

CAPÍTULO XXI

APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO DA MUDANÇA DALINHA DE COSTA PARA O BALNEÁRIO SÃO SIMÃO, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL





APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO DA MUDANÇA DALINHA DE COSTA PARA O BALNEÁRIO SÃO SIMÃO, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Vitória Gonçalves Souza¹; Miguel da Guia Albuquerque²; Lauren Farias Cruz³

^{1,3}Graduação em Oceanologia da Universidade Federal do Rio Grande, Avenida Itália, km 08, Rio Grande, Rio Grande do Sul, CEP 96203-900, ¹vitoriagoncalvessouza@gmail.com (autora correspondente), ³laurenfcruz@gmail.com

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Rua Engenheiro Alfredo Huch, 475, Rio Grande, Rio Grande do Sul, CEP 96201-460, ²miguel.albuquerque@riogrande.ifrs.edu.br

RESUMO

No ambiente costeiro, o conhecimento das taxas de variação da linha de costa é considerada uma ferramenta valiosa para gestores costeiros, uma vez que as atividades antrópicas associadas à crescente urbanização têm impactado nos ciclos de erosão e progradação. Esse estudo teve como objetivo quantificar as variações da linha de costa para o Balneário São Simão, situado no litoral médio do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. A área de estudo situa-se na Plataforma Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS), caracterizada por depósitos do quaternário não consolidados decorrente de eventos transgressivos-regressivos constituindo os sistemas deposicionais do tipo Laguna-Barreira. Nesta região ocorrem extensos campos de dunas além da presença abundante de sangradouros que conectam lagoas costeiras com o mar. A partir da vetorização de linhas de costa, as quais são provenientes de um banco de dados contendo cinco imagens GeoEye, período de 2017 a 2021, foram aplicadas duas abordagens para quantificação da movimentação da linha de costa: os métodos do Polígono de Mudança e Digital Shoreline Analysis System (DSAS). Os resultados demonstraram concordância, de modo geral, entre as duas abordagens utilizadas, apresentando como saldo final uma situação de recuo da linha de costa. Uma exceção ocorreu para o período de 2019 a 2021 onde para o método do Polígono de Mudança houve progradação, quando comparado às taxas de erosão apresentadas para o DSAS, no mesmo período. Esta divergência pode indicar limitações na aplicação do método DSAS para linhas de costa não homogêneas, como é o caso do litoral do Balneário São Simão. Considerando a morfologia da área de estudo, com presença de reentrâncias, o método do Polígono de Mudança demonstrou ser o mais adequado por considerar todo segmento para realizar os cálculos, enquanto o DSAS realiza os cálculos de forma pontual em cada transecto. Por fim, estudos que visam comparar ferramentas metodológicas são de grande importância para gestores municipais, pois auxiliam na escolha da melhor estratégia a ser aplicada em situações onde um determinado segmento costeiro apresenta uma situação de recuo da linha de costa.

Palavras chave: gestão costeira, polígono de mudança, DSAS,

erosão.

ABSTRACT

In the coastal environment, knowledge of shoreline variation rates is considered a valuable tool for coastal managers, since anthropic activities associated with increasing urbanization have impacted negotiation and progradation cycles. This study aimed to quantify the coastline variations for Balneário São Simão, located on the middle coast of the state of Rio Grande do Sul, Brazil. One study area is located in the Coastal Platform of Rio Grande do Sul (PCRS), characterized by unconsolidated quaternary deposits resulting from transgressive-regressive events constituting the depositional systems of the Laguna-Barrier type. In this region there are extensive fields of dunes in addition to the abundant presence of spillways that connect coastal lagoons with the sea. From the vectorization of coastlines, which come from a database containing five GeoEye images, from 2017 to 2021, two approaches were applied to quantify the movement of the coastline: the Polygon of Change and Digital methods Shoreline Analysis System (DSAS). The results disagree, in general, between the two approaches used, presenting as a final balance situation one of retreat of the coastline. One occurred for the period from 2019 to 2021, where for the Polygon of Change exception method there was progression, when compared to the programmed rates for the DSAS, in the same period. This divergence may indicate a limitation in the application of the DSAS method for non-ecological coastlines, as is the case of the coast of Balneário São Simão. Considering the morphology of the study area, with the presence of recesses, the Polygon of Change method tested is the most adequate to consider the entire segment to perform the calculation, while the DSAS performs the calculation in a punctual way in each transect. Finally, studies that aim to compare methodological tools are of great importance for administrative managers, as they help in choosing the best strategy to be applied in situations where a given coastal segment presents a situation of coastline return.

Keywords: coastal management, Change Polygon method, DSAS, erosion.

INTRODUÇÃO

As zonas costeiras são ambientes sensíveis onde ocorrem intensas interações entre os ecossistemas terrestres e aquáticos. A importância econômica e turística desses ambientes vem se intensificando nas últimas décadas, uma vez que várias cidades e aglomerados urbanos se desenvolveram na zona costeira devido à implantação de estruturas industriais, terminais marítimos e complexos portuários, atraindo um grande número de pessoas em busca de trabalho, melhoria de vida e lazer (STROHAECKER, 2008). No entanto, o desenvolvimento desordenado e em muitos casos não planejado tem gerado diversos conflitos e impactos, destacando-se a erosão costeira. Tendo em vista que segundo Luijendijk et al. (2018), 24% das praias arenosas do mundo estão em erosão a taxas superiores a - 0,5 m/ano, se faz necessário um acompanhamento de eventuais mudanças na linha de costa desses ambientes. O conhecimento das taxas de erosão em um determinado segmento costeiro é uma informação valiosa para gestores costeiros, pois permite identificar áreas em vulnerabilidade que necessitam de monitoramento.

A erosão é um processo natural decorrente de balanço sedimentar negativo (SOUZA et al., 2005) que pode ser intensificado por fatores antrópicos. Litorais que apresentam seu segmento costeiro com problemas de erosão em geral apresentam prejuízos econômicos por conta da perda de infraestruturas urbanas, impactando diretamente as comunidades costeiras que são expostas às consequências da erosão, principalmente aquelas que se encontram em situação de vulnerabilidade econômica. Pode-se afirmar que a erosão costeira se configura como um problema socioambiental de cunho econômico e também político que cabe às instâncias públicas o seu papel de identificação e mitigação (MEDEIROS et al., 2014).

De acordo com Oliveira e Simões (2020), após eventos de alta energia de onda, as praias, na maioria das vezes, apresentam-se erodidas. Quando isso ocorre, estes ambientes apresentam uma topografia mais plana ao longo do perfil praial, e podem formar escarpas na região das dunas

frontais. Quando essa erosão é persistente, há o deslocamento progressivo da linha de costa para o interior, o que pode expor, na praia, a vegetação que nasceu no reverso das dunas.

No cenário atual de mudanças climáticas e elevação do nível relativo do mar (IPCC, 2021), as eventuais mudanças que ocorrem na linha de costa indicam tendências que podem gerar impactos costeiros, como é o caso da erosão (MOREIRA et al., 2020). Dessa forma, torna-se indispensável estudos com enfoque nas variações da linha de costa como ferramenta para a gestão costeira. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo quantificar as variações espaço-temporais ocorridas na linha de costa do Balneário São Simão, situado no litoral médio leste do Rio Grande do Sul, entre os anos de 2017 a 2021, através da aplicação da ferramenta Digital Shoreline Analysis System (DSAS) e do método do Polígono de Mudança.

O balneário São Simão faz parte do município de Mostardas situado na porção norte deste litoral, o qual está localizado no litoral médio do estado do Rio Grande do Sul com coordenadas geográficas de latitude 30°58'31" e longitude 50°40'53" (Figura 1). A localidade é caracterizada pelo seu extenso campo de dunas sob a forma de lóbulos em forma de "U" (MÖLLER, 2019), presença abundante de sangradouros e com baixa urbanização. Esta área foi caracterizada como prioritária para obras de gerenciamento costeiro, devido à baixa urbanização, a preservação de suas dunas, a presença do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, que é uma área de preservação ambiental, e pelo forte potencial de crescimento demográfico, reflexo da recente melhoria de seu acesso (ESTEVES, 2004).

Nesta região, os sedimentos são compostos por areia de granulometria fina (0,22 mm) e quartzosos de alta maturidade, o que favorece a baixa declividade, a presença de índices moderados de mobilidade do pós-praia e um comportamento morfodinâmico com tendências dissipativas (BARLETTA, 2000). Somado a isto, a direção predominante dos ventos é de nordeste e o regime de maré é do tipo micromaré, com variação de 0,5m.

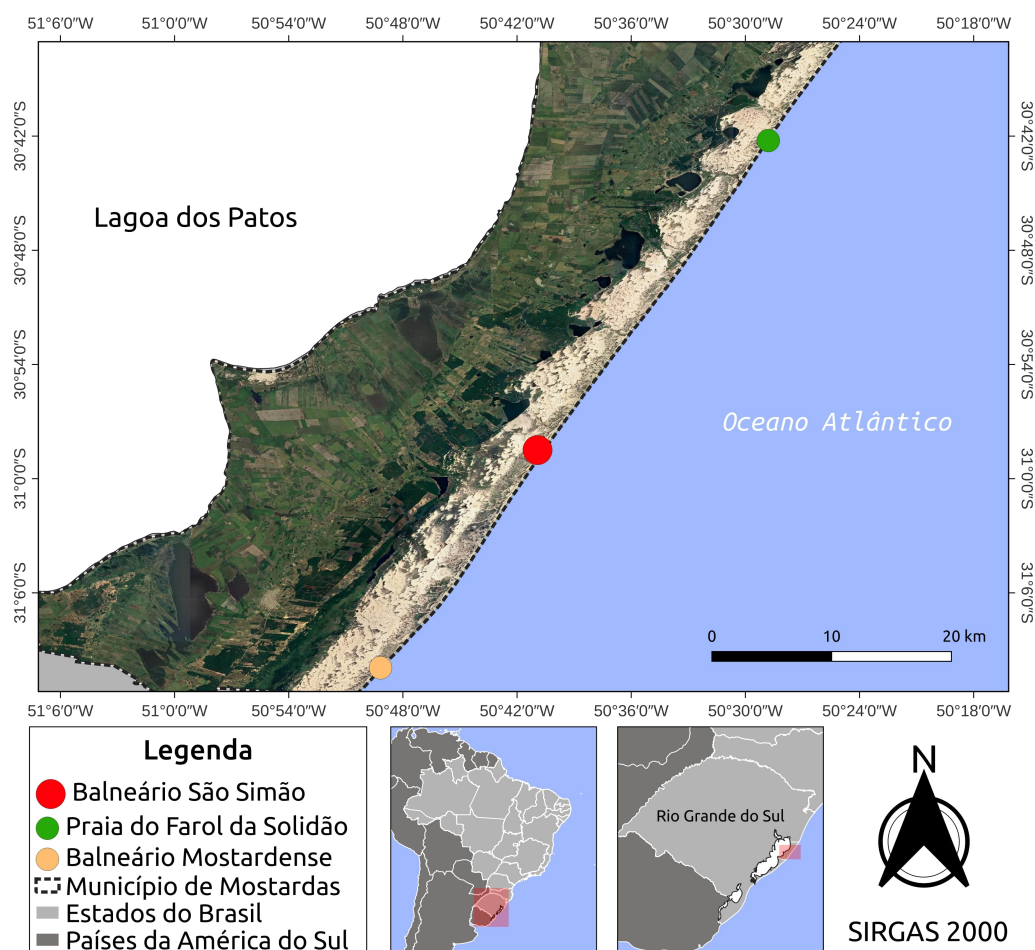


Figura 1. Mapa da área de estudo, Balneário São Simão, RS.

MATERIAIS E MÉTODOS

O procedimento metodológico empregado para o presente estudo é descrito na Figura 2 e foi desenvolvido em 3 etapas.

Inicialmente foram coletadas imagens de satélites do balneário São Simão, para o período de 2017 a 2021 (Tabela 1). Essas imagens são oriundas dos sensores GeoEye I presentes nos satélites da série GeoEye, com resolução espacial de 0,5 e 1,0 metro/pixel, e foram coletadas de acordo com a disponibilidade dos bancos de dados dos softwares Google Earth Pro® e AutoGR Toolkit.

Independentemente da plataforma de onde foram adquiridas, todas imagens foram referenciadas no Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), zona 22 Sul, utilizando o datum de referência SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas 2000). As cenas passaram por um processo de georreferenciamento e registro no software QGIS versão 3.16.

O georreferenciamento é o processo de

atribuição de coordenadas conhecidas às imagens utilizando pontos de controle (feições físicas identificáveis e imóveis), que neste caso foram obtidos a partir da imagem referência do ano de 2021, a qual já apresentava coordenadas. A partir desse processo foi obtido o registro das cenas, que consiste na sobreposição das imagens distintas onde os pontos correspondentes coincidem espacialmente.

Após o pré-processamento, as linhas de costa foram vetorizadas manualmente no software QGIS versão 3.16 (escala fixa em 1:1000), através da fotointerpretação das imagens utilizando como geoindicador a base das dunas frontais. Em termos de geoindicadores que representem a linha de costa verdadeira, Boak e Turner (2005) destacam que outros geoindicadores como o limite entre a areia seca e molhada e escarpas erosivas, também podem ser utilizados.

Com as linhas de costa já vetorizadas foram aplicados o Método do Polígono de Mudança (ALBUQUERQUE et al., 2013; SMITH;

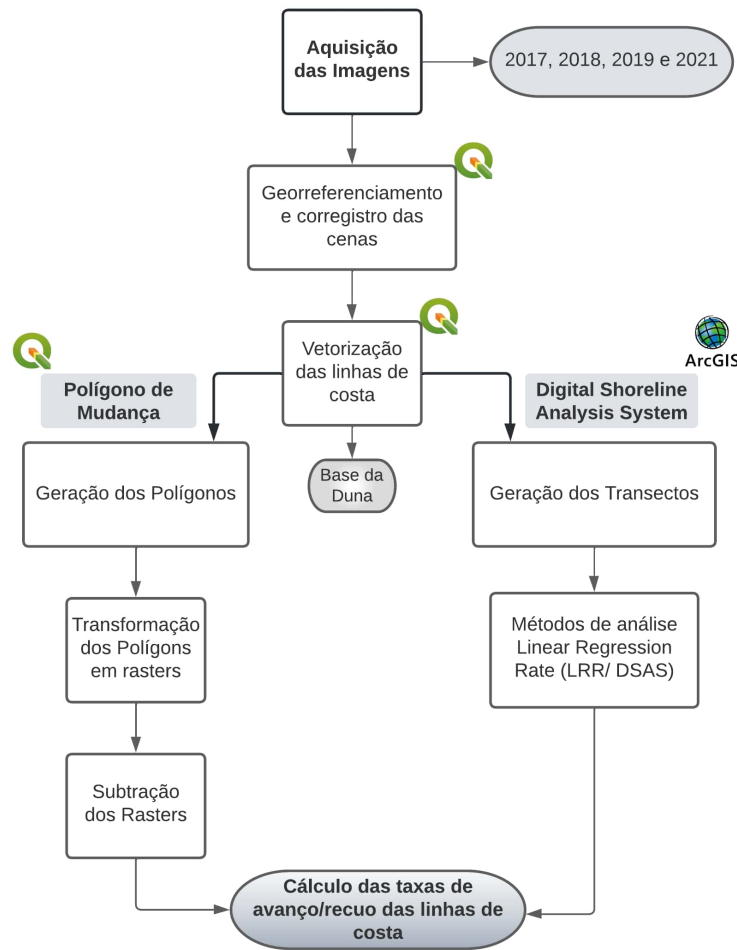


Figura 2. Fluxograma representando as etapas do pré-processamento dos dados.

Tabela I. Banco de dados de imagens utilizadas para avaliar o comportamento da linha de costa na Praia de São Simão entre os anos de 2017 e 2021.

Data da Imagem	Sensores	Resolução Espacial (m/pixel)	Erro Médio Quadrático (RMS)
2017	GeoEye I	1,0	0,485
2018	GeoEye I	1,0	0,458
2019	GeoEye I	1,0	0,3498
2021*	GeoEye I	0,5	0,00

*Imagem referência.

CROMLEY, 2012) e o Digital Shoreline Analysis System - DSAS (THIELER et al., 2009). Para caracterizar o estado de linha de costa no litoral da Praia de São Simão, para a série temporal analisada, foi utilizada a classificação proposta por Esteves e Finkl (1998) e adaptada por Luijendijk et al. (2018), para quantificar as taxas de mudança da linha de costa (Tabela 2).

O método do Polígono de Mudança, proposto por Smith e Cromley (2012), consiste na elaboração e álgebra de polígonos, onde duas

linhas de costa (a linha de base e a de interesse) são utilizadas para determinar áreas sob influência de processos erosivos ou de deposição (Figura 3). Através de duas linhas de costa distintas (previamente vetorizadas) é possível identificar áreas em processo de erosão e/ou acreção a partir da geração e subtração de polígonos.

Por meio da intersecção de duas linhas de costa foram criados uma série de polígonos que representam regiões erodidas e/ou acrescidas e podem ser calculadas a partir da decomposição de

Tabela II. Classificação das taxas de mudança da praia, com base no deslocamento da linha de costa.

Situação da linha de costa	Escala de variação
Acréscão	>0,5 m/ano
Estável	-0,5 m/ano a 0,5 m/ano
Erosão	-1,0 m/ano a -0,5 m/ano
Erosão Intensa	-3,0 m/ano a -1,0 m/ano
Erosão Severa	-5,0 m/ano a -3,0 m/ano
Erosão Extrema	<-5,0 m/ano

Fonte: Adaptado de Esteves e Finkl (1998) e Luijendijk et al. (2018).

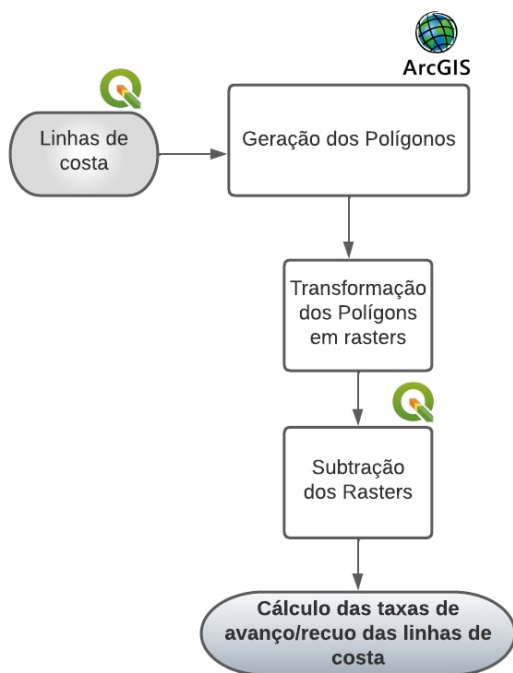


Figura 3. Fluxograma da aplicação do método do Polígono de Mudança.

um polígono complexo em polígonos simples. Para isso, as linhas vetorizadas foram transformadas em polígonos a partir de uma linha base e dois transectos perpendiculares às linhas através do software ArcGIS. Os polígonos criados foram transformados em arquivos rasters, e no software QGIS foi realizada a subtração em pares, do ano mais recente para o mais antigo, obtendo um resultado em metros quadrados com valores negativos e positivos. Para comparação dos métodos, o resultado foi convertido para metros, através da divisão pelo comprimento do segmento costeiro.

Para aplicação da ferramenta Digital Shoreline Analysis System (DSAS) (THIELER et al., 2009) foi criado um arquivo geodatabase de linhas de costa vetorizadas e linha base no software ArcGIS. Através da ferramenta Set Default

Parameters foi identificado a linha base e o shapefile das linhas de costa, além de definir os parâmetros dos transectos com espaçamento de 20 metros e comprimento de 1km. Com a ferramenta Cast Transect criou-se os transectos que posteriormente foram transformados para o formato shapefile. Após esse procedimento foi inserido a linha de base e o transecto correspondente de cada uma das datas analisadas, gerando pontos de intersecção da linha vetorizada e do transecto (Figura 4).

Através dos transectos foi possível obter resultados de diferentes métodos estatísticos. Para

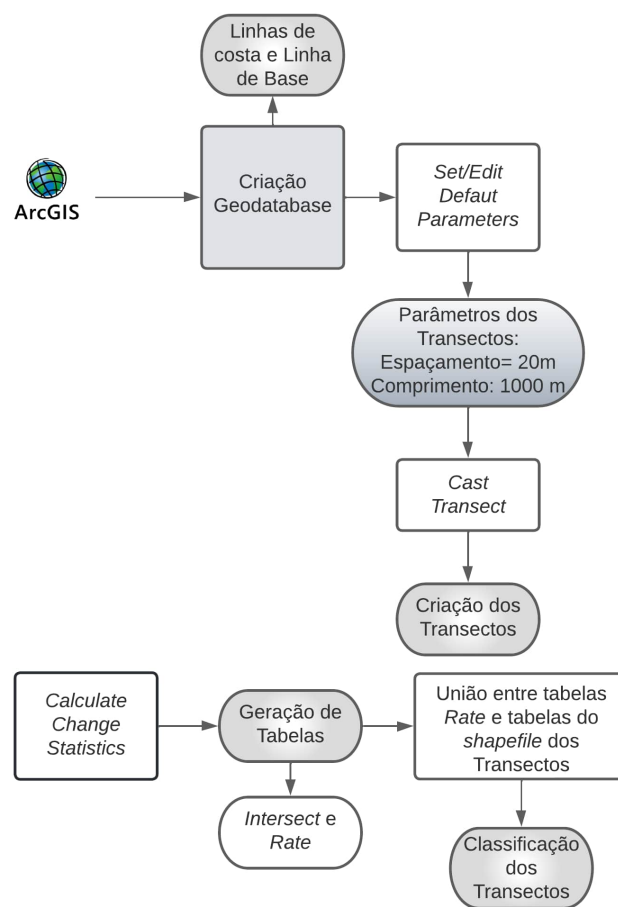


Figura 4. Fluxograma das etapas de aplicação do método Digital Shoreline Analysis System (DSAS).

este trabalho foi utilizado o Linear Regression Rate (LRR). A estatística LRR estima o comportamento da posição da linha de costa até a linha de base em relação a série temporal, criando uma relação de uma variável independente (y) em relação a outra variável (data) utilizando uma função linear. Os resultados foram expressos em duas tabelas: Rate e Intersect. Sendo a tabela Rate associada ao shapefile dos transectos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o método do polígono de mudança, o balneário São Simão apresentou uma taxa de recuo 1,59 m/ano, para um intervalo de 4 anos (2017-2021). Quando observadas as variações a partir dos intervalos amostrais das imagens (Tabela 3) tem-se

que para os períodos de 2017-2018 e 2018-2019, a localidade apresentou taxas de recuo com valores de 4,46 m/ano e 5,6 m/ano, respectivamente. Para os anos de 2019-2021 a linha de costa apresentou uma taxa de progradação de 1,1 m/ano.

Em termos geoespaciais foram elaboradas representações cartográficas (Figura 5) que representassem as localidades do balneário São Simão que apresentavam processo de recuo e/ou progradação da linha de costa. A Figura 5a mostra que para o período de 2017-2018, a parte central e centro-norte do Balneário apresentaram um processo de retrogradação. Nas localidades situadas nas extremidades norte e sul do balneário foi identificado um processo de progradação.

No período de 2018 a 2019 houve a maior

Tabela III. Taxa de deslocamento da linha de costa para o método do Polígono de Mudança.

Período Analisado	Taxa de deslocamento (m/ano)	Estado da Linha de Costa
2018_2017	-4,46	Recuo
2019_2018	-5,6	Recuo
2021_2019	1,1	Acresção
2021_2017	-1,59	Recuo

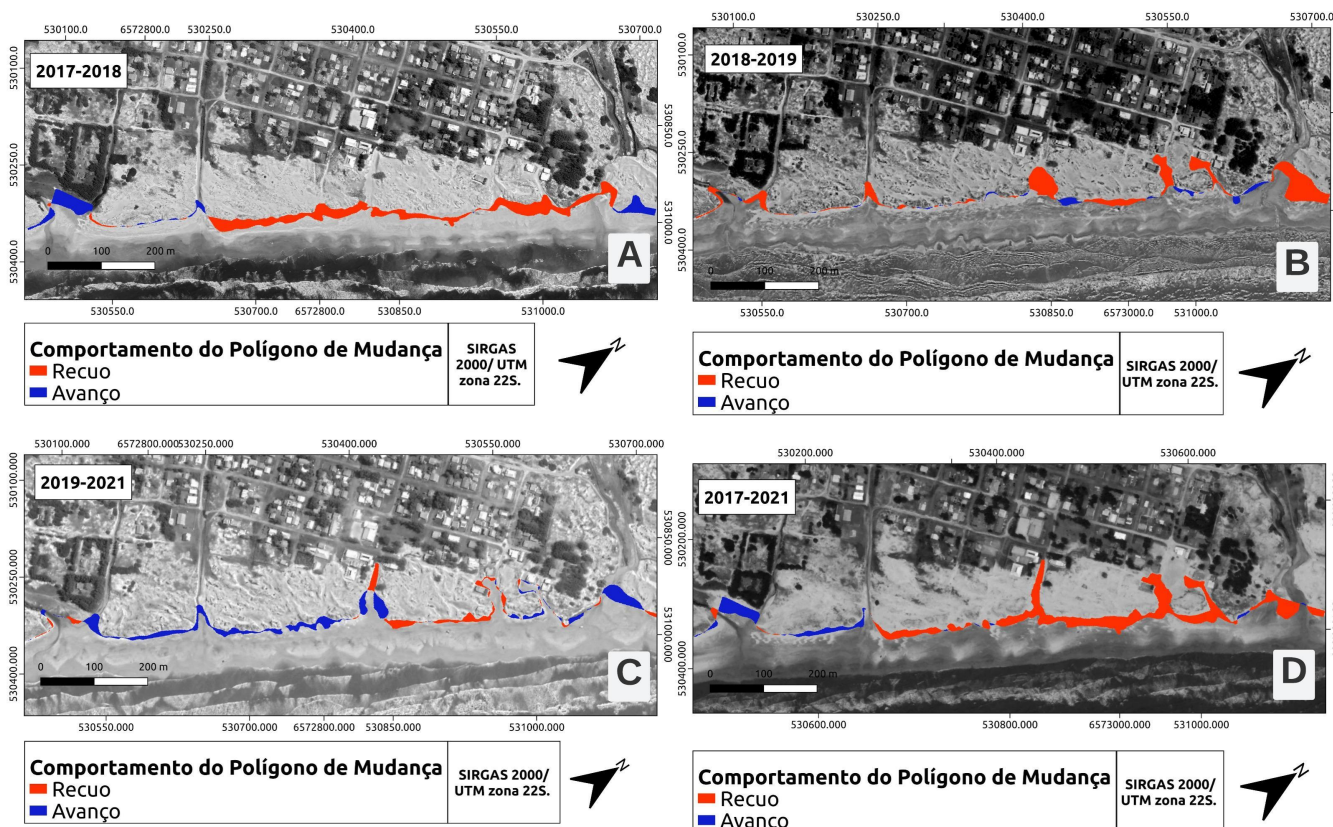


Figura 5. Resultados do Polígono de Mudança: 5a) Polígono de Mudança para o período de 2017 e 2018; 5b) Polígono de Mudança para o período de 2018 e 2019; 5c) Polígono de Mudança para o período de 2019 e 2021; 5d) Polígono de Mudança para o período de 2017 e 2021.

taxa de deslocamento para série temporal analisada (Figura 5b) com recuo de 5,6 metros. Foi observado que grande parte do segmento costeiro do balneário São Simão apresentou uma linha de costa predominantemente em recuo com pequenas áreas em acresção situadas na porção centro norte. A Figura 5c mostra o comportamento da linha de costa para o intervalo temporal de 2019 a 2021. Para esse período, o litoral apresentou-se predominantemente em acresção com avanço de 1,1 metros da linha de costa.

Algumas localidades ao centro norte do balneário apresentaram um leve recuo. Contudo, quando levado em conta todo o segmento costeiro do balneário São Simão, para o período de análise em questão, o mesmo foi caracterizado como estando em progradação. Para o período de 2017 a 2021, foi observado que o litoral do Balneário São Simão apresentou-se predominante sob tendência erosiva em quase todo segmento costeiro de 1,59m de recuo da linha de costa. A exceção está na porção sul, que encontra-se em acresção (Figura 5d).

Na figura 5 foi observado que as áreas ao sul do Balneário, em geral, sofrem processos de acresção. Segundo Möller (2019), a costa do Balneário São Simão possui uma inflexão de aproximadamente 11° , causando uma retenção de sedimentos ao sul, ocorrendo uma maior deposição de sedimento ao norte desta inflexão, promovendo o alargamento da antepraia neste local. De modo geral, a parte central-norte do segmento apresentou-se em erosão, onde foram observadas as maiores mudanças.

Para os resultados obtidos via DSAS, a partir do método Linear Regression Rate (LRR), foi observada uma maior taxa de retrogradação da linha de costa no ano de 2017. A variação média do deslocamento foi um recuo de 3,56m/ano, a maior da série analisada quando comparada aos outros

intervalos amostrais. Para os demais períodos, a série de dados mantém a tendência de recuo da linha costa, sendo que entre 2019 e 2021 a localidade apresentou uma certa estabilidade.

A Tabela 4 mostra uma tendência de retrogradação da linha de costa para todo período de 2017 a 2021, com uma taxa de deslocamento de 1,97 m/ano. A menor taxa de recuo foi observada no período de 2019 a 2021, com apenas 0,057 metros.

Analizando espacialmente a distribuição das localidades onde ocorreram as maiores e menores taxas de recuo (Figura 6), respectivamente, a Figura 6a mostra que os maiores recuos ocorreram na região centro-norte do balneário São Simão. Essa tendência corrobora com os resultados obtidos pelo método do polígono de mudança.

Para o ano de 2019 pode-se notar uma tendência erosiva comparado com o ano de 2018 (Figura 6b). A porção norte e uma parte da porção central-norte foram as regiões onde observou-se os maiores recuos. Comparativamente ao método do polígono de mudança, esse intervalo amostral é o que se apresenta com as maiores discrepâncias em termos de localização geoespacial dos pontos de tendência erosiva, bem como em relação aos valores de recuo médio.

No intervalo de 2019 a 2021 percebe-se uma coincidência das linhas de costa em praticamente toda costa indicando uma estabilidade dessa feição durante esse período (Figura 6c). Isso corrobora com o resultado demonstrado na Tabela 4 que indica que para este período houve um recuo de 0,057 metros. Os resultados obtidos para o DSAS nesse período foram diferentes dos obtidos pelo método do polígono de mudança, o qual mostrou a localidade como estando em progradação.

Para todo o intervalo amostral (2017-2021) observou-se uma tendência de recuo da linha de costa, ao longo de grande parte do segmento

Tabela IV. Taxa de deslocamento da linha de costa para o método DSAS.

Período Analisado	Taxa de deslocamento (m/ano)	Situação da Linha de Costa
2018_2017	-1,71	Recuo
2019_2018	-0,20	Recuo
2021_2019	-0,057	Recuo
2021_2017	-1,97	Recuo

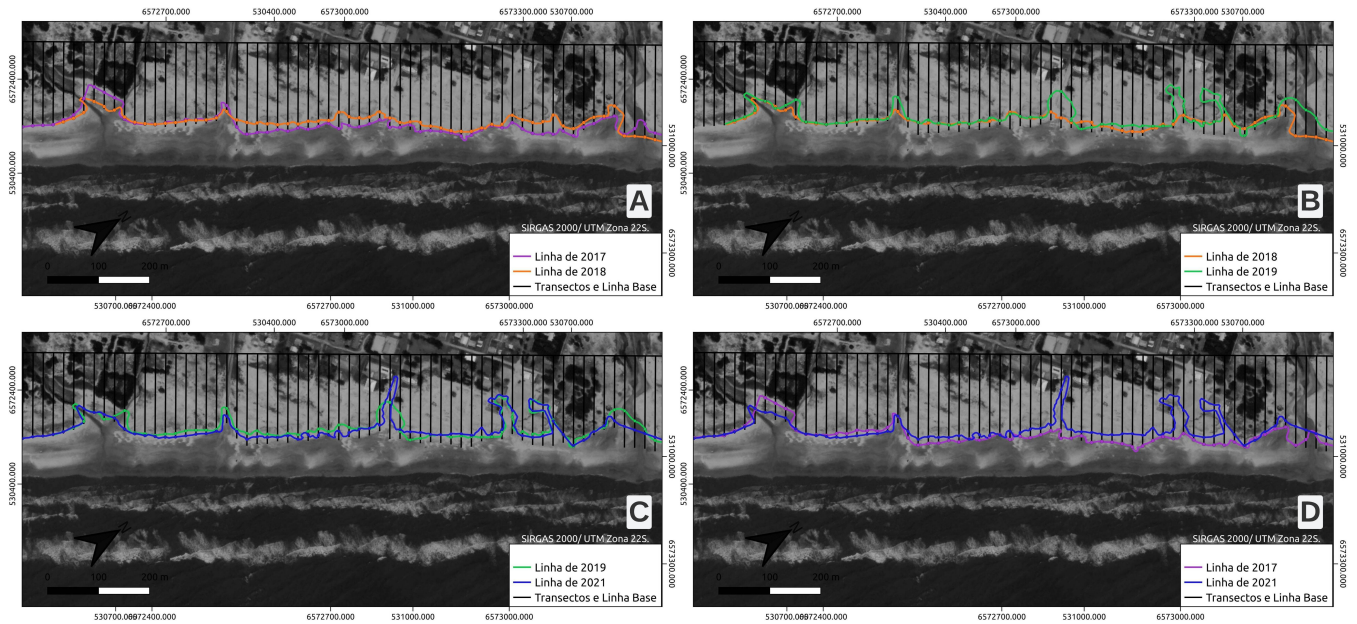


Figura 6. Resultados do DSA: 6a) DSAS para o período de 2017 e 2018; 6b) DSAS para o período de 2018 e 2019; 6c) DSAS para o período de 2019 e 2021; 6d) DSAS para o período de 2017 e 2021.

costeiro (Figura 6d). Em termos geoespaciais, as localidades que apresentaram recuo da linha de costa corroboram com os resultados apresentados pelo método do polígono de mudança para o mesmo período no balneário São Simão.

Através da estatística obtida pelo LRR, foi observado que os transectos na porção sul do balneário foram classificados, em geral, como estáveis e em acreção, exceto por dois transectos que encontram-se em erosão. Na parte central-norte e norte do segmento observa-se a maior parte dos transectos em recuo exceto pelo transecto 55 e 56 em acreção. Através do gráfico (Figura 7) nota-se que o maior recuo ocorreu no transecto 37 (porção central-norte) e o maior avanço no transecto 7 (porção sul).

Com relação aos resultados de cada método aqui empregado (Figura 8), ambos apresentaram uma situação de recuo do segmento costeiro para o período de 2017 a 2021. Para o DSAS, o recuo foi de 1,97 metros, enquanto para o polígono de mudança o valor foi de 2,63 metros.

Para taxa de deslocamento de cada ano, nota-se que os maiores recuos foram encontrados através do método do polígono de mudança nos anos de 2017 e 2018. O ano de 2019 apresentou-se em erosão pelo método DSAS e em acreção através do método do polígono de mudança.

Valores próximos foram encontrados para o ano de 2021, ambos apresentando recuo da linha de costa.

Estudos pretéritos realizados nessa região por Absalonsen e Toldo Jr. (2007) demonstraram influência da inflexão costeira nos processos sedimentares que ocorrem no litoral de Mostardas. Segundo estes autores, o trecho sul está mais exposto às ondas de tempestade, com isso, a taxa média de erosão deste trecho mostra-se mais elevada quando comparada à metade norte, a qual está situado o Balneário São Simão.

Leal (2016) avaliou as taxas de variação da linha de costa para o Balneário Mostardense, situado no trecho Sul do litoral de Mostardas, e seus resultados indicaram processos erosivos de 2005 a 2014 com uma taxa de recuo de 19,68 metros. Já Simões (2015), avaliou estas taxas para o Balneário São Simão no período 2005 a 2013, e encontrou uma relativa estabilidade da linha de costa, uma vez que as principais variações ocorreram nas pequenas reentrâncias que correspondem aos sangradouros e arruamentos.

Diante desse contexto, apesar do litoral ter sido caracterizado em erosão, os valores de recuo obtidos no presente trabalho foram relativamente baixos quando comparados aos relatados para o Balneário Mostardense (trecho sul do litoral de Mostardas) em estudos anteriores. Corroborando



Figura 7. Gráfico da variação anual da linha de costa para cada transecto (LRR).

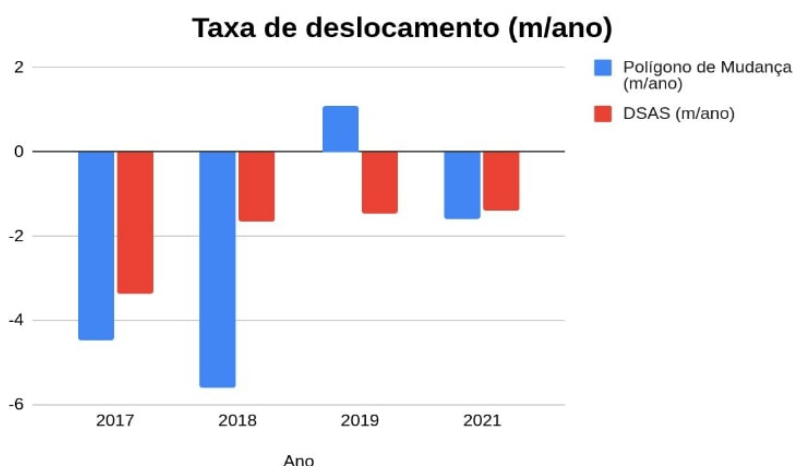


Figura 8. Gráfico comparativo da taxa de deslocamento da linha de costa para os métodos DSAS e Polígono de Mudança.

com estudos de Absalonsen e Toldo Jr. (2007) sobre a influência da inflexão da costa Mostardense e em parte com Simões (2015), já que os valores de recuo encontrados podem ter sido fortemente influenciados pelas reentrâncias morfológicas do segmento costeiro pois, espacialmente, percebe-se que as maiores variações foram observadas nestas feições.

Por fim, a Tabela 5 mostra uma síntese das principais características de cada abordagem.

Através da identificação das potencialidades

e fragilidades de cada método é possível indicar o mais eficiente para o objetivo deste estudo.

CONCLUSÕES

A utilização de diferentes abordagens para aferição do processo de movimentação da linha de costa, com base em geoindicadores, permitiu caracterizar a dinâmica do Balneário São Simão para os anos de 2017 a 2021, gerando informações essenciais para o planejamento e gerenciamento costeiro da localidade. Em termos gerais, os

Tabela V. Características dos métodos de quantificação da variação da linha de costa.

Características	DSAS	Polígono de Mudança
Distância entre linhas	Principal resultado	Pode ser calculada a distância média
Produtos estatísticos	Gerados automaticamente	Não são gerados automaticamente
Ferramenta Automatizada	Sim	Não
Área de Mudança	Não realiza o cálculo	Principal Resultado
Resultados Gráficos	Sim	Não
Classificação do segmento costeiro, segundo classificação de Luijendijk et al. (2018)	Erosão Intensa	Erosão Intensa

resultados obtidos através do método DSAS mostram que o litoral do Balneário São Simão está sob tendências erosivas. Isso é observado principalmente na parte central-norte. Em contrapartida, a porção sul apresentou-se acrescida e estável. O mesmo foi demonstrado pelo método do Polígono de Mudança, o qual apresentou, predominantemente, taxas de recuo da linha de costa para o período analisado. A exceção ocorreu apenas no período de 2019 a 2021, com avanço de 1,1 metros.

O DSAS e o Método do Polígono de Mudança se mostraram eficientes para o objetivo proposto, apresentando, de modo geral, uma concordância quanto aos resultados obtidos. Uma exceção ocorreu no intervalo de 2019 a 2021, que para o método do Polígono de Mudança o segmento costeiro se mostrou em acreção, ao passo que pelo DSAS houve erosão.

Considerando a morfologia da Praia de São Simão, o Método do Polígono de Mudança foi o que melhor se adequou à realidade local. Tendo em vista que o DSAS realizou os cálculos de forma pontual em cada transecto, os resultados finais para essa abordagem são passíveis a subestimação ou superestimação das taxas de movimentação da linha de costa, não coincidindo com o panorama real da dinâmica costeira do balneário. Levando em consideração que o Balneário São Simão é um litoral caracterizado por sua linha de costa heterogênea, apresentando reentrâncias ao longo do segmento, a abordagem conferida pelo método do Polígono de Mudança se mostrou mais próxima da realidade. Por fim, estudos que visam comparações metodológicas são de grande importância para gestores costeiros, uma vez que auxiliam na escolha da melhor estratégia a ser aplicada em determinada região.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), Campus Rio Grande, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de pesquisa de Iniciação Tecnológica. Ao grupo de pesquisa Geotecnologias e Meio Ambiente do IFRS pelas oportunidades e

conhecimentos adquiridos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABSALONSEN, L.; TOLDO JR, E.E. A Influência da Inflexão Costeira na Variabilidade da Linha de Praia em Mostardas – RS. Porto Alegre: Pesquisas em Geociências – ISSN 1807-9806, p. 3-18, 2007.
- ALBUQUERQUE, M.G. Análise espaço-temporal das causas da variabilidade da linha de costa e erosão na praia do Hermenegildo, RS. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- ANFUSO, G.; BOWMAN, D.; DANESE, C.; PRANZINI, E. Transect based analysis versus area based analysis to quantify shoreline displacement: spatial resolution issues. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 188, n. 10, p. 1–14, 2016.
- BARLETTA, R.C. Efeito da interação oceano-atmosfera sobre a morfodinâmica das praias do litoral central do Rio Grande do Sul, Brasil. Rio Grande. Dissertação de Mestrado em Oceanografia Física, Química e Geológica, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, 2000.
- BOAK, E.H.; TURNER, I.L. Shoreline definition and detection: A review. *Journal of Coastal Research*, v. 21, n. 4, p. 688–703, 2005.
- ESTEVES, L.S., Finkl, C.W. The problem of critically eroded areas (CEA): an evaluation of Florida beaches. *Journal of Coastal Research*, 26, SI, 11-18, 1998.
- ESTEVES, L.S. Shoreline changes an coastal evolution as parameters to identify priority areas for management in Rio Grande do Sul, Brazil. *Pesquisas em Geociências*, 31(2):15-30, 2004.
- IPCC. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 3–32, 2021.

(doi:10.1017/9781009157896.001.)

LEAL, K.B. Análise da variação da linha de costa nos balneários Mostardense, Mar Grosso, Cassino e Barra do Chuí-RS a partir de geotecnologias. Monografia- Instituto de Ciência Humanas, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2016.

LEAL, K.B.; OLIVEIRA, U. R.; ESPINOZA, J. M. A. Beach dune limit variation on Mostardense, Mar Grosso, Cassino and Barra do Chuí beaches, in the south of Brazil between 2003-2015. *Quaternary Environmental Geosciences*, v. 9, n. 1, p. 25-37, 2018. (<http://dx.doi.org/10.5380/abequa.v9i1.53226>)

LUIJENDIJK, A.; HAGENAARS, G.; RANASINGHE, R., BAART, F.; GENNADII, D.; ARNINKHOF, S. The state of the world's beaches. *Scientific Reports-Nature*, v. 8, n. 6641, p. 1-11, 2018.

MEDEIROS, E.C.S; PANTALENA, A.F; MIOLA, B.; LIMA, R.S; SOARES, M.O. Percepção ambiental da erosão costeira em uma praia no litoral do Nordeste do Brasil (Praia da Taíba, CE). *Revista de Gestão Costeira Integrada*, v.14, p.471-482, 2014. (<https://doi.org/10.5894/rgci488>)

MOREIRA, T. F., ALBUQUERQUE, M.G., ESPINOZA, J.M.A, DE PAULA, D.P., ALVES, D.C.L., BARROSO, E.L., BENDÔ, A.R.R., CONCEIÇÃO, T.F. Estudo do Comportamento da Linha de Costa na Praia do Icarai (Caucaia, Ceará), a partir dos Métodos Digital Shoreline Analysis System e do Polígono de Mudança. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 13, n. 07, p. 3395, 2020.

MÖLLER, B.A. IMPLICAÇÕES DA DINÂMICA EÓLICA SOBRE A ÁREA DO BALNEÁRIO DE SÃO SIMÃO, MOSTARDAS, RS. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento Costeiro)- Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2019 .

MULER, M. Avaliação da vulnerabilidade de praias da Ilha de SC a perigos costeiros através da aplicação de um índice multicritério. 2012. 213 f. Dissertação (Mestrado), Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

OLIVEIRA, U., SIMÕES, R. Geomorfologia da Costa Central e Sul do RS com fotografias aéreas

oblíquas de drone. Rio Grande: FURG, p-88, 2020.

SIMÕES, R. Análise da distância média entre as ocupações a beira-mar e o limite superior da praia nos Balneários São Simão, Mostardense, Praia do Farol e Mar Grosso, RS. Monografia- Instituto de Ciência Humanas, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2015.

SMITH, M.J.; CROMLEY, R.G. Measuring Historical Coastal Change using GIS and the Change Polygon Approach. *Transactions in GIS*, v. 16, n. 1, p. 3–15, 2012.

SOUZA, C.R.G., FILHO, P.W.M.S., ESTEVES, L.S., VITAL, H., DILLENBURG, S.R., PATCHINEELAM, S.M., ADDAD, J.E. Praias Arenosas e Erosão Costeira. *Quaternário do Brasil*. Holos Editora, Ribeirão Preto, p. 130-150, 2005.

STROHAECKER, T.M. 2008. Dinâmica populacional. In: ZAMBONI, A.; NICOLODI, J.L. (Org.). *Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil*. Brasília: MMA, 2008. p. 59-75.

TAGLIANI, P.R.A. Ecologia da paisagem da Restinga da Lagoa dos Patos. Rio Grande: FURG, p.184, 2011.

THIELER, E.R., HIMMELSTOS, E.A., ZICHICHI, J.L., ERGUL, A. Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 - An ArcGIS extension for calculating shoreline change. U.S. Geological Survey: Open-File Report, Series Number 2008-1278, 2009.

