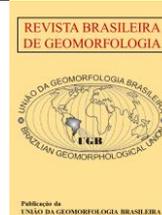




<https://rbgeomorfologia.org.br/>
ISSN 2236-5664



Artigo de Pesquisa

Dinâmica tempo-espacial da linha de costa associada a delta de maré vazante, Cacha Pregos e Ponta dos Garcez, Bahia, Brasil

Spatial-temporal dynamics of coastline associated with ebb tidal delta, Cacha Pregos e Ponta dos Garcez, Bahia, Brazil

Eduardo Afonso Nunes Nascimento ¹ e Ana Cláudia da Silva Andrade ²

¹ Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias, São Cristovão, Brasil.

E-mail. eduardo_nnascimento@outlook.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5093-3648>

² Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias, São Cristovão, Brasil.

E-mail. acsaa@academico.ufs.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7128-6320>

Recebido: 19/07/2023; Aceito: 19/12/2023; Publicado: 08/02/2024

Resumo: O comportamento da linha de costa foi investigado em duas praias contíguas a um delta de maré vazante, na Bahia, Brasil. A dinâmica tempo-espacial foi avaliada por meio de dados históricos (imagens de satélite) e sazonais (geoindicadores de campo). A análise qualitativa de médio prazo (1984 a 2020) mostrou que a linha de costa recuou ou progradou em função das mudanças na configuração das barras de embocadura e do canal principal de vazante. A análise quantitativa de médio prazo (2003-2019) ressaltou a importância das células de transporte litorâneo na dispersão de sedimentos ao longo da costa. Na análise de curto prazo (sazonal), em anos sob influência de La Niña (2021-2022), não foi verificada uma tendência no comportamento das linhas de costa estuarinas e oceânica de alta variabilidade. Adicionalmente, foi identificada a presença de um reservatório de sedimentos, de médio e curto prazos, que faz com que os sedimentos recirculem, principalmente nas partes de alta variabilidade. Por fim, a praia estuarina de Cacha Pregos, protegida por estruturas de contenção, apresentou erosão crônica (irreversível). Os demais trechos, em erosão aguda, compreendem áreas sem ocupação, que podem se recuperar naturalmente. O trabalho serve de subsídio ao planejamento ambiental de zonas costeiras.

Palavras-chave: Geoindicadores; Imagens de satélite; Células de transporte litorâneo; Dispersão de sedimentos

Abstract: The coastline behavior of two beaches contiguous to an ebb tidal delta was investigated in Bahia, Brazil. The spatial-temporal dynamics were evaluated using historical (satellite images) and seasonal (field geoindicators) data. The medium-term qualitative analysis (1984 to 2020) showed that the coastline retreated or prograded due to changes in configuration of inlet bars and the main ebb channel. The medium-term quantitative analysis (2003-2019) highlighted the importance of littoral transport cells on sediments dispersion along the coast. In the short-term analysis (seasonal), during La Niña years (2021-2022), a behavior trend of estuarine and oceanic high variability morphology coastlines was not verified. Additionally, the presence of a medium and short-term sediment reservoir was identified, which causes the sediments to recirculate, mainly on high variability parts. Finally, the Cacha Pregos estuarine beach, with protection structures, showed chronic (irreversible) erosion. The other places, with acute erosion, comprise unoccupied areas, which can recover naturally. The work serves as subsidy for the environmental planning of coastal zones.

Keywords: Geoindicators; Satellite images; Littoral transport cells; Sediments dispersion

1. Introdução

A dinâmica de deltas de maré vazante (barras de embocadura e canais de maré) contribui para modificações na configuração da linha de costa (FITZGERALD 1982, 1984, 2000, 2003, 2015; ITALIANI SIEGLE e NOERNBERG, 2020; BITTENCOURT et al., 2001; STIVE, 2002; ROBIN, LEVOY e ANTHONY, 2009). Trabalhos realizados nos Estados Unidos por FitzGerald (1982, 1984) mostraram que o acoplamento das barras à linha de costa promove acreção em um lado da embocadura, enquanto a falta de sedimentos, no outro lado, provoca erosão.

Modelos de evolução do delta de maré vazante foram propostos por FitzGerald et al. (1984, 2000, 2015) e Dean e Fitzgerald (2004). O modelo migração da embocadura e rompimento do pontal arenoso (*inlet migration and spit breaching*) está associado ao crescimento de pontais arenosos nas embocaduras fluviais. O modelo embocadura estável (*stable inlet*), como o próprio nome diz, refere-se a embocaduras fixas, nas quais as barras arenosas se desenvolvem nas áreas contíguas ao canal, formando um complexo de barras que migram e se acoplam à linha de costa. O modelo rompimento do delta de maré vazante (*ebb tidal delta breaching*) ocorre em resposta à energia das ondas e à corrente longitudinal. Os sedimentos trazidos pelo transporte longitudinal são acumulados à barlamar, o que provoca a migração do canal vazante para sotamar. Em determinado momento, o sistema se tornará hidráulicamente ineficiente, desviando o canal de vazante para uma rota mais curta no sentido do oceano. Com isso, as barras arenosas se deslocam no sentido do continente até se acoplarem à linha de costa. Em todos os modelos ocorre o *bypass* de sedimentos, que consiste no processo de transferência de sedimentos de um lado da embocadura para o outro lado.

A existência de um ciclo de evolução de barras de embocadura, desde sua formação até seu acoplamento à costa, em regiões de micro e mesomarsés, foi identificada por FitzGerald (2000): (i) 4 a 10 anos, para o modelo de canal estável e (ii) 5 a 10 anos, para o modelo de rompimento do delta de maré vazante, causado pela diferença no deslocamento (*offset*) das linhas de costa em um dos lados da embocadura. Por outro lado, Burningham e French (2006) e Ridderinkhof et al. (2016) para regiões de mesomarsé determinaram um período de 30 anos e 40 anos, respectivamente. Em regiões de macromarsés, Robin, Levoy e Anthony (2009) verificaram a existência de um ciclo de 26 anos.

Trabalhos realizados no Brasil mostraram que as linhas de costas situadas nas áreas contíguas às embocaduras fluviais são altamente dinâmicas (DOMINGUEZ et al., 2006; DOMINGUEZ, GUIMARÃES e BITTENCOURT, 2018; ITALIANI, SIEGLE e NOERNBERG, 2020; RODRIGUES et al., 2015). A dinâmica morfológica das praias e da linha de costa de Cacha Pregos e da Ponta dos Garcez, na Bahia, foi estudada por Bittencourt, Farias e Vilas Bôas (1990), Bittencourt et al. (2001), Nascimento (2012) e Dominguez et al. (2006, 2018). Na embocadura do canal de Itaparica, que separa as praias de Cacha Pregos da Ponta dos Garcez, estão presentes deltas de maré vazante (DOMINGUEZ et al., 2006; DOMINGUEZ, GUIMARÃES e BITTENCOURT, 2018). Esses estudos permitiram alcançar um razoável conhecimento da região, na qual a elevada variabilidade morfológica da linha de costa é resultado da dinâmica do canal principal de vazante e das barras de embocadura. No entanto, não foi feita uma análise sistemática da morfologia do delta de maré vazante e de sua influência na linha de costa.

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi analisar a dinâmica tempo-espacial (de médio e curto prazos) da linha de costa estuarina e oceânica associada ao delta de maré vazante em região tropical de mesomarsés. Para isso foi utilizado, como exemplo, as praias de Cacha-Pregos e Ponta dos Garcez, no litoral da Bahia, nordeste do Brasil. No trabalho, foi apresentada e discutida a existência ou não de ciclicidade no padrão de erosão e acreção da linha de costa em ambos os lados da embocadura. Compreender essas questões é fundamental para entender a dinâmica temporal e espacial das linhas de costa quando influenciadas por barras de embocadura, fundamental para o planejamento ambiental

2. Área de Estudo

A área de estudo engloba as praias de Cacha Pregos, no município de Vera Cruz, e de Ponta dos Garcez, no município de Jaguaripe, separadas pelo canal de maré de Itaparica (Figura 1). O rio Jaguaripe, que desemboca no canal de Itaparica, teve vazões média de 6 m³/s e máxima de 258 m³/s no período de 2003 a 2019 (ANA, 2022). Segundo Bittencourt et al. (2001), a vazão do rio Jaguaripe tem pequeno ou nenhum impacto na dinâmica costeira, tendo em vista que o prisma de maré do canal de Itaparica é de cerca de 600 vezes maior que a vazão média do rio Jaguaripe.

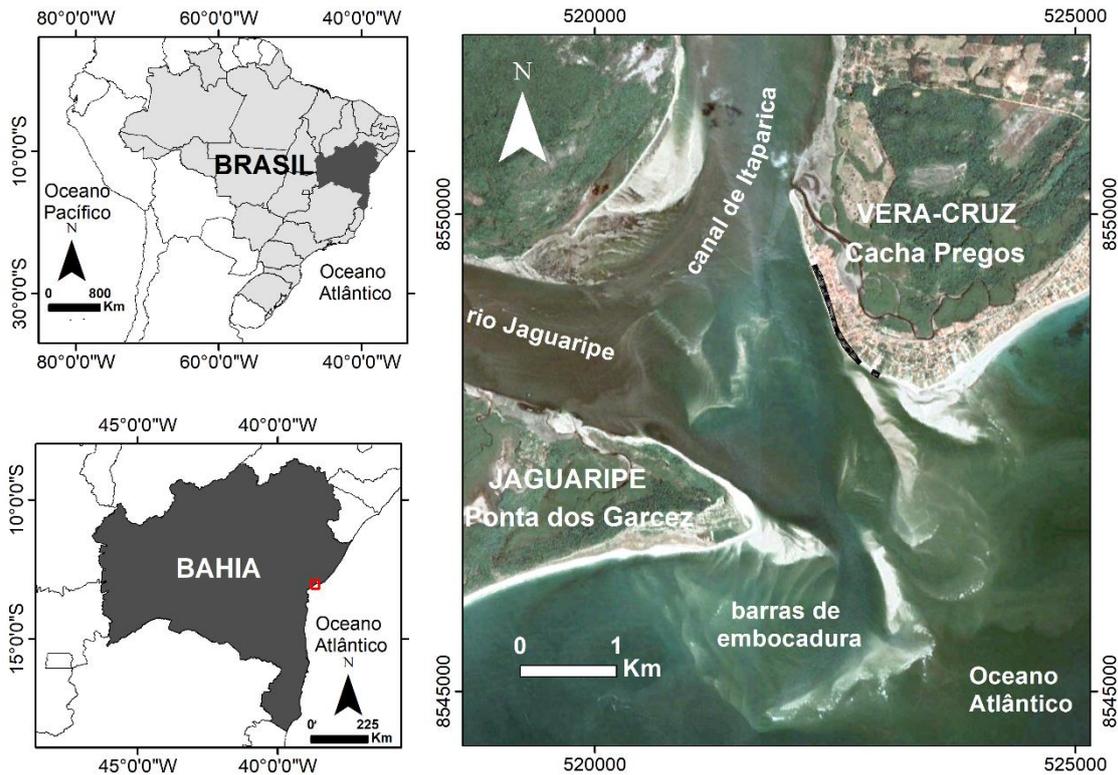


Figura 1. Localização da área de estudo, destacando as praias de Cacha Pregos, no município de Vera Cruz, e de Ponta dos Garcez, no município de Jaguaripe. Entre as duas praias estão as embocaduras do rio Jaguaripe e do canal de Itaparica. Na imagem é possível observar as barras de embocadura (delta de maré vazante). A estrutura de contenção em Cacha Pregos está marcada por um traço preto. Datum Sirgas 2000, zona 24S. Fonte da imagem: Google Earth Pro, 2019.

A área investigada está inserida na bacia sedimentar do Recôncavo Baiano. Na zona costeira, recobrendo os depósitos cretáceos da bacia, encontram-se os sedimentos depositados durante os eventos quaternários de transgressão e regressão marinha. De acordo com o mapa do Quaternário costeiro produzido por Martin et al. (1980), a linha de costa atual é bordejada por depósitos inconsolidados (terraços marinhos e manguezais).

O clima da região é tropical-úmido, com precipitação pluviométrica média anual de 1.900 mm. O período mais chuvoso ocorre entre os meses de março e agosto. O mês com maior precipitação é maio, com média de 152 mm. O período seco está entre os meses de agosto e março, enquanto o mês menos chuvoso ocorre em janeiro, com precipitação média de 53 mm (WEATHERSPARK, 2022). Durante o verão predominam os ventos provenientes do quadrante NE e E, enquanto no outono e inverno, os ventos de SE e SSE são mais comuns (SEDUR, 2014).

O regime de maré é do tipo mesomaré, semidiurna. As marés de sizígia apresentam alturas máxima de 2,8 m e mínima de 0,1 m (DNH, 2021). Santana, Teixeira e Lessa (2018) mostraram que há predomínio de maré vazante no estuário, porém próximo da linha de costa de Cacha Pregos há ocorrência predominante de maré de enchente.

As principais ondas são provenientes predominantemente de E e S. Durante o verão, inverno e primavera predominam ondas de E (altura: 1 a 2 m, período: 6 a 8 seg.), e no outono, ondas de S, com 1 a 2 m de altura e período de 10 a 12 seg. As ondas de SE (altura: 1 a 2 m e período: 8 a 10 seg.) NE ocorrem em menor proporção nas estações do ano, intensificando as ondas de S e E, respectivamente. As ondas de NE não ocorrem no outono (Setor W3-central de PIANCA, MAZZINI e SIEGLE, 2010). O transporte longitudinal de sedimentos predominante é de NE para SW, com inversões sazonais (outono e inverno) de SW para NE (BITTENCOURT et al., 2001).

Com relação aos aspectos antrópicos, a ocupação humana ocorre no lado de Cacha Pregos, onde o turismo é desenvolvido, com estruturas propícias para o lazer como praças, quadras esportivas, bares, restaurantes, pousadas. Além disso, a região é ocupada por casas de primeira e segunda residências em condomínios margeando a praia. A atividade econômica é baseada no turismo e na pesca (SEDUR, 2014). Por outro lado, em Ponta dos Garcez não são encontradas estruturas antrópicas. O terreno próximo da linha de costa é uma propriedade privada (fazenda), sem construções próximas da linha de costa (Figura 1).

3. Materiais e Métodos

Diversos autores definiram escalas tempo-espaciais com base nas mudanças da linha de costa (CROWELL et al., 1993; COWEL e THOM, 1994; LARSON e KRAUS, 1995; STIVE et al., 2002). Nesse trabalho, foram definidas duas escalas temporais simplificadas, somente para dar ideia do tempo de análise: curto prazo (sazonal) e médio prazo (anos e décadas).

A escala de médio prazo, com base em imagens de sensoriamento remoto, foi subdividida em dois estudos: 1984 a 2020, para uma análise qualitativa da influência do delta de maré vazante na linha de costa, e 2003 a 2019, para uma análise quantitativa da variação da linha de costa. A escala de curto prazo foi baseada em geoindicadores de campo. As escalas de médio (2003 a 2019) e curto prazos permitiram que a linha de costa fosse classificada nas categorias de erosão, estabilidade e/ou acreção. Para curto prazo, a categoria erosão foi subdividida em crônica e aguda. O fluxograma da metodologia está apresentado na figura 2.

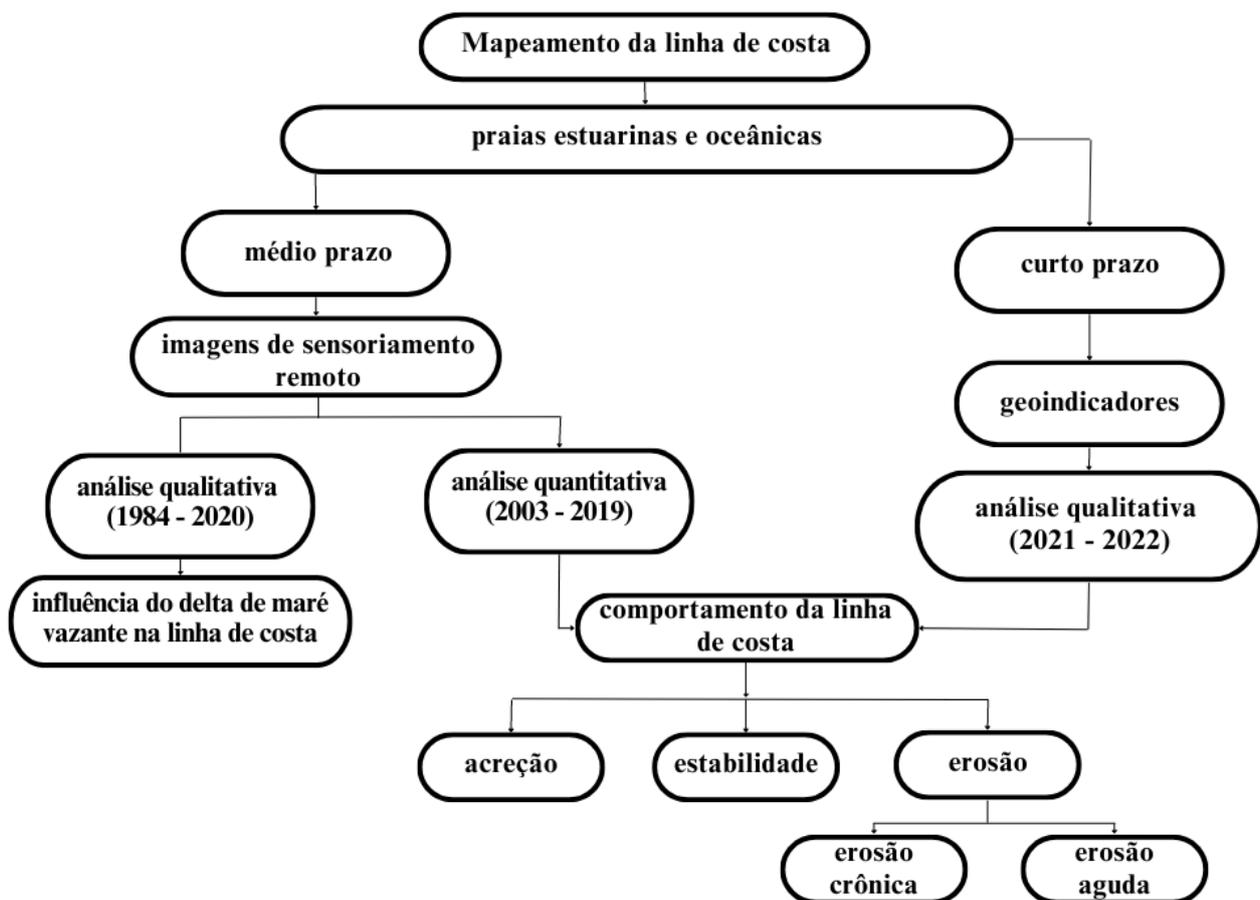


Figura 2. Fluxograma da metodologia.

3.1. Mapeamento e comportamento histórico da linha de costa

As imagens de satélite vem sendo cada vez mais utilizadas para avaliar o comportamento da linha de costa, fazendo com que o sensoriamento remoto seja uma importante ferramenta na análise da dinâmica de deltas de maré vazante (FITZGERALD, ZARILLO e JOHNSTON, 2003). Ridderinkhof et al. (2016) e Santos et al. (2021) utilizaram essa ferramenta e obtiveram resultados qualitativos e/ou quantitativos na análise da linha de costa.

A plataforma Google Engine contém um arquivo de imagens entre 1984 e 2020, permitindo a análise qualitativa das feições costeiras. Para verificar o padrão de movimentação do delta de maré vazante (barras de embocadura e canal principal de vazante) e sua influência no comportamento da linha de costa da área investigada,

foi utilizado o *timelapse* da plataforma. Com isso, foi verificado o modelo evolutivo de deltas de maré vazante de Fitzgerald et al. (2000, 2004, 2015) que mais se aproxima do observado na área de estudo.

O mapeamento histórico da linha de costa utilizou imagens de satélite (Quadro 1). O Centre National d'Études Spatiales (CNES, França) e o Google Earth Pro disponibilizam imagens de satélite de forma gratuita. O quadro 2 mostra informações sobre o satélite, data de aquisição do imageamento, órgão responsável, sensor e resolução das imagens de satélite selecionadas para o mapeamento histórico da linha de costa, do canal principal e das barras de embocadura.

As imagens foram georreferenciadas no programa de geoprocessamento ArcGis 10.2.1, no Datum SIRGAS 2000, zona 24S. Para georreferenciar as imagens, foram utilizados pontos de controle com coordenadas previamente conhecidas, que serviram de base para as imagens não georreferenciadas (MAZER e DILLENBURG, 2009). A linha de costa considerada nesse trabalho foi a linha de vegetação, base de falésias ou de escarpas (*coastline* de BIRD, 2008, p. 3). A utilização desse indicador não requer conhecimento da altura das marés no momento do imageamento, de forma diferente da *shoreline* (BIRD, 2008, p.3) que requer esses dados.

Para realizar o cálculo da taxa de variação da linha de costa foi criada e vetorizada uma linha de base (baseline) no continente, paralela à linha de costa. Os transectos foram criados com equidistância de 100 m. Esse procedimento foi necessário para que a extensão Digital Shoreline Analysis System (DSAS, THIELER et al., 2009) do ArcGis efetuasse os cálculos.

O envelope de variação da linha de costa (em metros) mostra a distância entre a linha de costa que mais recuou e aquela que mais avançou, independente da data (DSAS, THIELER et al., 2009). Este parâmetro foi obtido para individualizar, na parte oceânica, os trechos de alta e baixa variabilidade morfológica, em conjunto com a análise visual das linhas de costa históricas mapeadas. Com isso, foi possível dividir as partes oceânicas em duas: com alta e baixa variabilidade morfológica.

As taxas de variação e, conseqüentemente, o comportamento da linha de costa, foram obtidos para dois períodos de oito anos: 2003 a 2011 e 2011 a 2019. A divisão em dois períodos teve como objetivo a avaliação da tendência de aumento ou diminuição das taxas ao longo do tempo. Todas as imagens de satélite listadas no quadro 1, disponíveis para a área de estudo, foram utilizadas nos períodos acima mencionados. Sendo assim, o método empregado para o cálculo da taxa foi a regressão linear. Esse método, recomendado quando se tem mais de duas imagens por período, apresenta a linha de tendência de todas as imagens consideradas na análise (THIELER et al., 2009). Marino e Freire (2013) e Mazzer e Dillenburg (2009) recomendam esse método em caso da disponibilidade de dados multitemporais.

Quadro 1. Informações das imagens de satélite selecionadas para o mapeamento da linha de costa, das barras de embocadura e do canal principal.

Satélite	Data de aquisição	Órgão	Sensor	Resolução espacial
SPOT 5	10/04/2003	CNES	HRG1	5 m
	11/09/2004			
	01/06/2006			
	02/09/2007			
	10/02/2008			
	01/03/2009			
	08/08/2010			
	26/04/2011			
	06/02/2012			
CNES/AIRBUS	11/09/2017	Google Earth Pro	HiRI	2 m
	18/02/2019			
World View 3	25/08/2018	Google Earth Pro	PAN/MS	1,24 m

O comportamento da linha de costa de médio prazo, analisada em dois períodos de oito anos (2003 a 2011 e 2011 a 2019), foi baseado na classificação de Esteves e Finkl (1998), com uma simplificação nas categorias de erosão da seguinte forma: acreção (> +0,5 m/ano), estabilidade (-0,5 a +0,5 m/ano) e erosão (> -0,5 m/ano). A médio prazo,

as taxas erosivas superiores a -0,5 m/ano podem causar recuos da linha de costa suficientes para provocar danos às estruturas antrópicas, conforme mencionado por Santos et al. (2021). Não foi feita uma simplificação unindo acreção e estabilidade, como foi feita para a análise de curto prazo (geoindicadores).

Por fim, para estimar a taxa de movimentação das barras de embocadura foi definido um ponto na barra, mais próximo da linha de costa, que pudesse ser visualizado nas diferentes imagens de satélite. O valor da taxa foi determinado utilizando a diferença na posição do ponto, em metros, dividido pelo tempo decorrido da primeira imagem em que a barra se tornou emersa (2003) até o acoplamento da barra à linha de costa (2011). Esse procedimento só foi realizado para uma barra do lado de Ponta dos Garcez. Não foi possível proceder da mesma forma para Cacha Pregos, pois as barras estavam predominantemente submersas e com pouca definição nas imagens de satélite.

3.2. Mapeamento de geoindicadores em campo e comportamento sazonal da linha de costa

Para a análise sazonal da linha de costa (curto prazo), foram realizadas quatro saídas de campo nos meses de agosto de 2021 (inverno), dezembro de 2021 (verão), julho de 2022 (inverno) e dezembro de 2022 (verão). O trabalho de campo incluiu a descrição das características físicas e antrópicas da linha de costa, além da documentação fotográfica. A identificação e o mapeamento de geoindicadores do comportamento da linha de costa foi baseado na metodologia de Bush et al. (1999).

Neste trabalho foi feita uma adaptação unindo as categorias erosão com erosão severa e, acreção com estabilidade. A categoria erosão foi classificada em crônica ou aguda (MANGOR et al., 2017). A erosão crônica resulta da remoção de sedimentos do perfil costeiro devido ao desequilíbrio da quantidade de sedimentos que entra e sai de determinado setor costeiro. Por outro lado, a erosão aguda ocorre principalmente durante eventos de ventos fortes, ondas altas, marés altas de sizígia e/ou condições de tempestades. Em ambos os casos pode ocorrer o recuo da linha de costa, sendo que na erosão crônica é irreversível, enquanto na aguda pode ser reversível. A localização da erosão crônica, obtida por informações de moradores locais, ocorre desde o ano de 2010. A investigação sazonal, durante os anos de 2021 e 2022, serviu para confirmar as informações dos moradores. O quadro 2 apresenta alguns exemplos de geoindicadores de erosão e de acreção-estabilidade.

Quadro 2. Geoindicadores de comportamento da linha de costa (adaptado de Bush et al., 1999).

erosão (aguda ou crônica)	escarpa íngreme, sem acumulação no sopé, ou escarpa ativa
	depósitos de lamas ou pedaços de árvores expostos na praia
	praias estreitas ou ausência de praias secas
	vegetação efêmera ou derrubada ao longo da linha da escarpa
	estruturas construídas pelo homem na linha de costa e que estão na praia ou antepraia
	leques de sobrelavagem
acreção-estabilidade	escarpa vegetada com rampa estável no sopé
	ausência de leques de sobrelavagem
	vegetação bem desenvolvida de restinga no interior e gramíneas na praia

Os pontos de coleta de dados de geoindicadores foram obtidos nas partes estuarinas e oceânicas de alta variabilidade morfológica. Os geoindicadores de campo foram espacializados de 100 em 100 m no programa ArcGis 10.2.1, totalizando 2,3 km em Cacha Pregos e 1,8 km em Ponta dos Garcez. As coordenadas dos pontos foram obtidas por meio do GPS Garmin Colorado 400t, precisão de 3 m, no datum SIRGAS 2000. Os registros fotográficos foram realizados utilizando o aplicativo para smartphone que forneceu as coordenadas e a orientação das fotos em relação ao norte.

4. Resultados e discussões

4.1. Evolução histórica do delta de maré vazante e sua influência no comportamento da linha de costa oceânica (médio prazo – 1984 a 2020)

A dispersão de sedimentos arenosos nas áreas contíguas a canais de maré é complexa em função da ação de ondas e correntes de maré, com movimentos de areia para *onshore* e *offshore*, e da interação com o transporte longitudinal, que tanto fornecem como retiram sedimentos da área em análise. A forma geral do delta de maré vazante reflete a magnitude relativa dos diferentes processos de transporte de areia que ocorrem na embocadura do canal de maré (DAVIS JR. e FITZGERALD, 2004).

A análise tempo-espacial, com base em imagens de satélite de médio prazo (1984 a 2020), permitiu avaliar de forma qualitativa a morfologia do canal principal de vazante, das barras de embocadura e da linha de costa oceânica em 36 anos. De acordo com Fitzgerald, Zarillo e Johnston (2003), as imagens de sensoriamento remoto constituem importantes ferramentas para obtenção de dados sobre a morfologia costeira de áreas contíguas a canais de maré.

Na área investigada, as barras de embocadura estão submersas, principalmente próximas à Cacha Pregos, e o canal principal de vazante é bem delimitado. A morfologia do delta de maré vazante, assimétrica, aponta para o quadrante sul, indicando transporte longitudinal para SW predominante em relação às correntes de maré (Figura 3). Dessa forma, está de acordo com apontado por Lessa (2020) e por Bittencourt et al. (2001), no que concerne à predominância do transporte longitudinal de sedimentos e ao sentido na área investigada, respectivamente.



Figura 3. Morfologia assimétrica do delta de maré vazante, em frente à embocadura do canal de Itaparica, mostrando predomínio do transporte longitudinal de sedimentos para SW. Os vetores (setas em amarelo) indicam correntes *onshore-offshore* e transporte longitudinal.

Os principais aspectos da linha de costa em ambos os lados da embocadura do canal de Itaparica estão apresentados na figura 4. O canal principal de vazante entre 1984-1991, 1992-2012 e 2013-2020 tinha orientação para SW, S-SE e SW, respectivamente. Em função das mudanças na configuração das barras de embocadura e do canal principal de vazante, a linha de costa recuou e/ou progradou.

A linha de costa de Cacha Pregos se manteve estável e/ou com pouca alteração ao longo de todo o período investigado. Em 1984, a linha de costa de Cacha Pregos se encontrava recuada em relação à linha de costa de Ponta dos Garcez (1º *offset*) (Figura 4A). Entre 1984 e 1997, a linha de costa de Ponta dos Garcez recuou. Em função desse processo que durou 13 anos, em 1997, a linha de costa da Ponta dos Garcez ficou aproximadamente alinhada com

a linha de costa de Cacha Pregos (Figura 4B). No período subsequente, entre 1997 e 2012 (15 anos), ocorreu o inverso, a linha de costa da Ponta dos Garcez progradiou. Com isso, um 2º offset foi identificado, com a linha de costa de Cacha Pregos recuada em relação à linha de costa de Ponta dos Garcez (Figura 4C). No último período investigado, de 2013 a 2020 (7 anos), o canal vazante defletiu novamente para SW, provocando novamente o recuo da linha de costa na Ponta do Garcez (Figura 4D).

O comportamento das barras, do canal principal de vazante e da linha de costa em Cacha Pregos e Ponta dos Garcez, no período de 36 anos, foi justificado pelo *bypass* de sedimentos de NE para SW, em função do sentido predominante do transporte longitudinal de sedimentos. Ajustes na configuração da linha de costa ocorreram em decorrência de mudanças na morfologia das barras e na orientação do canal principal de vazante. Os ciclos de erosão e deposição da linha de costa da área investigada podem ser descritos da seguinte maneira: (i) Quando a linha de costa estava recuada à sotamar (*downdrift*), as barras e o canal principal de vazante se encurvaram nesse sentido; (ii) Com o *bypass* de sedimentos para S, iniciou-se a progradação da linha de costa à sotamar (*downdrift*); (iii) Com o acúmulo de sedimentos à sotamar (*downdrift*), as barras e o canal principal de vazante se encurvaram à barlamar (*updrift*), resultando em acumulação à barlamar (*updrift*) e erosão à sotamar (*downdrift*). Diante do exposto, a área investigada se encaixa de forma satisfatória no modelo rompimento do delta de maré vazante (*ebb tidal delta breaching*) de Fitzgerald (2000), conforme está mostrado na figura 5.

Os ciclos de erosão e deposição ocorreram na linha de costa em ambos os lados da embocadura do canal de Itaparica, confirmando a recirculação de areia, em médio prazo, que na área de estudo foi de 8 a 15 anos. O período coincidiu com os estudos de FitzGerald (1984, 2000), que foram de 5 a 19 anos, ou seja, da mesma ordem de grandeza do ciclo obtido no presente estudo. Por outro lado, está em desacordo com os trabalhos, desenvolvidos em regiões de mesomares, de Burningham e French (2006), com ciclos de 30 anos, e de Ridderinkhof et al. (2016), com ciclos de 40 anos, e em regiões de macromares, de Robin, Levoy e Anthony (2009), com ciclos de 26 anos. Esse fato pode estar relacionado com variações locais, como tamanho dos grãos (BURNINGHAM e FRENCH, 2006), prisma de maré, volume das barras e dimensão da embocadura (GUADIANO e KANA, 2001).

Além disso, está de acordo com Davis e Fitzgerald (2004), no qual existe um reservatório de sedimentos de curto a longo prazo (centenas ou milhares de anos) nas vizinhanças de embocaduras de canais de maré. A curto prazo, sedimentos migram metros para dentro e para fora do canal a cada ciclo de maré. A longo prazo, o depósito de sedimento como um todo pode permanecer estável, porém parte da areia das barras é recirculada em médio prazo de um lado para outro da embocadura do canal de Itaparica, alimentando as linhas de costa.



Figura 4. Mudanças morfológicas do delta de maré vazante e da linha de costa em ambos os lados da embocadura do canal de Itaparica. (A) Em 1984, linhas de costas alinhadas; (B) Em 1997, linha de costa de Ponta do Garcez recuada em relação à linha de costa de Cacha Pregos (1^o *offset*); (C) Em 2012, linha de costa de Cacha Pregos recuada em relação à linha de costa de Ponta dos Garcez (2^o *offset*) e; (D) Em 2020, linha de costa de Cacha Pregos e Ponta dos Garcez alinhadas novamente. Fonte: Imagens de satélite da plataforma *time lapse* do Google Engine.

4.2. Evolução histórica de uma barra de embocadura e sua influência no comportamento da linha de costa (médio prazo – 2003 a 2011)

A variação quantitativa da posição de uma barra de embocadura de 2003 a 2011 está mostrada na figura 5. Uma das barras, situada na Ponta dos Garcez, migrou no sentido da linha de costa, de 2003 a 2010, até finalmente se acoplar à linha de costa em 2011. Conforme verificado no *timelapse* do Google Engine, a barra surgiu em 1986, mas ficou emersa a partir do ano 2000. Dessa forma, o período total desde a emergência da barra até seu acoplamento à praia foi de 11 anos. Após 2011, houve formação de outra barra, que não migrou até 2019, ano da última imagem de satélite disponível no Google Earth.

Não foi possível acompanhar a movimentação de uma mesma barra no lado de Cacha Pregos, uma vez que as barras não estavam emersas e bem definidas nesse lado da embocadura do canal de Itaparica. Esse fato, no entanto, não invalida o procedimento adotado nesse trabalho que mostrou acreção (progradação) da linha de costa devido ao acoplamento de uma barra à sotamar da embocadura, amplamente abordado na literatura por Fitzgerald (1982, 1984, 2000, 2004, 2015).

O quadro 3 mostra a distância entre a barra e a linha de costa, em cada ano, de 2003 a 2011, período com as imagens disponíveis para mapeamento das barras. A distância foi diminuindo ao longo do tempo, até o acoplamento da barra à praia, verificado em 2011. O acoplamento da barra na praia promoveu o avanço ou progradação (acreção) da linha de costa na Ponta dos Garcez. A taxa de movimentação da barra no período investigado foi em torno de 114 m/ano. A taxa de movimentação da barra investigada foi na mesma ordem de grandeza (centenas de metros) de outros estudos realizados em condições ambientais semelhantes. Na Carolina do Sul, a taxa média de movimentação das barras foi de 110 m/ano (FITZGERALD, 1976) e de 100/ano (FITZGERALD, 1984).

Quadro 3. Distância entre a barra e a linha de costa da praia de Ponta dos Garcez a cada ano, de 2003 até 2011.

Ano	Distância (m)	Ano	Distância (m)
2003	800	2008	270
2004	840	2009	70
2006	420	2010	1
2007	333	2011	0

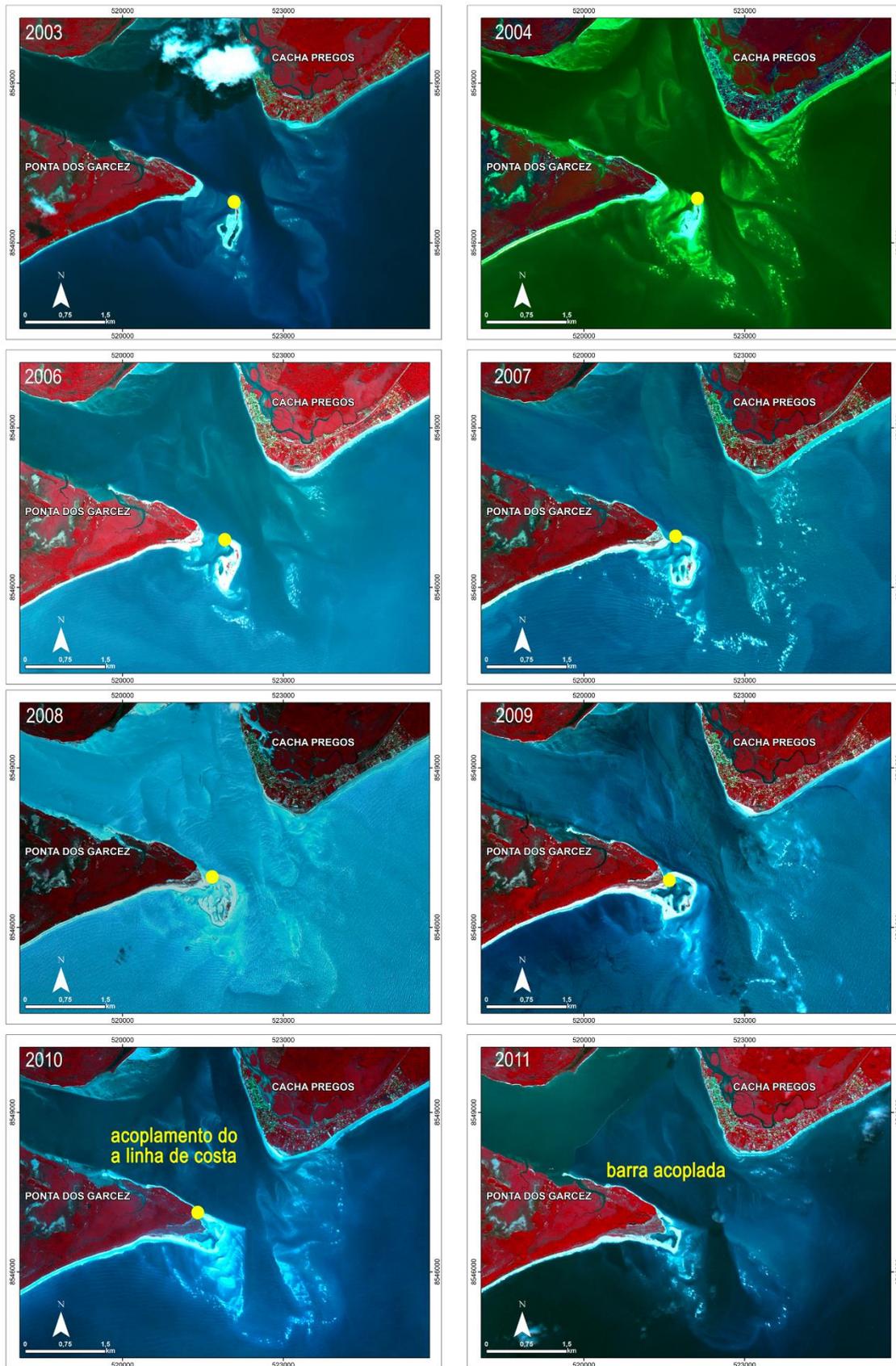


Figura 5. Movimento da barra de embocadura no sentido de Ponta dos Garcez no período de 2003 a 2011. O ponto amarelo, posicionado na parte voltada para o continente, indica a posição utilizada para estimar a taxa de movimentação da barra. Fonte da imagem: SPOT 5.

4.3. Evolução histórica e comportamento da linha de costa (médio prazo – 2003 a 2019)

A figura 6 mostra as variações históricas das linhas de costa de 2003, 2004, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2017, 2018 e 2019 nas partes, estuarinas e oceânicas, de Cacha Pregos e Ponta dos Garcez. Nas praias oceânicas, a partir de determinado ponto, mais afastado da embocadura (cerca de 1 km) para ambos os lados, a variação na configuração da linha de costa se torna imperceptível e as linhas de costa praticamente se sobrepõem. Dessa forma, as praias oceânicas foram subdivididas em baixa e alta variabilidade morfológica (Figura 7). Dessa forma, esse trabalho corrobora os trabalhos de Dominguez et al. (2006) e Dominguez, Guimarães e Bittencourt (2018) que denominaram as linhas de costa próximas à embocadura do canal de Itaparica de elevada variabilidade.

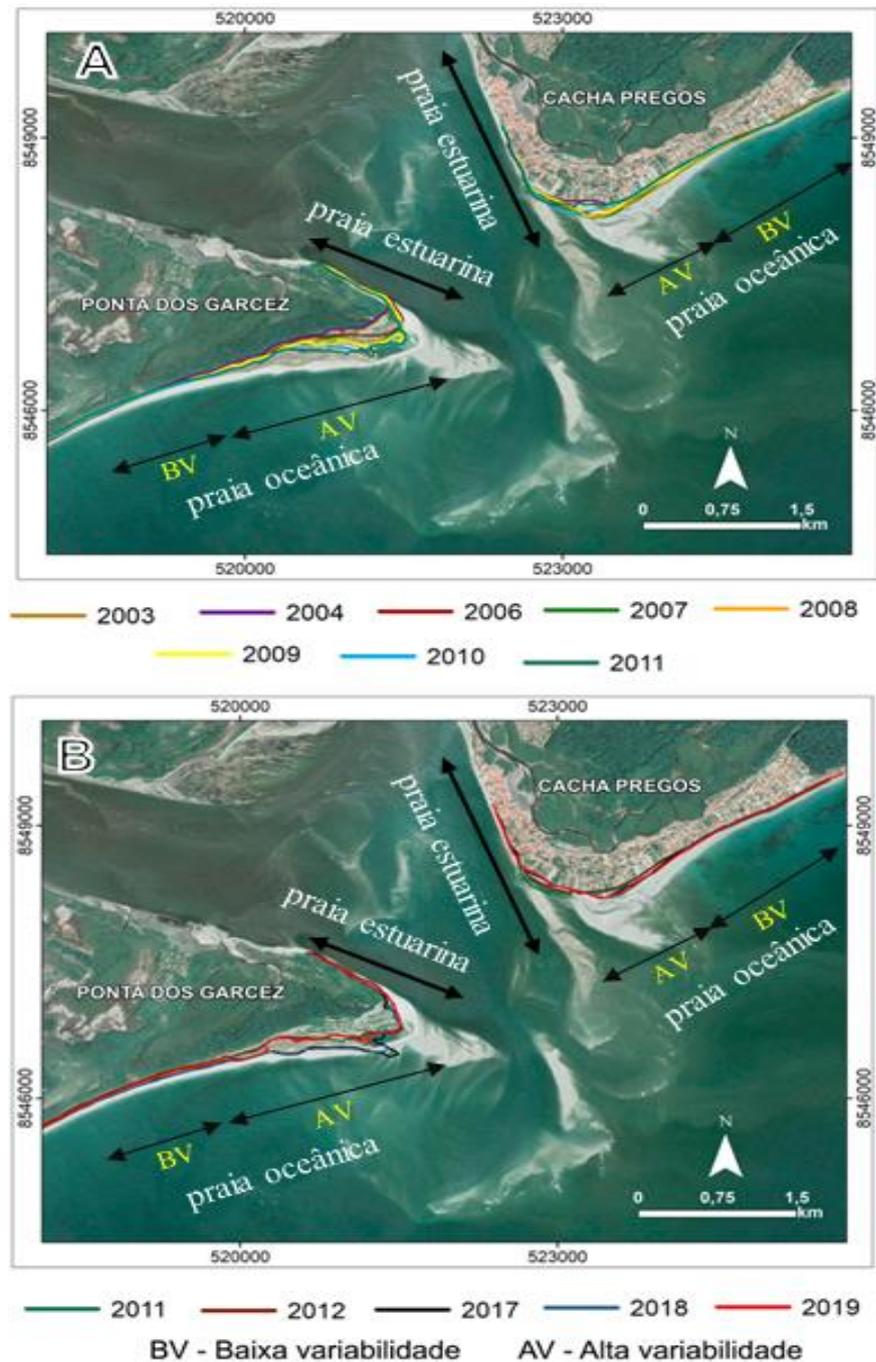


Figura 6. Linhas de costa históricas de Cacha Pregos e Ponta dos Garcez: (A) 2003 a 2011, (B) 2011 a 2019. Na figura estão mostradas a subdivisão das partes oceânicas, com baixa e alta variabilidade morfológica, e estuarinas. Fonte da imagem: CNES/AIRBUS, 2019.

A análise tempo-espacial da taxa de variação da linha de costa mostrou que, ao longo do período investigado (de 2003-2011 a 2011-2019) (Figura 7), passou a predominar erosão na parte estuarina e de baixa variabilidade e, acreção na parte de alta variabilidade de Cacha Pregos. Por outro lado, no mesmo período, Ponta dos Garcez passou a ter comportamento erosivo na parte estuarina e de acreção na parte de baixa variabilidade, enquanto na parte de alta variabilidade, o comportamento de acreção foi mantido ao longo do tempo. Portanto, ao longo do tempo, o comportamento se inverteu nas praias investigadas, exceto na parte de alta variabilidade de Ponta dos Garcez, que se manteve o mesmo, porém com melhor distribuição espacial dos sedimentos. Assim sendo, ao longo do tempo, os processos erosivos foram preponderantes nas partes estuarinas, enquanto a acreção foi predominante nas partes de alta variabilidade das praias investigadas.

As células de transporte longitudinal de sedimentos, ou seja, compartimentos costeiros para a determinação do balanço de sedimentos são determinados espacialmente por feições fisiográficas (BIRD, 2008), tal como o canal de Itaparica. Dessa forma, as praias de Cacha Pregos e da Ponta dos Garcez correspondem, respectivamente, o final e o início de duas células de transporte. Em ambas as praias e para os dois períodos mencionados pode-se justificar os comportamentos da linha de costa da seguinte forma: acreção de sedimentos à barlar e erosão à sotamar e/ou erosão de sedimentos à barlar e acreção à sotamar. Conforme amplamente discutido na literatura (KOMAR, 1998; BIRD, 2008), a retenção de sedimentos à barlar (baixa variabilidade) provoca escassez de sedimentos à sotamar (alta variabilidade); de forma similar, a erosão à barlar (baixa variabilidade) favorece a acreção de sedimentos à sotamar (alta variabilidade). Assim, justifica-se os comportamentos das linhas de costa de Cacha Pregos e Ponta dos Garcez nos períodos investigados.

Adicionalmente, os setores de alta variabilidade morfológica têm influência da dinâmica do delta de maré vazante e do *bypass* de sedimentos, conforme amplamente discutido na literatura e nesse trabalho. De uma forma geral, os processos de erosão e de acreção da linha de costa e sua alternância tempo-espacial em ambos os lados da embocadura do canal de Itaparica também estão associados à dinâmica do delta de maré vazante, corroborando os trabalhos de Dominguez et al. (2006) e Dominguez et al. (2018) realizados na área investigada. Localmente, a erosão ou a acreção podem estar relacionadas com a convergência ou a divergência dos raios de onda, assim como intensificação ou desaceleração do transporte longitudinal dos sedimentos conforme Bittencourt et al. (2001), não abordados nesse trabalho.

De uma forma geral, no período de 2003-2011 a 2011-2019, os valores das taxas médias negativas aumentaram na parte estuarina (de -1,5 para -7,6 m/ano) e de baixa variabilidade (-0,2 para -1,3 m/ano) de Cacha Pregos ou, permaneceram a mesma (-2,8 m/ano) na Ponta dos Garcez. Os valores das taxas negativas foram, de uma forma geral, inferiores a -5 m/ano, sendo que o valor máximo verificado ocorreu no período de 2011-2019, na parte estuarina de Cacha Pregos, ultrapassando -10 m/ano (Figura 7). As taxas médias negativas dessas praias, inferiores a -8,0 m/ano, estão de acordo com as observadas em praias oceânicas, no Brasil e no mundo (DOLAN, FENSTER e HOLME, 1991; CROWELL, LEATHERMAN e BUCKEY, 1993). As maiores taxas médias positivas estão associadas às áreas oceânicas de alta variabilidade (Figura 7). O comportamento distinto entre a linha de costa estuarina e a oceânica pode ser explicado devido a ação de marés e correntes de maré na parte estuarina, e de ondas e correntes costeiras na parte oceânica (SANTOS, 2021).

A quantificação das taxas de variação da linha de costa é fundamental no desenvolvimento de um plano de manejo para áreas em processo de erosão ou de acreção. As taxas históricas de variação da linha de costa, em caso de erosão em áreas ocupadas, são importantes para determinar a opção de proteção mais apropriada (DEAN e DALRYMPLE, 2004). No entanto, em função da intensificação das tempestades e do aumento do nível do mar decorrentes do aquecimento global (IPCC, 2018), independentemente do valor da taxa histórica, o processo erosivo no futuro tenderá a ser mais intenso.

Outro aspecto importante a se considerar é o percentual de linha de costa em erosão, estabilidade e acreção (Figura 8). Em Cacha Pregos, na parte oceânica de alta variabilidade, o percentual em erosão, no período de 2003-2011 a 2011-2019, diminuiu de 71,4% para 0%. No entanto, no mesmo período, o percentual em erosão aumentou nas partes de baixa variabilidade (0% para 66,7%) e estuarina (40% para 70%). Na Ponta dos Garcez, ocorreu diminuição no percentual de linha de costa em erosão de 4,5% para 0%, na parte de alta variabilidade, e de 100% para 0%, na parte de baixa variabilidade, e aumentou na parte estuarina, de 33,3% para 100%. Dessa forma, o percentual em erosão aumentou nas partes estuarinas de ambas as praias no período de 2003-2011 para 2011-2019. Por outro lado, a diminuição no percentual em erosão prevaleceu nas praias oceânicas, exceto na parte de baixa variabilidade de Cacha Pregos, que aumentou.

Quando consideradas, em conjunto, as partes oceânicas de Cacha Pregos e Ponta dos Garcez (alta variabilidade e baixa variabilidade), a porcentagem da linha de costa em erosão variou de 32% a 38%. Esses valores são compatíveis aos encontrados por Dominguez et al. (2006), em torno de 26% na parte oceânica do litoral baiano, uma vez que as embocaduras de rios/canais de maré perfazem pequena extensão quando todo o litoral é analisado. Por outro lado, os valores destoam consideravelmente quando comparados com a linha de costa oceânica mundial, em torno de 70% em erosão (LUIJENDIJK et al., 2018).

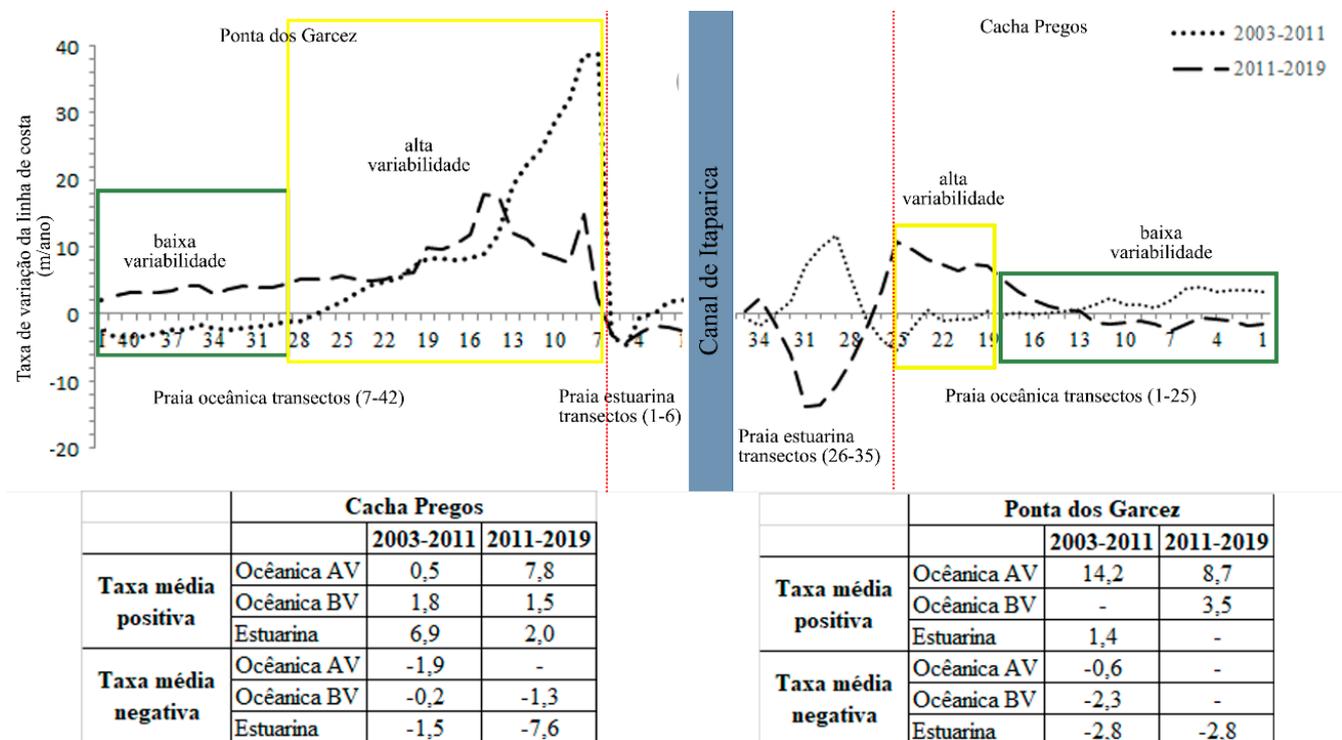


Figura 7. Taxa de variação da linha de costa e valores médios (positivos e negativos em m/ano) nas praias, oceânicas (de alta e baixa variabilidade), e estuarinas, de Cacha Pregos e Ponta dos Garcez nos períodos: 2003 a 2011 e 2011 a 2019. O símbolo “-” indica que não houve taxa positiva ou negativa no período em análise. O sentido do transporte longitudinal predominantemente é de NE (Cacha Pregos) para SW (Ponta dos Garcez).

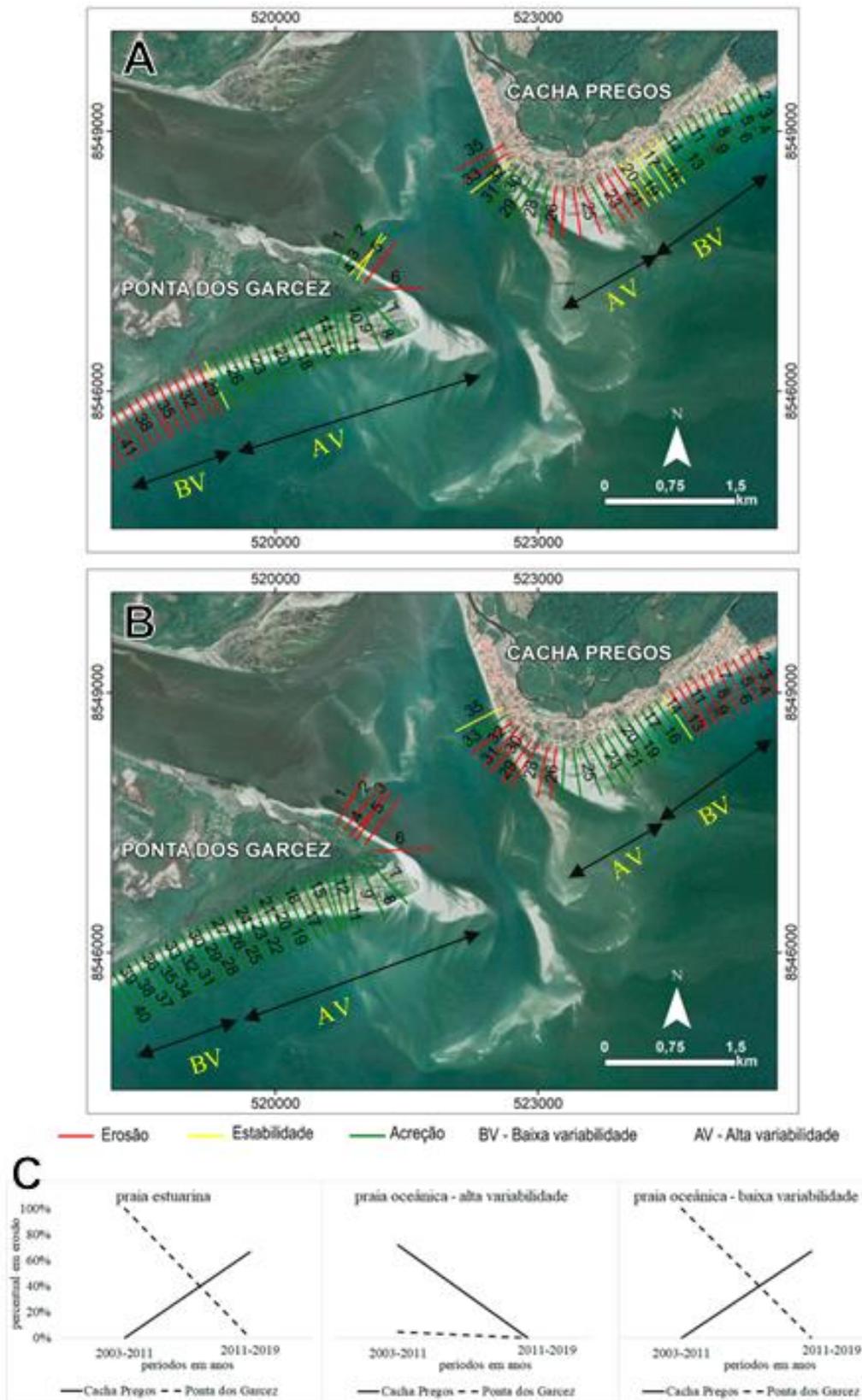


Figura 8. Comportamento da linha de costa de Cacha Pregos e de Ponta dos Garcez nos períodos de 2003 a 2011 (A) e 2011 a 2019 (B) e, tendência do percentual em erosão da linha de costa de 2003-2011 a 2011-2019 (C). Fonte da Imagem: CNES/AIRBUS de 2019.

4.4. Comportamento sazonal da linha de costa (curto prazo –2021 e 2022)

O levantamento de dados de geoindicadores de campo compreendeu os anos de 2021 (julho e dezembro) e 2022 (agosto e dezembro), conforme mencionado anteriormente, permitindo a análise sazonal da linha de costa em anos La Niña. A última ocorrência de La Niña se iniciou em 2020 e perdurou até pelo menos dezembro de 2022, provocando a intensificação dos temporais e chegada de frentes frias (ondas de S e SE) no litoral sul baiano até a cidade de Salvador, segundo Moura (2021).

A figura 9 apresenta diferentes geoindicadores de erosão e acreção-estabilidade da linha de costa nas praias estuarinas e oceânicas de alta variabilidade de Cacha Pregos e da Ponta dos Garcez, para um mesmo ponto, em diferentes estações do ano. Em Cacha-Pregos, na parte oceânica, as escarpas ativas e a ausência de praia seca, mostradas na figura 9A, indicam erosão em 06/08/2021. Enquanto na mesma localidade, em 20/12/2021, a presença de praia seca estreita (em torno de 1,5 m) e ausência da escarpa indicam certa estabilidade da linha de costa, ou seja, comportamento de acreção-estabilidade (Figura 9B). A figura 9C, na parte estuarina, mostram raízes de coqueiros na face de praia e edificação na praia protegida por estrutura de contenção, indicando erosão em 06/08/2021. Adicionalmente, a praia seca ausente indica a manutenção do processo erosivo em 23/12/2022 (Figura 9D).

Na Ponta dos Garcez, parte estuarina, a escarpa vegetada e a concentração de minerais máficos, em 08/08/2021 (Figura 9E), indicam processo de erosão incipiente. A concentração de grãos mais pesados, máficos, devido à remoção seletiva dos grãos mais leves, félsicos, em condições de ondas mais energéticas, foi explicada por Komar (1998) e mencionada por Jesus e Andrade (2018) em praias em processo de erosão em Sergipe. A tendência erosiva mostrada na figura 9E foi confirmada com a ativação da escarpa em 19/12/2021 (Figura 9F). A remoção de areia da praia, com a formação de escarpas na linha de costa, representa ondas mais energéticas conforme explicitado por Komar (1998). Na parte oceânica, próximo ao limite com a parte estuarina, a praia seca bem desenvolvida, com aproximadamente 80 m de extensão (Figura 9G e 9H, em 08/08/2021 e 29/07/2022, respectivamente), indica a manutenção do processo de acreção sendo, portanto, classificada como acreção-estabilidade. A proximidade de uma barra de embocadura (Figura 10) confirmou, em campo, o processo de acoplamento da barra à linha de costa e o comportamento de acreção, conforme mostrado nos itens anteriores e amplamente discutido na literatura (FITZGERALD, 1982; FITZGERALD, 1984).

No entanto, alguns geoindicadores mostraram transição de um comportamento para outro. Dessa forma, nesse estudo foram utilizados mais de um geoindicador para definir o comportamento sazonal da linha de costa. Isso está de acordo com o sugerido por Forbes e Liverman (1996), onde os geoindicadores devem ser utilizados e analisados em conjunto para poderem representar, sem equívocos, o comportamento da linha de costa no momento da aquisição dos dados. Dessa forma, as mudanças ambientais rápidas podem ser monitoradas com os geoindicadores, permitindo determinar como um ambiente responde e se recupera (resiliência) de eventos de alta energia (tempestade) (MORTON, 1996).

A situação da parte estuarina de Cacha Pregos, nas quatro datas, com a presença de estruturas de contenção (sacos de areia e enrocamentos de rochas) e ocupação humana inadequada é mostrada na figura 11. Enrocamento de rochas e sacos de areia foram instalados na linha de costa para proteger as edificações situadas na retaguarda da praia (Figuras 11A e 11B). A ausência de faixa de areia, independente da maré, e a ausência de praia seca, na maré alta, demonstram que o processo erosivo permaneceu ao longo do tempo. Independente da estação do ano, essa parte da praia está em erosão crônica, que segundo definição de Mangor et al. (2017) é resultado de déficit contínuo de sedimentos. Em períodos de menor aporte de sedimentos na praia investigada, foi necessário proteger as ocupações humanas próximas à linha de costa. A presença de estruturas de contenção, exemplo da interferência antrópica na dinâmica estuarina, no entanto, não evitou o desaparecimento da praia e/ou o recuo da linha de costa. Conforme Morton (1996), Bird (2008) e Santos et al. (2021), as estruturas de contenção acabam por bloquear o fluxo normal de sedimentos, intensificando e tornando o processo erosivo irreversível, ou seja, crônico. Dessa forma, aparentemente, a erosão crônica nessa parte da área investigada não tem relação com sazonalidade ou eventos La Niña.

A edificação construída na praia, mostrada na figura 11C (agosto de 2021), foi considerada irregular e removida pelos órgãos competentes em dezembro de 2021 (Figura 11D). De fato, a edificação necessitaria de constante manutenção nas estruturas de contenção. Adicionalmente, a erosão que atinge as praias adjacentes seria intensificada, conforme mencionado anteriormente e amplamente discutido na literatura. Por outro lado, a erosão

causou o desaparecimento da parte recreativa da praia gerando conflitos de uso, conforme verificado em diversas praias do Brasil e do mundo.

A erosão verificada nas outras partes da área investigada, sem ocupação da linha de costa e estruturas de proteção costeira, é aguda, ou seja, reversível. Pode estar relacionada a eventos sazonais e/ou atmosférico-oceanoográficos (La Niña), que modificam a dinâmica costeira, devido à alteração do ângulo de incidência e da intensidade das ondas. Esses eventos associados às marés de sizígia causam uma sobre-elevação do nível do mar de curto período favorecendo a erosão, porém com possibilidade de recuperação em momentos subsequentes, conforme verificado com os geoindicadores de campo. Para isso é importante que não se ocupe a linha de costa, deixando-a livre para migrar no sentido do continente nos momentos de déficits de sedimentos, conforme orienta Mangor et al. (2017).



Figura 9. Geoindicadores de linha de costa em erosão ou acreção-estabilidade nas praias de Cacha Pregos (A-B e C-D) e Ponta dos Garcez (E-F e G-H). As fotos em pares (A-B, etc) foram tirados em datas distintas. As setas amarelas indicam o ponto de referência das fotos de uma mesma localidade. As fotos foram tiradas em agosto de 2021 (inverno, período chuvoso), dezembro de 2021 (verão, período chuvoso devido à La Niña), julho de 2022 (inverno, período chuvoso) e dezembro de 2022 (verão, período chuvoso devido à La Niña). As fotos A-B, C-D, E-F e G-H foram tiradas nos pontos CP-4, CP-21, PG-3 e PG-8, respectivamente.



Figura 10. Barra emersa na praia oceânica de Ponta dos Garcez (Ponto PG-08), próxima ao limite com a parte estuarina.



Figura 11. Estruturas de contenção (enrocamento de rochas e sacos de areia) e edificação irregular na parte estuarina de Cacha Pregos. As fotos (A) e (B) foram obtidas no ponto CP-22, em agosto 2021 e dezembro de 2021, respectivamente. As fotos (C) e (D), de agosto de 2021 e dezembro de 2021, respectivamente, registram o ponto CP-21.

A localização espacial dos geoindicadores, o comportamento sazonal da linha de costa e o percentual de erosão e de acreção-estabilidade nas partes oceânicas de alta variabilidade e estuarinas das duas praias investigadas estão mostradas na figura 12.

Na parte estuarina de Cacha Pregos, os valores da linha de costa em erosão e acreção-estabilidade foram muito próximos, em torno de 50%. Os valores do percentual de linha de costa em erosão variaram ao longo do tempo na praia estuarina de Ponta dos Garcez: menores valores nas estações tipicamente chuvosas (0% em agosto de 2021 e 12,5% em julho de 2022) e maiores valores nos meses de dezembro de 2021 (62,5%) e de 2022 (37,5%) (Figura 12B). Dessa forma, foi verificada uma certa sazonalidade apenas em Ponta dos Garcez, com erosão no verão e acreção no inverno, contrária a esperada em anos normais, e diferente da esperada em anos sob influência de La Niña, que deveria mostrar o mesmo padrão (sem sazonalidade) ao longo do ano.

Na parte oceânica de alta variabilidade de Cacha Pregos e da Ponta dos Garcez, o percentual da linha de costa em erosão não mostrou nenhuma sazonalidade. Em Cacha Pregos, o percentual da linha de costa em erosão, diminuiu de agosto de 2021 a julho de 2022 e aumentou em dezembro de 2022, sem ultrapassar 38,5%. Dessa forma, predominou acreção-estabilidade acima de 61,5% nas quatro datas. Em Ponta dos Garcez, o percentual de linha de costa em erosão e acreção-estabilidade tiveram valores muito próximos em agosto de 2021, em torno de 50%, sendo que a acreção-estabilidade foi predominante (55,6%). No entanto, nos períodos subsequentes, os trechos em erosão aumentaram (66,7% em dezembro de 2021, 77,8% em julho de 2022 e 88,9% em dezembro de 2022). De forma geral, a análise mostrou uma tendência de acreção em Cacha Pregos e aumento no percentual erosivo na linha de costa de Ponta dos Garcez no período investigado, independente da estação do ano. No entanto, a atuação da La Niña, desde 2020, que intensificou a chegada de ondas mais energéticas associadas à chegada de frentes frias (MOURA, 2020), pode ter contribuído para o aumento no percentual de erosão da Ponta dos Garcez. Em anos La Niña, não ocorre inversão no sentido predominante do transporte longitudinal de sedimentos, sendo o sentido de SW para NE em função da intensificação das ondas de S-SE e das frentes frias.

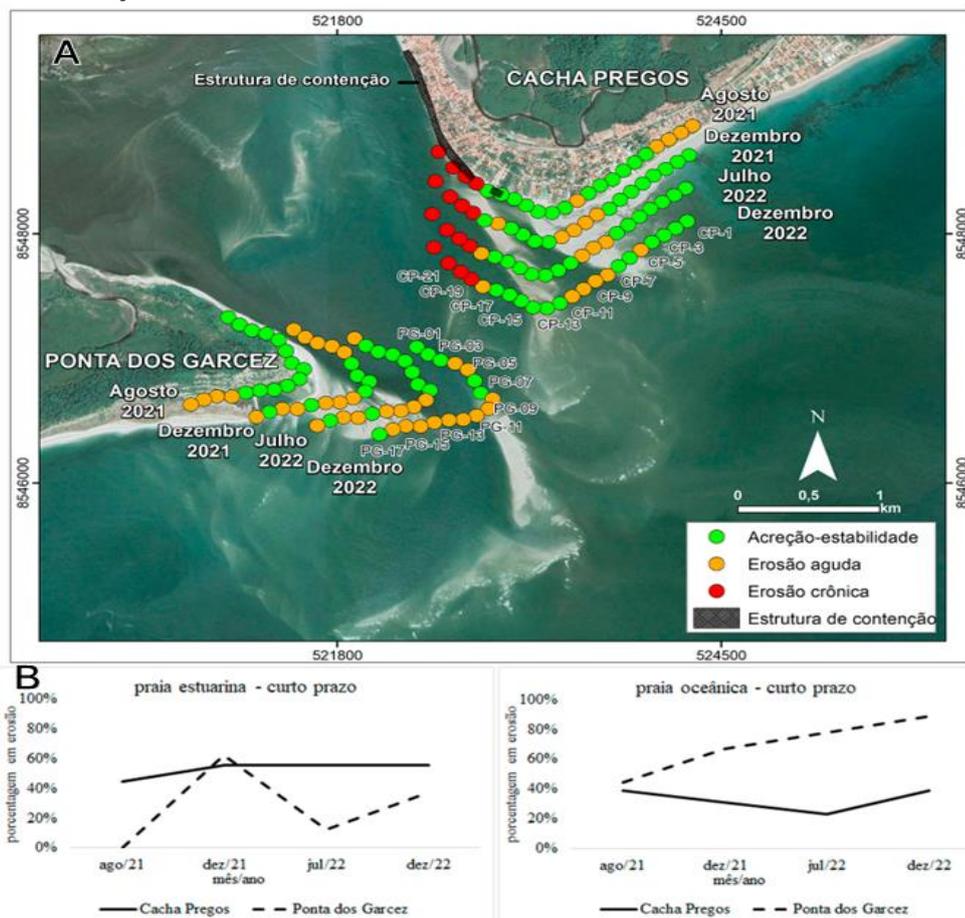


Figura 12. Comportamento sazonal da linha de costa (A) e percentual da linha de costa em erosão (B) nas partes oceânicas (de alta variabilidade) e estuarina de Cacha Pregos e da Ponta dos Garcez em agosto e dezembro de 2021, e julho e dezembro de 2022. Fonte da imagem: CNES/AIRBUS, 2019.

5. Conclusões

O presente trabalho apresentou os resultados da análise do comportamento tempo-tempo-espacial da linha de costa de duas praias arenosas contíguas a um delta de maré, de regiões tropicais em regime de mesomárés. Como exemplo, foram analisadas as praias, estuarinas e oceânicas, de Cacha Pregos e Ponta dos Garcez, situadas no litoral da Bahia, nordeste do Brasil. O estudo apresentou o comportamento qualitativo e quantitativo da linha de costa em duas escalas temporais: curto (2021-2022) e médios prazos (1984-2020 e 2003-2019).

Na análise qualitativa de médio prazo, no período de 36 anos (1984-2020), a acumulação de areia predominante na parte barlamar do delta de maré vazante causou a deflexão do canal de vazante para sul, justificando a configuração assimétrica do delta. A linha de costa oceânica de Cacha Pregos, à barlamar, teve pouca variação. Em contrapartida, na parte oceânica da Ponta dos Garcez, à sotamar da embocadura do canal de Itaparica, ocorreu grande variação, com períodos alternados de progradação e recuo da linha de costa. Nos períodos de progradação, a linha de costa à sotamar do canal de Itaparica ficou deslocada no sentido do oceano (*offset*), enquanto no máximo erosivo, as linhas de costa ficaram aproximadamente alinhadas em ambos os lados do canal. Dessa forma, foram verificados ciclos de erosão e acreção da linha de costa de Cacha Pregos e Ponta dos Garcez, cujo o período de 7 a 15 anos corrobora a alguns trabalhos realizados em regiões com regimes de mesomárés. No entanto, esses valores destoam de outros trabalhos, devido provavelmente às mudanças locais (tamanho dos grãos das barras, prisma de maré, volume das barras e dimensão da embocadura). O modelo do delta de maré vazante da área estudada equivale ao modelo de rompimento do delta de maré vazante (*ebb tidal delta breaching*). Adicionalmente, o estudo de 36 anos mostrou que a morfologia assimétrica do delta de maré vazante para SW indica que não houve variação no sentido do transporte longitudinal de sedimentos. A longo prazo, o depósito de sedimento como um todo pode permanecer estável, porém parte da areia das barras é recirculada em médio prazo de um lado para outro da embocadura do canal de Itaparica, alimentando as linhas de costa, conforme verificada nessa análise.

O período de análise histórica da linha de costa, de médio prazo (16 anos – 2003 a 2019), subdividido em intervalos de tempo de oito anos (2003 a 2011 e 2011 a 2019), permitiu verificar a tendência tempo-espacial da linha de costa em erosão ou acreção. A alternância tempo-espacial dos processos de erosão e/ou acreção da linha de costa à barlamar e à sotamar do canal de Itaparica mostrou que predomina a atuação de duas células individuais de transporte longitudinal de sedimentos; cada célula engloba as partes oceânicas de baixa e alta variabilidade morfológica de cada célula. A remoção (erosão) ou a retenção (acreção) de sedimentos à sotamar ou à barlamar do transporte longitudinal em cada célula explica o comportamento tempo-espacial da linha de costa. Não houve um incremento no comportamento erosivo ao longo do tempo, de 2003-2011 a 2011-2019, reforçando a atuação das células de transporte longitudinal de sedimentos em ambos os períodos de oito anos e em ambos os lados da embocadura do canal de Itaparica. A parte de baixa variabilidade não possui influência direta do delta de maré vazante. No entanto, a parte de alta variabilidade mostra influência do delta de maré vazante como reservatório de sedimentos de médio prazo, com *bypass* de sedimentos e barras de embocadura se acoplando às praias, conforme verificado nos estudos qualitativos e quantitativos de médio prazo desse trabalho.

Os valores das taxas médias negativas da linha de costa nas praias investigadas foram na mesma ordem de grandeza (inferiores a 8 m/ano) daqueles valores encontrados em praias, oceânicas e estuarinas, do Brasil e do mundo. Adicionalmente, o percentual em erosão foi semelhante ao verificado em todo o litoral da Bahia. Discrepâncias no percentual da linha de costa mundiais devem-se a particularidades metodológicas das pesquisas. No entanto, o percentual em erosão aumentou nas partes estuarinas de ambas as praias ao longo do tempo, de 2003-2011 para 2011-2019. No entanto, a diminuição no percentual em erosão prevaleceu nas praias oceânicas, exceto na parte de baixa variabilidade de Cacha Pregos, que aumentou. A porcentagem da linha de costa em erosão, nas partes oceânicas de Cacha Pregos e Ponta dos Garcez, variou de 32% a 38%, sendo compatíveis aos encontrados em torno de 26% na parte oceânica do litoral baiano, que abrange os valores das linhas de costa em embocaduras de rios/canais de maré. Entretanto, os valores destoam da linha de costa oceânica mundial, com valores em torno de 70% em erosão.

A análise de curto prazo permitiu avaliar a tendência sazonal das linhas de costa estuarinas e oceânica de alta variabilidade em anos sob influência de La Niña. A análise mostrou que nas linhas de costa oceânicas houve uma tendência de acreção à barlamar (maior que 60%) e aumento no percentual erosivo à sotamar (de cerca de 40% a 80%) do canal de Itaparica. Em anos La Niña, a área de estudo tem influência das ondas provenientes de S-SE, associadas com a intensificação da chegada de frentes frias, ou seja, transporte longitudinal dominante para NE.

No entanto, a praia estuarina de Cacha Pregos apresentou certa estabilidade no percentual de erosão, em torno de 50%, devido provavelmente à presença de estruturas de contenção. Por outro lado, a praia estuarina da Ponta dos Garcez mostrou erosão no verão e acreção no inverno, contrário ao esperado em anos normais, e diferente do esperado em anos La Niña, que deveria mostrar o mesmo padrão (sem sazonalidade) ao longo do ano. O estudo sazonal reforça a presença do reservatório de sedimentos de curto prazo, onde sedimentos migram metros para dentro e para fora do canal a cada ciclo de maré, interferindo no comportamento da linha de costa das praias estuarinas e de médio prazo, no qual os sedimentos ficam circulando decorrentes da dinâmica do delta de maré vazante. Por fim, não foi possível avaliar, de uma forma mais determinante, a influência dos eventos atmosféricos e/ou oceanográficos na dispersão de sedimentos em regiões sob influência na dinâmica dos deltas de maré vazante. Seria necessário ampliar o tempo de investigação na análise sazonal, porém incluindo um monitoramento de décadas, e com isso, englobar períodos normais (sem eventos), de El Niño e La Niña,

A ocupação humana na linha de costa é outro aspecto a ser avaliado. A praia estuarina de Cacha Pregos apresenta ocupação humana. Para proteger as estruturas antrópicas, foi instalada uma estrutura de contenção. No entanto, independente da estação do ano, essa parte da praia está em erosão crônica, resultado de déficit contínuo de sedimentos. As estruturas de contenção acabam por bloquear o fluxo normal de sedimentos, intensificando e tornando o processo erosivo irreversível (crônico). Adicionalmente, é importante lembrar que essas estruturas precisam ter manutenção frequente, para garantir a segurança das estruturas antrópicas. Além disso, a presença das estruturas de contenção não evitou o desaparecimento da faixa de areia, independente da maré, e da praia seca, na maré alta. Dessa forma, a praia utilizada para fins recreativos, perde sua função, sendo gerado assim conflitos de uso. A erosão verificada nas demais partes da área investigada, sem ocupação antrópica bordejando a linha de costa, foi aguda, ou seja, não é permanente, podendo estar relacionada a eventos sazonais e/ou atmosféricos-oceanográficos (La Niña), que modificam a dinâmica costeira, devido à alteração do ângulo de incidência e da intensidade das ondas. Esses eventos associados às marés de sizígia causam uma sobre-elevação do nível do mar de curto período favorecendo a erosão, porém com possibilidade de recuperação em momentos subsequentes, conforme verificado com os geoindicadores de campo.

Os depósitos sedimentares inconsolidados presentes na retaguarda da praia, a exemplo dos terraços marinhos, constituem estoque sedimentar para a praia e para a linha de costa. Em períodos de déficit sedimentar, favorecem a sua recuperação natural, evitando a necessidade de instalação de estruturas de proteção costeira. Nas áreas de elevada variabilidade morfológica, a linha de costa também não deve ser ocupada. Em períodos de acreção, a ocupação humana tende a avançar sobre as áreas progradadas, criando uma falsa ideia de local seguro. Então o melhor a fazer é não ocupar a linha de costa, deixando a linha recuar ou avançar livremente, pois assim em períodos de erosão, as estruturas antrópicas não serão destruídas.

A metodologia empregada no trabalho, com o uso de dados de geoindicadores (dados sazonais, curto prazo) e de dados históricos da linha de costa (médio prazo) foi adequada, pois permitiu avaliar em diferentes escalas temporais e espaciais a dispersão de sedimentos. Os geoindicadores de erosão e acreção-estabilidade refletem os processos associados aos parâmetros oceanográficos (ondas, marés, correntes etc.), sendo boas ferramentas para avaliações sazonais, devido à instabilidade da linha de costa frente a atuação de eventos oceanográficos e/ou atmosféricos. Essa ferramenta deve ser utilizada com cautela, pois pode refletir aspectos conflitantes, a exemplo da presença de minerais escuros (máficos) em praias sem escarpa, mas indicando erosão incipiente, conforme visualizado nesse trabalho. Ou ainda, escarpas inativas com área de acreção recente vegetada, indicando que já teve erosão, porém atualmente se encontra em acreção-estabilidade. Dessa forma, reitera-se a necessidade de avaliar mais de um indicador em campo. Além disso, é necessário que o monitoramento seja feito de forma contínua, com a atualização constante dos dados de linha de costa, históricos e sazonais, por períodos mais longos (décadas).

Os cenários de variação da linha de costa apresentados neste trabalho podem alterar tempo-espacialmente devido à complexa dinâmica que afeta as linhas de costas contíguas a deltas de maré vazante. Além disso, as atuações dos eventos oceanográficos-atmosféricos (El Niño, La Niña e sem eventos), assim como as projeções futuras de elevação do nível do mar, devido ao aquecimento global, devem intensificar os valores futuros das taxas de variação da linha de costa. Recomenda-se para trabalhos futuros a aquisição e tratamento de mais dados de sensoriamento remoto, dados oceanográficos (ondas, transporte longitudinal, correntes de maré, vazão de rio), entre outros, para que seja possível avaliar a influência de eventos atmosféricos e/ou oceanográficos na dispersão de sedimentos.

Por fim, esse trabalho forneceu, de forma qualitativa e quantitativa, dados da variação e do comportamento da linha de costa, assim como analisou fatores que podem influenciar na dispersão de sedimentos em praias arenosas contíguas a deltas de maré vazante de regiões tropicais. Além disso, comparou os dados da taxa de variação da linha de costa, classificando o comportamento da área investigada (cenário local), e comparando-os ao visto no cenário mundial. Dessa forma, esse trabalho serve de subsídios ao planejamento ambiental.

Contribuições dos Autores: Concepção, E.A.N. NASCIMENTO, A.C.S. ANDRADE; Metodologia, E.A.N. NASCIMENTO, A.C.S. ANDRADE; Análise formal: E.A.N. NASCIMENTO, A.C.S. ANDRADE; Investigação, E.A.N. NASCIMENTO, A.C.S. ANDRADE; Redação-revisão e edição, E.A.N. NASCIMENTO, A.C.S. ANDRADE; Aquisição de financiamento, E.A.N. NASCIMENTO, A.C.S. ANDRADE.

Financiamento: Esta pesquisa foi financiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Agradecimentos: Os autores agradecem ao Laboratório de Petrologia Aplicada a Pesquisa Mineral (LAPA) por disponibilizar a licença do programa ArcGIS 10.2.1 e ao Serviço Geológico do Brasil (SGB) pelas fotografias aéreas. Agradecemos a Equipe Editorial da RBG em todas as fases do processo, e aos revisores anônimos pelo tempo investido na avaliação do artigo.

Conflito de Interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse. Os financiadores não tiveram interferência no desenvolvimento do estudo; na coleta, análise ou interpretação dos dados; na redação do manuscrito, ou na decisão de publicar os resultados.

Referencias

1. ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Hidroweb**. Disponível em: <<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/>>. Acesso em: 12 de dezembro de 2022.
2. BIRD E. **Coastal geomorphology: an introduction**. 2ª Ed New York: John Wiley & Sons, 2008. 436 p.
3. BITTENCOURT, A.C.S.P.; FARIAS, F.F.; VILAS BÔAS, G.S. Influência da deriva litorânea no desenvolvimento do esporão de Caixa-Pregos (Baía de Todos os Santos/Ba). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 18, n. 1, p. 197-200, 1990.
4. BITTENCOURT, A.C.S.P.; LESSA, G.C.; DOMINGUEZ, J.M.L.; MARTIN, L.; VILAS BÔAS, G.S., FARIAS, F.F. High and low frequency erosive and constructive cycles in estuarine beaches: an example from Garcez Point, Bahia / Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 73, n. 4, p. 599-610, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0001-37652001000400013>.
5. BURNINGHAM, H.; FRENCH, J. Morphodynamic behaviour of a mixed sand-gravel ebb-tidal delta: Deben estuary, Suffolk, UK. **Marine Geology**, v.225, p.1-4, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2005.09.009>.
6. BUSH, D.M.; NEAL, W.J.; YOUNG, R.S.; PILKEY, O.H. Utilization of geoindicators for rapid assessment of coastal-hazard risk and mitigation. **Ocean & Coastal Management**, v. 42, n. 1, p. 647-670, 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0964-5691\(99\)00027-7](https://doi.org/10.1016/S0964-5691(99)00027-7).
7. CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS CPTEC. **Condições atuais do Enos: enfraquecimento do La Niña e início de condições de neutralidade**. Disponível em:< <http://enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso em 13 de janeiro de 2023.
8. COWEL, P.J.; THOM, B.G. Morphodynamics of coastal evolution. In: R.W.G. Carter, & C.D. Woodroffe. **Coastal evolution, late quaternary shoreline morphodynamics**. Cambridge University, 1994. 540p.
9. CROWELL, M.; LEATHERMAN, S.P.; BUCKEY, M. K. Shoreline change rate analysis: long term versus short-term data. **Shore and Beach**. v. 61, n. 1, p. 13-20, 1993.
10. DEAN, R.G.; FITZGERALD, D.M. Sediment Transport. In: DEAN, R.G.; DALRYMPLE, R.A. (Ed.). **Coastal processes with engineering applications**. 2ª Ed. Cambridge: Cambridge University, 2004.
11. DOLAN, R; FENSTER, M.S; HOLME, S.J. Temporal analysis of shoreline recession and acression. **Journal of Costal Research**, v. 3, n. 7, p. 723-744, 1991. DOI:10.1130/0091-7613
12. DOMINGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; SANTOS, A.N.; ANDRADE, A.C.S.; LAVENERE-WANDERLEY, A.A.O.; SILVA, I.R.; QUEIROZ, I.G.; FREITAS, L.; NASCIMENTO, L.; SILVA, R. P. Bahia. In: Dieter Muehe. **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. Brasília: MMA, 2006. 219-225.
13. DOMINGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT, A.C.S.P. Geologia. In: HATJE, V.; ANDRADE, J.B. **Baía de Todos os Santos**. Salvador: Editora da UFBA, 2009. 29-66.
14. DOMINGUEZ, J.M.L.; GUIMARÃES, J.K.; BITTENCOURT, A.C.S.P. Alagoas, Sergipe e Bahia. In: MUEHE, D. **Panorama da erosão costeira no Brasil**. Brasília. Ministério do Meio Ambiente, 2018. 341-432.

15. DNH. DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO. **Tábuas de maré. Marinha do Brasil**. Disponível em: <<http://www.dhn.br>>. Acesso em: 09 de julho de 2021.
16. ESTEVES, L. S.; FINKL, C. W. The problem of critically eroded areas (CEA): An evaluation of Florida beaches. *Journal of Coastal Research*, v. 86, n. 26, p. 11–18, 1998.
17. ESTEVES, L.S.; WILLIAMS, J.J.; DILLENBURG, S.R. Seasonal and interannual influences on the patterns of shoreline changes in Rio Grande do Sul, Southern Brazil. *Journal of Coastal Research*, v. 22, n 5, p. 1076-1093, 2006. DOI: <https://doi.org/10.2112/04-0227R.1>.
18. FERNANDEZ, G.B.; MUEHE, D. Algumas considerações sobre o efeito do fenômeno El Niño sobre feições costeiras ao longo da costa brasileira. *Geografia*, v.1, n.15, p. 115-128, 2006. DOI: <https://doi.org/10.22409/GEOgraphia2006.v8i15.a13513>.
19. FITZGERALD, D.M.; NUMMEDAL, D.; KANA, T.W. Sand circulation at price inlet, South Carolina. *Coastal Engineering Proceedings*, v.1, n.15, p.1869-1880, 1976. DOI: <https://doi.org/10.9753/icce.v15.108>.
20. FITZGERALD, D.M. Sediment bypassing at mixed energy tidal inlets. *Coastal Engineering*, v. 1, n. 1, p. 1094-1118, 1982. DOI: <https://doi.org/10.9753/icce.v18.68>.
21. FITZGERALD, D.M. Interactions between the ebb-tidal delta and landward shoreline: Price Inlet, South Carolina. *Journal of Sedimentary Research*, v. 54, n. 4, p. 1303-1318, 1984. DOI: 10.1306/212F85C6-2B24-11D7-8648000102C1865D.
22. FITZGERALD, D.M.; KRAUS, N.C.; HANDS, E.B. Natural Mechanisms of Sediment Bypassing at Tidal Inlets. *US Army Corps of Engineers*, p. 1-10, 2000.
23. FITZGERALD, D.M.; ZARILLO, A.G.; JOHNSTON, S. Recent developments in the geomorphic investigation of engineered tidal inlets. *Coastal Engineering Journal*. v.45, p 565-600, 2003.
24. FITZGERALD, D.M.; MINER, M.D.; GEORGIU, I.Y. Estuaries and tidal inlets. In: G. Masselink, R Gehrels. *Coastal Environments & Global Change*. United Kingdom: Wiley-Blackwell, 2015. 268-298.
25. FORBES, D.L.; LIVERMAN, D.G.E. Geological indicators in the coastal zone. In: BERGER, A.R. & IAMS, W.J. *Geoindicators: assessing rapid environmental changes in Earth systems*. A.A. Balkema, Rotterdam, 1996. 175–192.
26. JESUS, L. V.; ANDRADE, A.C.S. Taxa de variação da linha de costa e faixas de proteção nas áreas contíguas à desembocadura do rio Sergipe, Aracaju, Sergipe. *Pesquisas em Geociências (UFRGS)*, v. 45, p. 1-17, 2018. DOI: <https://doi.org/10.22456/1807-9806.91389>.
27. GARRISON, T. *Fundamentos de Oceanografia*. São Paulo: Cengage Learning, 422p., 2010.
28. GUADIANO, D.J.; KANA, T.W. Shoal bypassing in mixed energy inlets: geomorphic variables and empirical predictions for nine South Carolina inlets. *Journal of Coastal Research*, v.17, p.280-291, 2001.
29. IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Climate change 2018: the physical science basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel. Cambridge: Cambridge University Press. 243p., 2018.
30. ITALIANI, D.; SIEGLE, E.; NOERNBERG, M.A. Tidal inlet migration and formation: the case of the Ararapira inlet – Brazil. *Ocean and Coastal Research*, v. 68, p. 1-16, 2020.
31. KOMAR P.D. *Beach processes and sedimentation*. Englewood Cliffs, Nova Jersey: Prentice-Hall, 544p., 1998.
32. KOMAR, P.D.; MARRA, J.J.; ALLAN, J.C.; RUGGIERO, P. El Niño and La Niña: Erosion processes and Impacts. *Coastal Engineering*, v. 189, n. 276, p. 2414-2427, 2001. DOI: 10.1061/40549(276)189.
33. LARSON, M.; KRAUS, N.C. Prediction of cross-shore sediment transport at different spatial and temporal scales. *Marine Geology*, v. 126, n.1, p. 111-127, 1995. DOI: [https://doi.org/10.1016/0025-3227\(95\)00068-A](https://doi.org/10.1016/0025-3227(95)00068-A)
34. LUIJENDIJK, A.; HAGENAAARS, G.; RANASINGHE, R.; BAART, F.; GENNADIL, D.; ARNINKHOF, S. The state of the world's beaches. *Scientific Reports-Nature*, v. 8, n. 1, p. 1-11, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-24630-6>
35. MANGOR, K. DRONEN, N.K.; KAERGAARD, K.H.; KRISTENSEN, S.E. *Shoreline management guideline*. EDDIL, B.; MADSEN, L.S. Denmark: DHI, The Danish Coastal Authority (DCA) and The University of Copenhagen (UK), 2017. 462p.
36. MARINO, M.T.R.D.; FREIRE, G.S.S.F. Análise da evolução da linha de costa entre as Praias do Futuro e Porto das Dunas, Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), estado do Ceará, Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada*. v. 13, p. 113-129, 2013. DOI: 10.5894/rgci373.
37. MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; VILAS BOAS, G. S.; FLEXOR, J.M. *Mapa geológico do quaternário costeiro do Estado da Bahia: escala 1/250.000: texto explicativo*. INDA, H.A.V.; DUARTE, F.B. Salvador: Secretaria das Minas e Energia/Coordenação da Produção Mineral, 1980. 73p.
38. MARTIN, L.; FLEXOR, J.M.; SUGUIO K. 1991. Possible changes in the holocene wind pattern recorded on southeastern brazilian coast. *Instituto de Geociências USP*, v. 8, p. 117-131, 1991. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2317-8078.v0i8p117-131>.

39. MAZER, A.M.; DILLENBURG, S. Variações temporais da linha de costa em praias arenosas dominadas por ondas do sudeste da Ilha de Santa Catarina (Florianópolis, SC, Brasil). **Pesquisas em Geociências**, v. 36, n. 1, p. 117-135, 2009. DOI: <https://doi.org/10.22456/1807-9806.17880>.
40. MOURA, Gabriel. **La Niña: entenda o fenômeno que está fazendo chover muito em Salvador**. Correio 24 horas, 2021. Disponível em: < <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/la-nina-entenda-o-fenomeno-que-esta-fazendo-chover-muito-em-salvador/> >. Acesso em: 16 de maio de 2022.
41. MORTON, R.A. Geoindicators of coastal wetlands and shoreline. In: BERGER, A.R. & IAMS, W.J. **Geoindicators: assessing rapid environmental changes in Earth systems**. A.A. BALKEMA, Rotterdam, 1996. 207–230. DOI: 10.1016/S0964-5691(99)00027-7.
42. NASCIMENTO, L. **Comportamento da linha de costa nos últimos 50 anos e o risco de prejuízos econômicos na face oceânica da ilha de Itaparica**. Tese, (Doutorado em Geologia). – Curso de Pós Graduação em Geologia, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2012.
43. PIANCA, C.; MAZINNI, P.L.F.; SIEGLE, E. Brazilian offshore wave climate based on NWW3 reanalysis. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 1, n. 58, p. 53-70, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1679-87592010000100006>.
44. O'CONNOR, M.C.; COOPER, J.A.G.; JACKSON, D.W.T. Decadal behavior of tidal inlet-associated beach systems, Northwest Ireland, in relation to climate forcing. **Journal of Sedimentary Research**, v. 81, p. 38-51, 2011. DOI: <https://doi.org/10.2110/jsr.2011.3>.
45. RIDDERINKHOF, W.; HOEKSTRA, P.; VAN DER VEGT, M.; SWART, H.E. Cyclic behavior of Sandy shoals on the ebb-tidal deltas of the Wadden Sea. **Continental Shelf Research**, v.1, n. 115, p. 14-26, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.csr.2015.12.014>.
46. ROBIN, N.; LEVOY, F.; ANTHONY, E. Short-term to decadal-scale onshore bar migration and Shoreline changes in the vicinity of megatidal ebb delta. **Journal of Geophysical Research**, v. 114, p. 1-13, 2009. DOI: 10.1029/2008JF001207.
47. RODRIGUES, T.K.; JESUS, L.V.; PEREIRA, D.A.S.; FEITOSA, E.S.S.; ANDRADE, A.C.S.; DOMINGUEZ, J.M.L.; LAVENÉRE-WANDERLEY, A.A.O. Deltas de maré vazante e erosão costeira na Atalaia Velha e no Mosqueiro, Aracaju (SE) no período de 1965 a 2008. **Scientia Plena**. v. 11, n.01, p. 1-7, 2015.
48. SANTANA, R.; TEIXEIRA, C.; LESSA, G. The impact of different forcing agents on the residual circulation in a tropical estuary (Baía de Todos os Santos Brazil). **Journal of Coastal Research**. v. 34, n.3, p. 544-558, 2018.
49. SANTOS, J.P.S.; ANDRADE, A.C.S.; NASCIMENTO, P.S.R.; RAMOS, L.P. Erosão costeira e faixas de recuo em praias arenosas do sul de Sergipe, Brasil. **Revista Geociências**. v. 40, n. 4, p. 1047-1061, 2021.
50. SEDUR. 2014. **Relatório diagnóstico da Ilha de Itaparica**. Disponível em: <<http://www.sedur.ba.gov.br/arquivos/File/diagnostico.pdf>>. Acesso em: 22 de dezembro de 2020. DOI: <https://doi.org/10.5016/geociencias.v40i04.15561>.
51. STIVE, M.J.F.; AARNINKHOF, S.G.J.; HAAM, L.; HANSON, H.; LARSON, M.; WINJNBERG, K.M.; NICHOLLS, R.J.; CAPOBIANCO, M. Variability of shore and shoreline evolution. **Coastal Engineering**, v. 47, n. 1, p. 211-235, 2002.
52. THIELER, E. R.; HIMMELSTOSS, E.A.; ZICHICHI, J.L; ERGUL, A. The Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 – An ArcGIS extension for calculating shoreline change. US Geological Survey Report nº 2008-1278, 79p. 2009.
53. WETHERSPARK. **Clima e condições meteorológicas médias em Itaparica no ano todo**. Disponível em: <<https://pt.weatherspark.com/y/31058/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Itaparica-Brasil-durante-o-ano>>. Acesso em: 10 de maio de 2022.



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) – CC BY. Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.