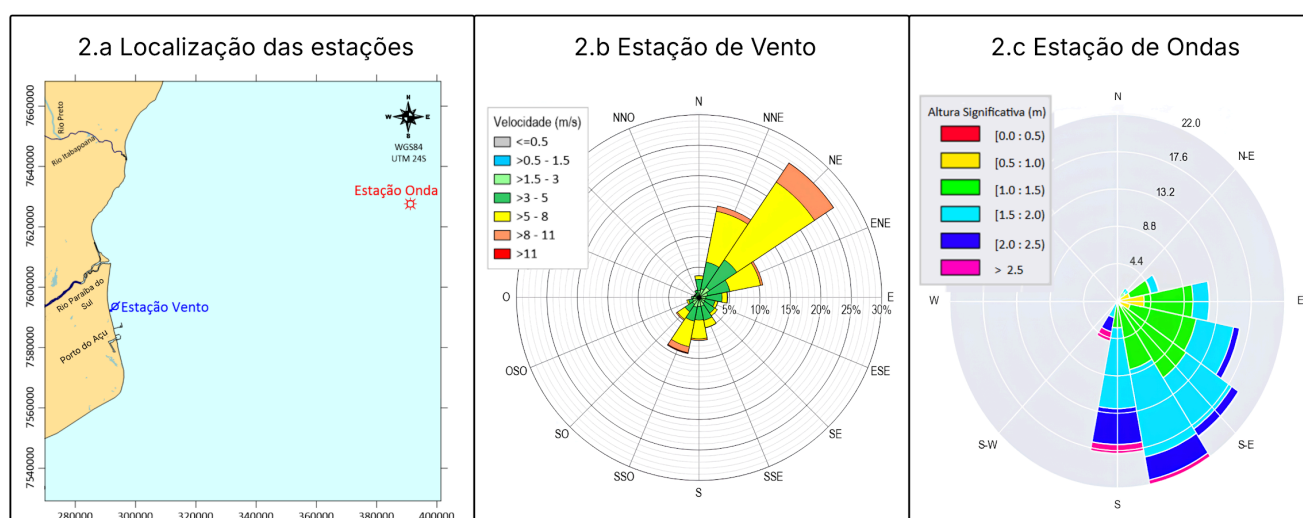
O Porto do Açu é um complexo de uso misto, privativo, com terminais oceânicos e costeiros. Para a construção do Terminal Portuário, foram realizadas obras de dragagem, abertura de canal de acesso e aterro para o retroporto. O porto possui dois terminais principais: o Terminal 1, oceânico, voltado para minério de ferro e operado pela Ferroport; e o Terminal 2, costeiro, destinado a cargas diversas, petróleo e apoio offshore. Este empreendimento faz parte do Distrito Industrial de São João da Barra (DISJB), no estado do Rio de Janeiro, especificamente no distrito do Açu, próximo à Barra do

Açu (Figura 1).

A área é caracterizada por uma vasta planície costeira, que integra o delta do rio Paraíba do Sul. É predominantemente composta por pastagens, com remanescentes de vegetação de restinga inseridos na Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. O terreno das instalações em terra situa-se a aproximadamente 30 km ao sul da foz do rio, próximo ao paralelo 21°50' Sul e meridiano 41°00' Oeste. A proximidade com a foz influencia diretamente as características da região, incluindo o gradiente de salinidade e o padrão de sedimentação, que transporta material fino para a zona costeira, especialmente em períodos de grande vazão fluvial (RIMA, 2006).

O clima da região é classificado como tropical quente e semiúmido, influenciado pela brisa marítima, com temperaturas elevadas e inverno seco. A temperatura média anual é de 25 °C, com pequena variação mensal, sendo fevereiro o mês mais quente e junho o mais frio, com uma amplitude térmica em torno de 6 °C entre as médias mensais. O índice pluviométrico total é da ordem de 1.200 mm por ano, com a estação chuvosa ocorrendo entre novembro e janeiro.

Figura 2 - Direções de ventos e ondas no Porto do Açu.



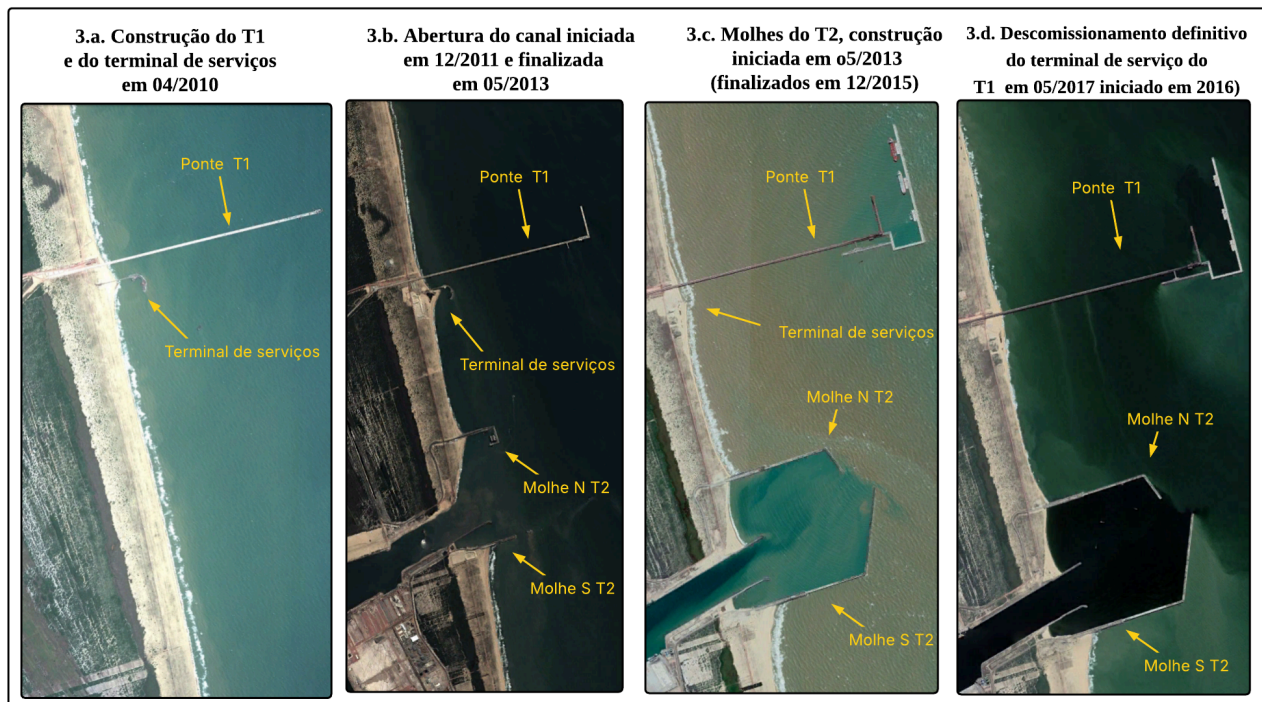
O Porto do Açu está sob influência do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS). Apresenta predominância de ventos de Norte a Leste, especialmente do quadrante Nordeste (NE), com intensidades geralmente fracas a moderadas. Em condições de "Bom Tempo", típicas de quando o ASAS domina a circulação atmosférica, os ventos sopram de N, NE e E, com intensidades entre 6 e 12 m/s, com média de 9 m/s (Figuras 2a e 2b). Já as situações de "Mau Tempo" estão associadas à passagem de frentes frias, ciclones extratropicais ou anticiclones polares, quando ocorrem ventos mais intensos de Sudeste (SE) a Sudoeste (SW), especialmente durante o outono e inverno. Nesses eventos, os ventos podem superar 20 m/s, com direções variando entre 200° e 220° no caso de sistemas vindos do Sudoeste, ou entre 120° e 140° quando associados a anticiclones polares, impactando significativamente as condições marítimas da região (PINHO, 2003).

A área do Porto apresenta um regime de ondas influenciado por sistemas meteorológicos regionais e de larga escala. Ventos locais associados ao ASAS geram ondas locais de período em torno de 7 s e Hs de 1 a 1,5 m. Análises mostram que as ondas com maior probabilidade de ocorrência vêm dos quadrantes Sudeste e Sul, entre azimutes de 110° e 200° (Figura 2c), com alturas significativas entre 1,5 e 2,0 metros e períodos de pico entre 8 e 12 segundos (ROSMAN, 2025). Devido à variação do alinhamento costeiro, a região também pode receber ondas de sudeste a nordeste. Situações de mar mais severas estão geralmente associadas à atuação de ciclones extratropicais (PINHO, 2003). A interação entre ondas e ventos influencia diretamente a dinâmica sedimentar, sendo alterada localmente pela presença das estruturas portuárias.

O transporte litorâneo na Barra do Açu é bimodal, apresentando fluxo devido a ondas locais de Norte para Sul e de Sul para Norte, decorrente da passagem de frentes frias e influenciado pela ação

combinada das ondas e correntes (LÄMMLE, 2019). Essa planície costeira é caracterizada por depósitos lagunares e fluviais compostos por sedimentos silticos, argilosos, areno-argilosos e ricos em matéria orgânica, além de lamas e siltes micáceos no substrato marinho raso. Estudos de dispersão de plumas decorrentes da dragagem indicaram que sedimentos arenosos se depositam rapidamente, enquanto partículas mais finas podem permanecer em suspensão por até 88 horas, sendo transportadas predominantemente para sul/sudoeste por ventos de nordeste, atingindo até 21 km de distância (RIMA, 2006). Anteriormente à construção do porto, a praia apresentava morfologia retilínea (ROSMAN, 2025).

Figura 3: Imagens de Satélite ilustrando a ordem cronológica da construção das estruturas costeiras .



As obras do Porto do Açú tiveram início em 2009 e, com base na análise de imagens de satélite, identificou-se uma sequência cronológica de intervenções antrópicas que influenciam a dinâmica costeira da região. A primeira imagem que registra a construção do Terminal 1 (T1) e do Terminal de Serviços (TS) é de abril de 2010 (Figura 3a). Em seguida, observa-se o início da abertura do canal na imagem de dezembro de 2011, cuja conclusão é registrada em maio de 2013 (Figura 3b). A construção do Terminal 2 (T2) tem seu início identificado na imagem de maio de 2013, coincidindo com o início do descomissionamento da estrutura do TS (Figura 3c). A finalização do T2 é registrada na imagem de dezembro de 2015, enquanto o descomissionamento completo do TS ocorre até a imagem de maio de 2017 (Figura 3d).

3 METODOLOGIA

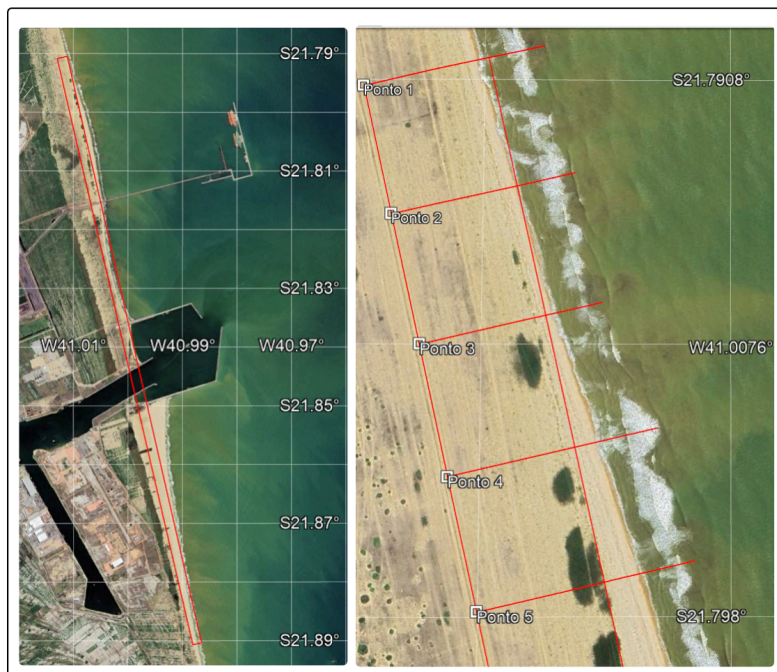
A metodologia empregada neste estudo foi estruturada em três etapas distintas. Para a etapa 1, ocorreu a delimitação da área de estudo, por meio da inserção de um polígono de referência georreferenciado e da seleção de imagens de satélite disponíveis. Já para a etapa 2, foram definidas seções transversais para análise; em seguida, realizou-se a medição precisa da linha de costa. Por fim, na etapa 3, os dados coletados foram submetidos a uma análise quanto à variação da linha de costa ao longo dos anos, culminando no cálculo da área e na produção de visualizações gráficas.

3.1 Delimitação da área de estudo

A inserção de um polígono georreferenciado em imagens Landsat no Google Earth Pro, que possuem resolução de 15 a 30 metros, permite calcular a distância entre a linha d'água e a estrada, evitando distorções de mosaicos. O polígono foi ancorado em uma referência geográfica — a estrada

litorânea — que permaneceu inalterada entre 2003 e 2023 (Figura 4). O polígono possui 11,35 km de extensão e está centralizado no eixo do canal de entrada do terminal T2. O lado oeste está fixado na estrada, e o leste marca a linha d'água da imagem de 9 de setembro de 2003, usada como base de comparação. Esse mesmo polígono, com as mesmas dimensões e coordenadas, foi replicado em todas as imagens analisadas, permitindo observar a evolução do litoral depois das intervenções.

Figura 4: Polígono, seções transversais e pontos de referência usando como base a imagem Landsat do dia 21/01/2023.



As imagens foram selecionadas no Google Earth Pro, priorizando alta resolução e ausência de cobertura de nuvens na área definida. No total, foram utilizadas 15 imagens, de maio de 2003 a janeiro de 2023, escolhidas pela nitidez e boa definição da linha de costa.

Por se tratar de imagens adquiridas em diferentes momentos do dia e do ano, as variações na linha de água observadas podem refletir não apenas mudanças morfológicas, mas também efeitos sazonais e dinâmicos, como a variação do nível do mar devido às marés e ao clima de ondas. A variação horizontal diária da linha de água pode alcançar entre 5 e 10 metros, considerando que o talude da zona de espraiamento no local varia entre 1:5 e 1:10, com amplitude média de maré em torno de 1 metro entre preamar e baixamar. Em marés de sizígia, essa amplitude pode chegar a 1,6 metros, enquanto, em marés de quadratura, as variações são da ordem de 0,5 metro. Além disso, variações mensais e sazonais, especialmente durante períodos de ressaca ou tempestades — mais frequentes no outono e inverno — podem modificar a linha d'água em aproximadamente 20 metros. Por outro lado, em épocas de mar calmo, mais comuns na primavera e verão, o perfil da praia tende a ser mais suave e largo.

Esses fatores naturais foram considerados para distinguir alterações permanentes da linha de costa causadas por intervenções antrópicas ou por processos naturais. Contudo, as variações horizontais da linha d'água devido às marés, estimadas em até 20 metros, são inferiores ou semelhantes ao erro posicional inerente às imagens Landsat do Google Earth Pro, cuja resolução varia entre 15 e 30 metros por pixel. Portanto, o impacto da variação de maré é estatisticamente desprezível frente à resolução das imagens. Ressalta-se que os resultados obtidos refletem a tendência geral da variação da linha de costa, e não valores exatos das mudanças ocorridas.

3.2 Seções transversais e linha de costa

Seções transversais foram estabelecidas como retas perpendiculares ao polígono, com espaçamento de aproximadamente 200 metros entre elas. Nos pontos de interseção dessas retas com o polígono, foram definidos pontos de referência, permitindo a medição da distância da linha de costa ao

ponto de referência. A largura da praia foi definida pela medição da distância entre o polígono georreferenciado e a linha d'água identificada nas imagens.

3.3 Tratamento de dados e cálculo da área

A base de dados foi construída a partir das medições da linha de costa feitas nas 15 imagens escolhidas. Para cada imagem, foi criada uma tabela contendo dois tipos de informações: a posição de cada ponto de referência ao longo do polígono, medida a partir do seu início, e os valores de distância entre o polígono e a linha d'água, medidos em seções transversais à praia. O tratamento dos dados consistiu na subtração de 180 metros de todos os resultados, valor esse correspondente à largura do polígono.

A abordagem adotada para o cálculo das áreas e a elaboração das visualizações gráficas consistiu em dividir a região de estudo em dois blocos distintos. O Bloco 1 compreende a área situada ao norte do molhe norte do Terminal 2 (T2), subdividida para análise nos trechos ao norte e ao sul do Terminal 1 (T1). Já o Bloco 2 abrange a região localizada ao sul do molhe sul do T2. Essa separação foi necessária porque as estruturas dos molhes atuam como barreiras físicas, interrompendo o fluxo natural de sedimentos ao longo da costa. Como resultado, cada bloco apresenta dinâmicas de sedimentação distintas, já que não ocorre transporte significativo de sedimentos entre os dois setores.

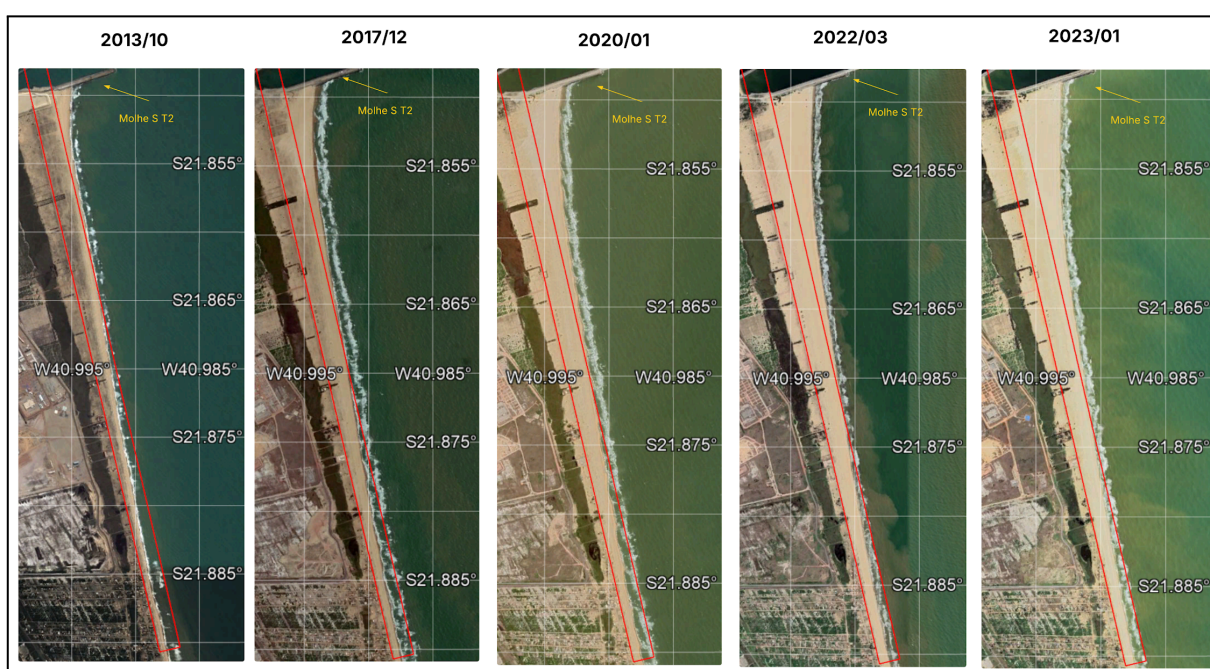
A metodologia de cálculo da área de praia consiste na elaboração de um novo polígono, cuja base e os lados estão ancorados nos vértices do polígono de referência alinhado à estrada litorânea, enquanto a outra base se estende ao longo da linha de praia. Este polígono foi estruturado por meio da ferramenta de criação de polígonos do Google Earth, que realiza o cálculo automático da área total preenchida pelo polígono. A partir disso, foi criado um polígono diferente para cada ano de medição, a partir de novembro de 2013. As áreas analisadas foram segmentadas em três setores distintos: ao norte do Terminal 1 (T1), entre o T1 e o molhe norte do Terminal 2 (T2) e ao sul do molhe sul do T2. Para cada ano de medição, foram elaborados três polígonos correspondentes a essas subdivisões.

4 RESULTADOS

A apresentação dos resultados inicia-se pela análise do Bloco 2, localizado ao sul do molhe sul do Terminal 2 (T2). Em seguida, examina-se o Bloco 1, situado ao norte do molhe norte do T2. Por fim, realiza-se uma análise integrada do perfil de praia ao longo de toda a área de estudo.

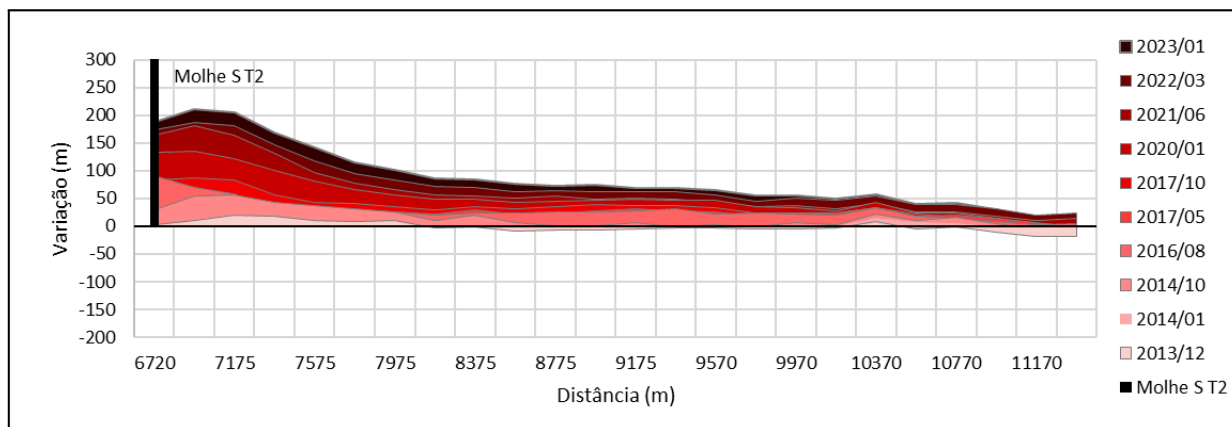
4.1 Dinâmica sedimentar ao sul do molhe Sul do T2: Efeitos da construção do T2

Figura 5: Imagens de variação da linha de costa ao sul do molhe Sul do T2 após a construção do T2.



A Figura 5 apresenta uma sequência cronológica de imagens do Google Earth — todas com o retângulo em linha vermelha utilizado como referência espacial — nas quais se observa um progressivo alargamento da faixa de areia ao sul do molhe sul do T2, após a construção dos molhes do terminal. Esse padrão sugere que o transporte de sedimentos, no sentido sul-norte, resultou em acúmulo de areia nesta região devido à presença da estrutura. Este resultado também indica que o T2 gera uma zona de sombra para as ondas de NE, que não são capazes de mobilizar o sedimento depositado nesta região. Logo, o transporte de norte para sul na zona adjacente ao porto não ocorre.

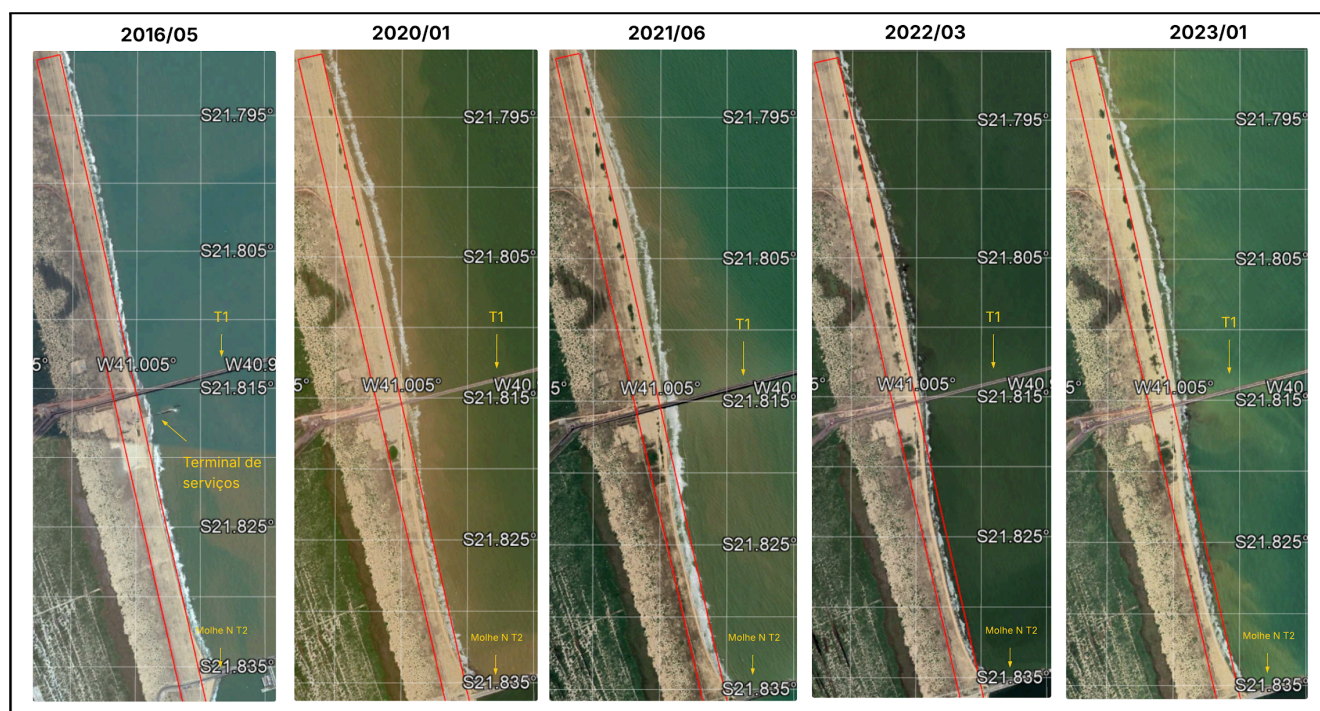
Figura 6: Gráfico da Variação da linha de costa ao sul do Molhe Sul do T2 após a construção do T2 em relação a linha de costa em 05/2013.



Tal modificação também é evidenciada na Figura 6, que apresenta a variação entre as linhas de costa ao sul do molhe sul do T2, em relação à linha de base de maio de 2013, data inicial de observação da construção do terminal. O gradiente de cores representa a evolução cronológica das linhas de costa, indicando o processo contínuo de acreção da faixa de areia nesta região nos anos subsequentes, atingindo 200 m de extensão. Entre os anos de 2013 e 2017, as taxas de acreção são superiores às dos períodos subsequentes, indicando uma estabilização do acúmulo de sedimentos nesta região.

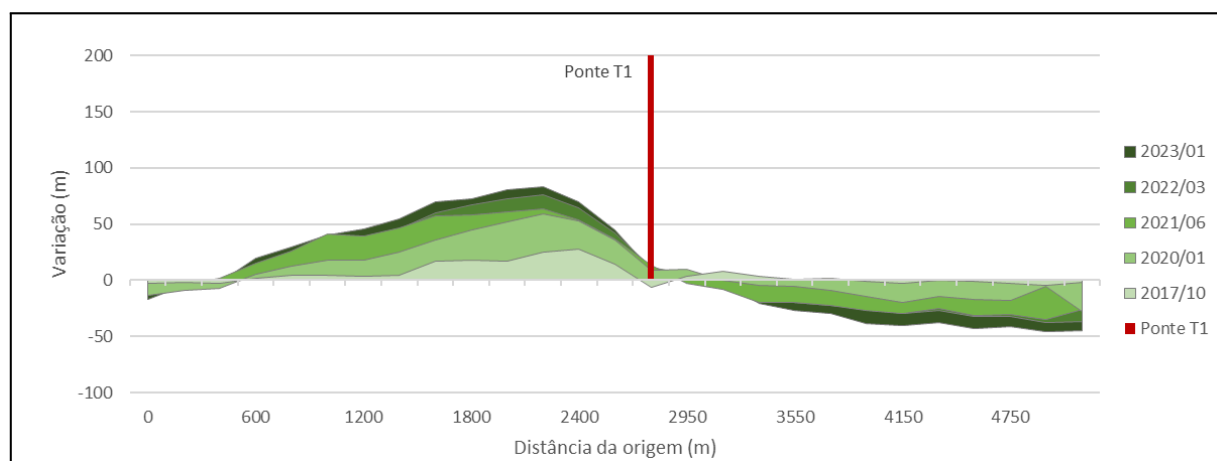
4.2 Morfodinâmica pós-descomissionamento do terminal de serviço ao norte do molhe Norte do T2

Figura 7: Imagens de variação da LC ao norte do molhe Norte do T2 após retirada do terminal de serviço.



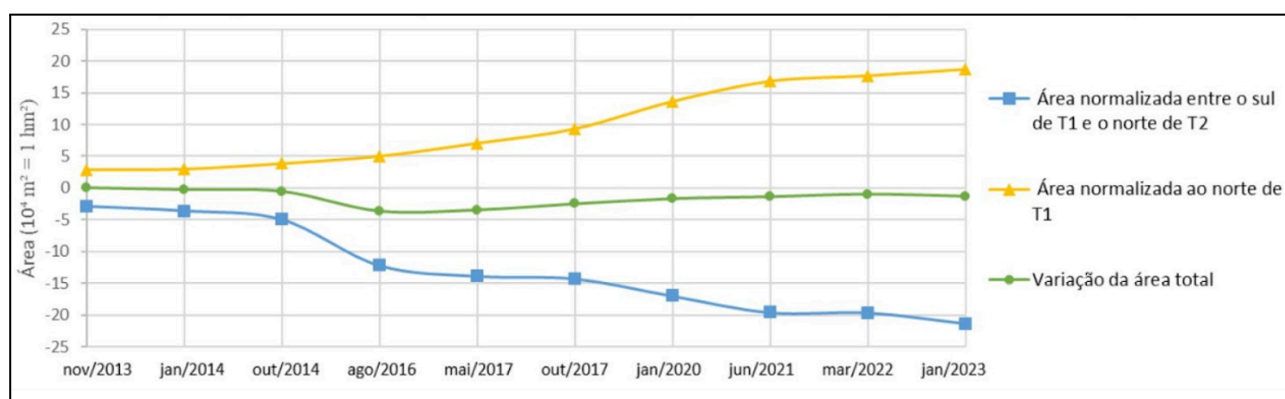
A Figura 7 mostra o cenário após a retirada do terminal de serviços do T1 — observada a partir de 05/2017. A análise da linha de praia revela um progressivo alargamento da faixa de areia ao norte da ponte do T1. Em contraste, observa-se um estreitamento gradual — indicativo de erosão — no trecho compreendido entre a ponte do T1 e o molhe norte do T2. Esses padrões sugerem uma transferência de sedimentos da região ao norte do molhe do T2 para a área situada ao norte da ponte do T1.

Figura 8: Gráfico da Variação da LC ao norte do Molhe Norte do T2 em relação a LC de 05/2017, após a remoção do terminal de serviço do T1.



Essa mudança é evidenciada na Figura 8, cujas curvas apresentam um gradiente de cores correspondente à escala temporal de variação. Nota-se uma variação positiva ao norte do T1, indicando acúmulo de areia ao longo do tempo de até 100 m no km 2,4, enquanto ao sul do T1 observa-se uma variação negativa, associada a um processo erosivo nesta região, mais acentuada no km 4,15, da ordem de 50 m. Assim como observado ao sul do T2, nesta região existe uma tendência à estabilização da linha de costa no que se refere à sedimentação/erosão. As linhas temporais indicam menor sedimentação/erosão nos anos de 2022 e 2023.

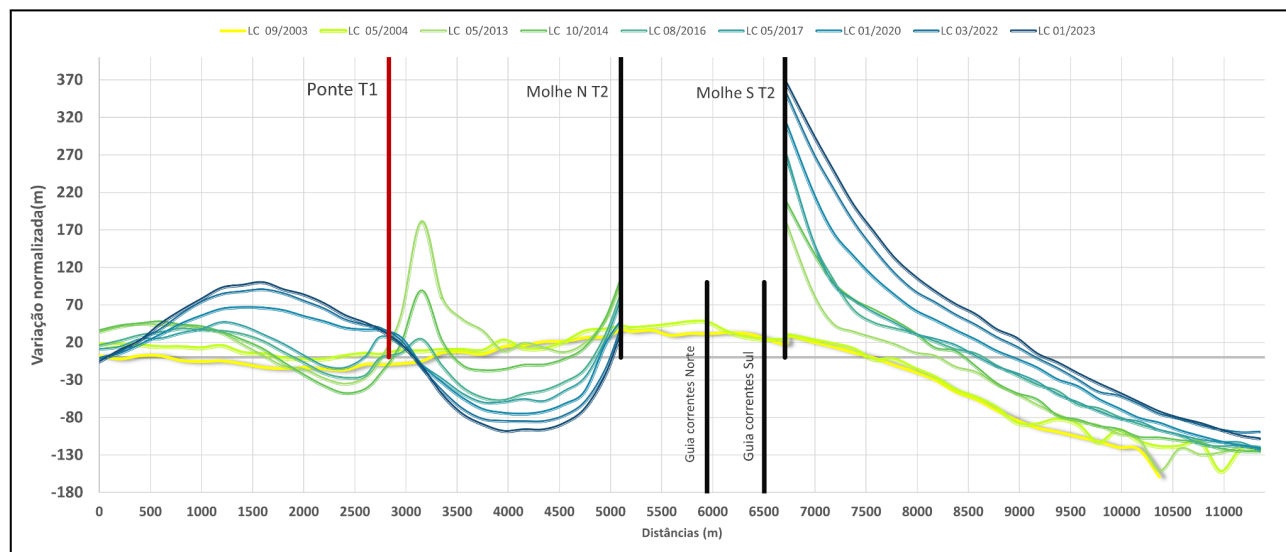
Figura 9: Comparação da variação das áreas ampliadas de praia seca (normalizadas) ao norte do Molhe Norte do T2.



A Figura 9 apresenta o cálculo das áreas de praia seca nos dois trechos analisados, entre 11/2013 e 01/2023, revelando que a redução de área entre o sul da ponte do T1 e o norte do molhe norte do T2 (representada pela linha azul) é praticamente compensada pela ampliação ao norte da ponte do T1 (linha amarela). A linha verde, que indica a soma total das áreas de praia seca nos dois setores, mostra pouca variação ao longo do período, o que sugere equilíbrio no volume sedimentar. As pequenas diferenças observadas entre as imagens analisadas devem-se, em grande parte, à variação no nível da maré, que não é corrigida nas imagens do Google Earth.

4.3 Mudança da linha de costa

Figura 10: Variação da posição de Linha de Costa entre 2003 e 2023, normalizada em relação a uma linha média na posição 0 do eixo vertical.



Na Figura 10, o gradiente de cores acompanha a linha temporal — com tons mais claros representando os anos iniciais e tons mais escuros, os anos mais recentes. O eixo horizontal representa a distância ao longo da costa, sendo o ponto zero correspondente à extremidade mais ao norte do polígono de referência georreferenciado. As linhas verticais mais espessas indicam marcos de referência importantes: a ponte do T1 (a 2.800 m), o molhe norte do T2 (a 5.100 m), os guias-correntes do canal — localizados à esquerda, em 5.945 m, e à direita, em 6.500 m — e, por fim, o molhe sul do T2 (a 6.700 m).

Entre 2013 e 2016, observa-se que o terminal de serviços localizado ao norte do molhe norte do T2 contribuiu para a retenção de sedimentos no trecho entre o T1 e o T2. A análise da variação da linha de costa (LC), de novembro de 2013 a janeiro de 2023, revela a transferência de sedimentos entre os trechos após a remoção do terminal de serviços, em meados de 2016. Com o descomissionamento da estrutura de apoio, verifica-se, ano após ano, um processo de erosão na faixa de praia entre o T1 e o molhe norte do T2, ao passo que a região ao norte do T1 apresenta clara tendência de progradação da linha de costa — efeito perceptível até aproximadamente 2 km ao norte. Por outro lado, ao sul do molhe sul do T2, desde a construção do terminal, a faixa de areia vem apresentando acreção ao longo de toda a extensão temporal analisada.

5 CONCLUSÃO

Com base nas análises realizadas, observou-se que a construção dos molhes do Terminal T2 alterou significativamente a dinâmica sedimentar em sua vizinhança. Ao norte do molhe norte do T2, a região entre os terminais T1 e T2 apresentou um padrão de erosão após a retirada do terminal de serviços, em 2016, ao passo que a faixa de areia ao norte do T1 passou a exibir sinais consistentes de progradação da linha de costa, como indicado na Figura 7. Essa redistribuição indica que os terminais geram zonas de sombra e de recirculação, resultando em um padrão no qual o balanço de massa permanece em equilíbrio, conforme ilustrado pela linha verde na Figura 9. Desse modo, as alterações no volume da linha de costa ao norte do molhe norte do T2 configuram-se como um volume de compensação: o trecho onde ocorre avanço da linha de costa é contrabalançado por outro em que há retrocesso. Consequentemente, não se observa tendência de transporte residual nessa região, que se comporta de forma análoga a um sistema fechado em termos de sedimentos.

Por outro lado, ao sul do molhe sul do T2, foi identificada uma tendência clara de acreção sedimentar (Figura 5), com acúmulo contínuo de areia desde a implantação do terminal, sem indícios de que esse ganho esteja relacionado à perda observada no trecho norte. Essa tendência de avanço da

linha de costa pode ser explicada pelo transporte sedimentar residual no sentido sul-norte. Assim, conclui-se que eventuais processos erosivos ao sul do molhe sul do T2 não podem ser atribuídos a um bloqueio de sedimentos no sentido norte-sul provocado pela implantação das estruturas portuárias.

Diante desse cenário, propõe-se o engordamento da praia ao norte do T2, com a simultânea instalação de um espigão perpendicular à costa. Tal espigão teria como função reter o estoque de areia acrescido no trecho de praia. Essa estrutura atuaria de forma similar ao efeito do tómbolo gerado pelo terminal de serviços anteriormente localizado no local, que funcionava como um retentor de areia nesta região. Ressalta-se, no entanto, que a acreção registrada ao sul do T2 é resultado direto da interrupção do transporte longitudinal de sedimentos provocada pelos molhes, e não a causa da erosão observada no trecho ao norte.

REFERÊNCIAS

- ALFREDINI, P.; ARASAKI, E. T. *Engenharia Costeira e Portuária*. São Paulo: Edusp, 2009.
- BASTOS, A. C.; SILVA, G. V. *Morfodinâmica de praias do litoral norte do Rio de Janeiro: estudo de caso da região de Atafona*. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 1, n. 1, p. 37–46, 2000.
- LÄMMLE, L.; BULHÕES, E. M. R. *Impactos de obras costeiras na linha de costa: O Caso do Porto do Açu, Município de São João da Barra, RJ*. BOLETIM DO OBSERVATÓRIO AMBIENTAL, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 13, n. 1, p. 131-152, jan./jun. 2019.
- MACEDO, R. C. de; TAVARES, F. R.; DOMINGUEZ, J. M. L. *Erosão costeira e obras de proteção em praias arenosas: análise crítica e recomendações para o litoral brasileiro*. Revista da Sociedade Brasileira de Geologia, v. 62, n. 1, p. 27–39, 2012.
- MUEHE, Dieter (Org.). *Erosão e progradação no litoral brasileiro*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 476 p.
- MUEHE, D.; CORRÊA, C. H. T. *As praias do litoral do Rio de Janeiro: erosão e progradação*. Revista Brasileira de Geografia, v. 51, n. 3, p. 5–28, 1989.
- PINHO, U. F. *Caracterização dos Estados de Mar na Bacia de Campos*. 2003. XIV, 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, 2003.
- RIMA - *Relatório Impacto ao Meio Ambiente: Porto do Açu* - RJ. MPC – MINERAÇÃO, PESQUISA E COMÉRCIO LTDA; CAL – CONSULTORIA AMBIENTAL LTDA. Rio de Janeiro, 2006.
- ROSMAN, P. C. C. PENO-25191. *Análises e proposições pertinentes aos processos sedimentares na praia adjacente ao Molhe Norte do T2, Porto do Açu, RJ*. Projeto COPPETEC: Rio de Janeiro, 2025.
- ROSMAN, P. C. C.; ISHIKAWA, M. B. *Dinâmica sedimentar na zona costeira do norte fluminense*. In: ROSMAN, P. C. C. (org.). *Zoneamento Ambiental da Região Costeira: subsídios metodológicos*. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2000. p. 89–104.
- SIEGLE, E.; CALLIARI, L. J.; MARTINS, S. E. B.; TOZZI, H. A. A. KLEIN, A. H. F. *Caracterização da sedimentação de lama na plataforma continental interna adjacente ao Rio Paraíba do Sul*. Revista Brasileira de Geociências, v. 39, n. 1, p. 75–84, 2009.
- SILVA, JR; SANTOS, MA; OLIVEIRA, FC *Impactos ambientais do Porto do Açu: uma análise da dinâmica costeira*. Revista Brasileira de Gestão Ambiental, v. 3, pág. 45-60, 2018.