AVALIAÇÃO D ADINÂMICA DA COBERTURA DE DUNAS EM GAROPABA/SC ENTRE OS ANOS DE 1985 E 2015 COM O USO DE IMAGENS DA SÉRIE LANDSAT

Jean Marcel de Almeida Espinoza [1], Deivid Cristian Leal-Alves [2], Bento Almeida Gonzaga [3]; e, Tatiana de Almeida Espinoza [4]

[1]Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – Campus Caçador, Avenida Fahdo Thomé, 3000, Caçador - SC, Brasil, CEP: 89.500-000, jean.espinoza@ifsc.edu.br; [2]Universidade Estadual do Matogrosso do Sul – UEMS – Campus Jardim, Av. 11 de Dezembro, 1425 - Vila Camisão, Jardim - MS, 79240-000, dclealalves@gmail.com; [3]Universidade Federal de Santa Catarina – Departamento de Geociências, Campus João David Ferreira Lima, s/n - Trindade - CEP 88.040-900 - Florianópolis/SC - Brasil. Centro de Filosofia e Ciências Humanas - Bloco F (3º andar) e profbentoag@gmail.com; e, [4]A Universidade Federal do Rio Grande – FURG – Campus Carreiros, Instituto de Oceanografia (IO) - Av. Itália, km 8, Rio Grande - RS, Brasil, CEP: 96.203-900, tespinoza273@gmail.com.

RESUMO

O crescimento da ocupação urbana em zonas costeiras tem ocorrido de forma expressiva nas últimas décadas, afetando a composição e funcionalidade dos ecossistemas que as compõem. Esse trabalho analisou a dinâmica espaço-temporal das dunas no Município de Garopaba/SC, Brasil. Para tanto, estimou-se a evolução da cobertura de dunas para um período de 30 anos (1985-2015) a partir do emprego de dados dos sensores da série LANDSAT. Como resultado, foi identificado e mapeado a redução de aproximadamente 12.000 hectares de dunas no município no período, com maior intensificação a partir do ano de 2005. O trabalho reforça o fato de o sensoriamento remoto ser uma ferramenta importante no estudo e gestão da zona costeira, devido ao baixo custo e acessibilidade dos dados bem como a possibilidade de acompanhamento temporal.

Palavras-chave — IHS, Transformação no espaço de cores, Litoral de SC.

ABSTRACT

The growth of urban occupation in coastal areas has occurred significantly in recent decades, affecting the composition and functionality of the ecosystems that compose them. This work analyzed the space-time dynamics of the dunes in the Municipality of Garopaba/SC, Brazil. For that, the evolution of the dune cover was estimated for a period of 35 years (1985-2015) from the use of data from the sensors of the LANDSAT series. As a result, the reduction of approximately 12,000 hectares of dunes in the municipality during the period was identified and mapped, with greater intensification from the year 2005. The work reinforces the fact that remote sensing is an important tool in the study and management of the coastal zone, due to the low cost and accessibility of data as well as the possibility of temporal monitoring.

Key words — IHS, Transformation in the color space, Coast of SC.

1. INTRODUÇÃO

Zona costeira pode ser entendida como região de interação entre o continente, as águas continentais, a atmosfera e o oceano, que envolve processos físicos, químicos, biológicos e socioeconômicos, havendo troca dinâmica de energia e materiais [1]. Nela se encontra a planície costeira, dunas, banhados, marismas e mangues, lagoas, estuários, e oceano adjacente.

Dunas costeiras representam uma das principais feições resultantes de processos geomorfológicos de origem eólica [2]. Essas feições são caracterizadas por depósitos sedimentares formados pela interação de grãos de areia, ação dos ventos e presença de vegetação [1].

É importante destacar que as dunas são Área de Preservação Permanente (APP), de uso comum da população, sendo vedada a sua apropriação, ocupação e descaracterização, como define a constituição Federal de 1998 4°/Art. 225 e Lei 7661/Art. 10 do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. A criação de projetos para manejo de dunas é um relevante instrumento para que haja a conservação das mesmas, assim equilibrando as intervenções antrópicas [3].

A área de estudo do presente trabalho é o município de Garopaba, localizado no setor centro-sul, que abrange mais cinco municípios: Paulo Lopes, Imaruí, Imbituba, Laguna e Jaguaruna (Fig. 1).

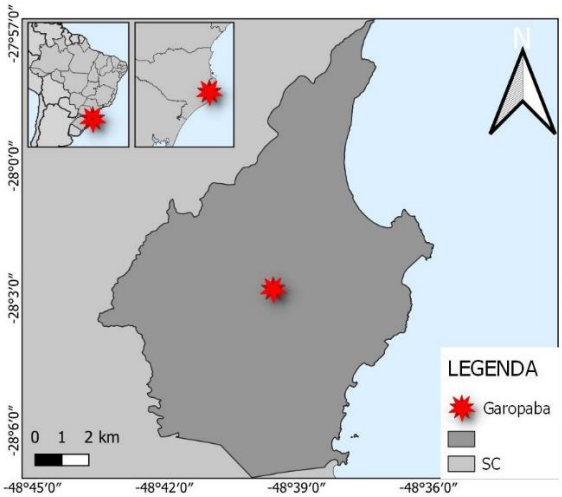

Figura 1. Localização da área de estudo.

Garopaba tem população estimada no ano de 2017 de 22.082 habitantes (IBGE, 2017), em uma área de 114.670,00 hectares, com uma densidade demográfica de 157,17 hab/km/² (IBGE, 2010), e durante a temporada de verão recebe até 140 mil turistas [4]. Há duas unidades de conservação que abrangem parte do território do município Garopaba. A primeira é a Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca, que possui área de 156.100,00He ao longo de 130 km da linha de costa, abrangendo nove municípios dos setores centro-sul e centro (Brasil, 2000). Aproximadamente 20% da área da APA abrangem ecossistemas costeiros, como dunas, lagunas, lagoas, vegetação de restinga entre outros, sendo o restante marinho [5]. A expansão urbana da região centro-sul de Santa Catarina se deu de forma mais acelerada a partir da construção da BR-101 (Scherer et al., 2006), rodovia Federal longitudinal que corta o Brasil na direção norte-sul junto ao litoral. Em Santa Catarina, o trecho norte da rodovia liga ao estado do Paraná e o trecho sul ao Rio Grande do Sul. Ambos os trechos foram duplicados a partir dos anos 2000, sendo que o trecho norte foi concluído em 2003 e o trecho sul iniciado em 2005 e finalizado em 2016 (DNIT). Isso levou a novos pulsos de pressão sob os municípios costeiros do setor centro-sul [6], uma vez que obras de infraestrutura como rodovias e portos estão relacionados ao crescimento de cidades costeiras ao redor do globo [7].

Nesse contexto, a cobertura de dunas no municio de Gropaba tem sofrido alterações severas, sendo fundamental o acompanhamento de sua dinâmica. A partir do exposto, este trabalho apresenta uma análise da cobertura dunar através de ferramentas e técnicas de Sensoriamento Remoto, o mapeamento o sistema de dunas frontais e embrionárias no trecho litorâneo pertencente ao município de Garopaba/SC, para um período de 30 anos (1985-2015).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho se dividiu em duas etapas principais: (a) Determinação da área da cobertura de dunas ao longo dos últimos 35 anos para área de estudo a partir de dados de sensores satelitais; (b) Determinação dos padrões espaço-temporais da dinâmica da cobertura de dunas local. O fluxograma da Figura 2 descreve, resumidamente, todos os procedimentos realizados.

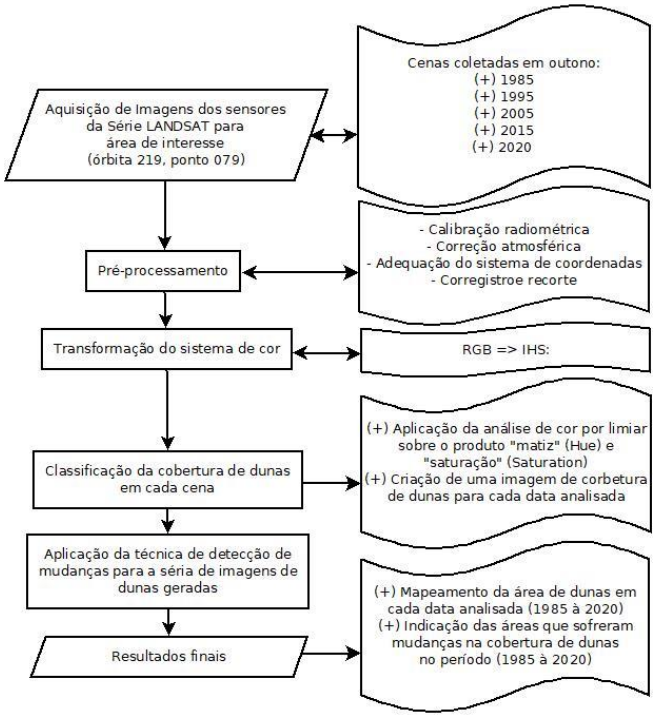

Figura 2. Fluxograma metodológico.

Para a análise multitemporal utilizaram-se imagens orbitais do sensor TM/LANDSAT-5 para os anos de 1985, 1995 e 2005 e do sensor OLI/LANDSAT-8 para o ano de 2015. As cenas foram obtidas, sem custos, em formato TIFF e nível de processamento L1T no repositório eletrônico do Serviço Geológico Americano [8].

Em sequência, foi aplicado o pré-processamento dos dados, dividido em: (a) Correção radiométrica, que consistiu na transformação dos valores pictóricos das imagens de contadores digitais (CD) para valores de radiância spectral; (b) correção atmosférica, que foi empregada com o intuito de reduzir os efeitos de dispersão atmosférica, bem como aprimorar o contraste e reduzir os erros sobre os dados-imagem utilizados - para tanto, foi empregada a técnica de subtração do pixel negro (Dark Object Substract - DOS); (c) correção geométrica das cenas, onde se empregou o corregistro, que visou a representação espacial dos dados em um sistema de coordenadas geográficas padrão e a concidência especial dos pixels, permitindo a análise temporal das mudanças, a adequação do sistema de coordenadas para o padrão brasileiro (SIRGAS-2000) e o recorte das cenas para extração apenas das áreas de interesse.

Como etapas de processamento dos dados, visando a extração de informação dos dados, faram empregados dois passos principais: (a) conversão das cenas para o sistema de representação de cores IHS (Intensidade, Matiz e Saturação), pertindo a identificação cromática dos alcos, em especial as dunas, com a aplicação de um limiar sobre as cenas, o que gerou uma cena de dunas para cada data; e, (b) Detecção de mudanças através da técnica do vetor de mudanças, aplicada através da subtração de duas imagens de dunas sequentes (ex.: 1995 - 1985; 2005 - 1995).

Já que as dunas são alvos de coloração branca, devido sua composição básica de areias de quartzo, tem seus pixels assumindo uma posição próxima ao eixo central do cone de cores IHS (Fig. 3), ficando compreendidos por um intervalo de limiar (threshold).

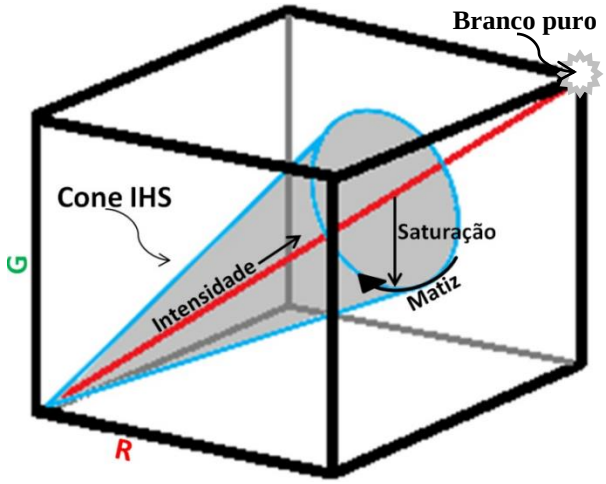

Figura 3. Representação do espaço dos espaços de cor RGB e IHS.

Com essa premissa, geraram-se imagens de dunas d ecada data de interesse. Essas inagens de dunas serviram de entrada para a detecção de mudanças na cobertura de dunas. Esse cálculo do ganho e/ou perda de dunas consistiu a relação aritmética simples de variação de área (ΔA), indicada na equação sequente, onde quando ΔA é positivo tem-se que a região sofreu ganho, quando negativo a região sofreu perda.

$$\Delta A = Af - Ai$$

Onde, *Af* equivale à área na data final do intervalo e *Ai* corresponde à área na data inicial do interval. Com isso, foi gerada uma imagem de mudanças para a cobertura de dunas em cada intervalo analisado.

3. RESULTADOS

A quantificação das áreas de acúmulo e perda de área de dunas, a partir do sensoriamento remoto, também possibilitou espacializar as localidades onde esses processos são mais evidentes. Como esperado, as maiores perdas concentraram-se principalmente no barlavento destes campos de dunas, ao passo que os maiores ganhos sedimentares concentram-se no sotavento, conforme a natureza transgressiva dessas morfologias.

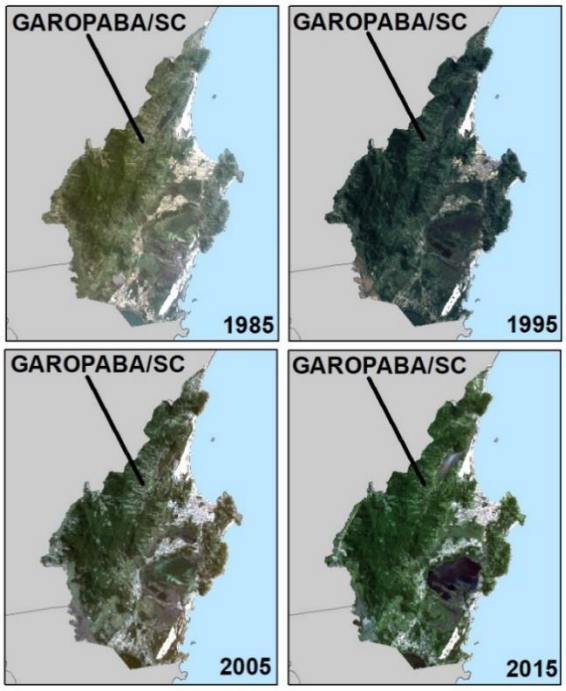

Figura 4. Recortes das cenas utilizadas.

Dessa análise, gerou-se a variação da cobertura de dunas acumulada para o período (Fig. 5). Isso totalizou aproximadamente 33 hectares de redução na cobertura de dunas local ao longo do período de 1985 e 2015.

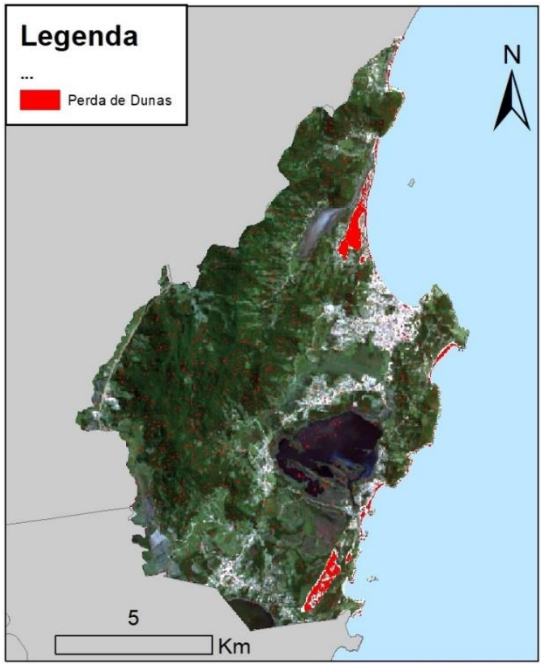

Figura 5. Variação da cobertura de dunas entre 1985 e 2015.

4. DISCUSSÃO

No município de Garopaba existem quatro gerações de campos de dunas, sendo duas gerações mais antigas e internalizadas formadas durante os dois últimos eventos máximos transgressivos do nível médio do mar (Pleistoceno e Holoceno) [9]; e duas gerações mais recentes que teriam se formado associados à regressão que ocorreu após o máximo holocênico. Há também dois campos de dunas transgressivas ativas de aproximadamente três quilômetros de extensão que migram no sentido NE-SW.

Entre 2005 e 2015 houve redução de 35% da área de dunas do município de Garopaba, equivalente a 84 hectares. No mesmo período, o crescimento urbano sobre as dunas do município correspondeu a 32,74 hectares (Fig. 5), ou seja, a mancha urbana foi responsável por 39% da área total de dunas suprimidas no período de estudo.. Os campos de dunas também são importantes no balanço hídrico (regulação). São uma espécie de filtro que ao reter água doce abaixo da superfície, funcionam como uma barreira à intrusão da cunha salina no lençol freático, protegendo a qualidade das águas subterrâneas e solo das regiões costeiras (benefício) [10].

O impacto da construção civil sobre o sistema de dunas representa perda na capacidade desse ecossistema de fornecer através de seus processos ecológicos, serviços ecossistêmicos importantes que beneficiam a maior parte da comunidade local. O sistema urbano utiliza de serviços de suporte para estabelecimento de residências e estradas. Isso causa a fixação do campo de dunas, e perda de hábitat a espécies pioneiras e fauna associada, impactando a biodiversidade. Espécies de vegetação exótica como a Casuarina foram plantadas para estabilizar as dunas adjacentes afim de reduzir o transporte de grãos pelo vento e proteger as casas [11]. A infestação de Pinus na região representa perda de biodiversidade, e perda de cenário, serviços ecossistêmicos de suporte e cultural fornecidos pelos ecossistemas costeiros.
.

5. CONCLUSÕES

A perda da regulação do balanço sedimentar no sistema praia-duna pela fixação das dunas diminui a disponibilidade de sedimento para formação dos bancos de areia sub-aquosos. Isso causa impacto na refração e quebra de ondas, consequentemente alterando a dinâmica ambiental da biota local, bem como na prática de esportes aquáticos (cultural), que incrementam o turismo local. Altera ainda a morfodinâmica praial, tornando a praia mais dissipativa e suscetível à ressacas do mar [12].

Monitorar oa dinamica das dunas num ambiente costeiro como a exemplo do município de Garopaba/SC é fundamental para compreender os efietos de eventuais mudanças que venham a surgir nesse ambiente. Nesse sentido, o sensoriamento remoto é uma importante alternativa, pemitindo análises espaço-temporais a baixo custo

8. REFERÊNCIAS

[1] U., SEELIGER; C., ODEBRECHT;, J.P., CASTELLO. Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil. Ed. Ecoscientia, Rio Grande (RS), 341p, 1998

[2] G. B, FERNANDEZ; T. G., PEREIRA; T. B., ROCHA; V., MALUF; M., MOULTON; S. R., OLIVEIRA FILHO. Classificação morfológica das dunas costeiras entre Cabo Frio e o Cabo Búzios, litoral do estado do Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Geomorfologia, 18 (3): 595-622. http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v18i3.862. 2017.

[3] PORTZ, L. C. Contribuição para o estudo do manejo de dunas: caso das praias de Osório e Xangri-lá, litoral norte do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. 144p. 2008.

[4] C.K., BRUSIUS. A influência do turismo na expansão da construção civíl no município de Garopaba. Monografia de conclusão de curso, Centro Sócio Econômico, Departamento de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. 2010.

[5] M.M., MACHADO. Uso e ocupação do solo da Área de Proteção Ambiental do Entorno Costeiro do parque Estadual da Serra do Tabuleiro: Contexto para a praia da Pinheira e Guarda do Embaú no município de Palhoça/SC. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2014.

[6] H.S., MACEDO; M., VIVACQUA; H.C.L., RODRIGUES; L.C., GERHARDINGER. Governing wide coastal-marine protected territories: A governance analysis of the Baleia Franca Environmental Protection Area in South Brazil. Marine Policy, p.118-125, vol.41, 2013.

[7] J.M., BARRAGÁN & M., ANDRÉS. Analysis and trends of the world's coastal cities and agglomerations. Ocean and Coastal Management, p.11-20, 114, 2015.

[8] ESTADOS UNIDOS. USGS. United States Geological Survey. Repositório Eletrônico do Serviço Geológico Americano. 2022. Disponível em: https://earthexplorer.usgs.gov/. Acesso em: 18 set. 2022.

[9] V. R., MENDES; P.C.F., GIANNINI; C.C.F., GUEDES; R., DeWITT; H.A.A., ANDRADE. Cronologia dos campos de dunas da costa central catarinense e a influência do nível relativo do mar e das mudanças climáticas. Jornal Brasileiro de Geologia, 45 (1), p. 79-95, 2015.

[10] G.C., SILVA JR.; M.G., LOWSBY; M.G., ALVES; P.L., FERRUCIO; A.C., MONTEIRO; R.R., ALMEIDA. A problemática da intrusão marinha nos aqüíferos costeiros do leste fluminense: um estudo de caso – a região oceânica de Niterói: Anais do 1° Joint World Congress on Groundwater, Fortaleza, 2000.

[11] R.L., HENTSCHEL. Gradiente vegetacional, variáveis ambientais e restauração na restinga da praia do Ouvidor, Garopaba, Santa Catarina. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Porto Alegre, 2008.

[12] L.J., CALLIARI; D., MUEHC; F.G., HcOEFEL; E., TOLDO JR.. Morfodinâmica praial: uma breve revisão. Revista Brasileira de Oceanografia. p. 63-78, 5l (único), 2003.