

MORFOLOGIA E MORFODINÂMICA DE UM SEGMENTO DO SISTEMA DE DUNAS HOLOCÊNICAS CAUEIRA - ABAÍS, ESTADO DE SERGIPE

Débora Barbosa da Silva ¹
Neise Mare de Souza Alves ²
Lucas Silva Leite ³

RESUMO

O litoral sul do estado de Sergipe apresenta uma planície costeira caracterizada por um sistema de dunas com peculiaridades morfológicas e evolutivas distintas. Este artigo objetiva identificar as principais morfologias e processos morfodinâmicos atuantes em um segmento do sistema de dunas holocênicas Caueira-Abaís. Esta análise foi embasada na classificação morfológica para dunas costeiras de Fernandez *et al.* (2017) e Hesp (2013), na análise da morfodinâmica e da estabilidade morfológica balizada em Tricart (1977), além da adoção de procedimentos como levantamento bibliográfico e cartográfico, análise de imagens de satélite (*Google Earth*, 2024) e trabalho de campo. Na área de estudo destacam-se três estágios evolutivos interrelacionados do sistema de dunas que apresentam morfologias e intensidade morfodinâmica particulares. O cordão de dunas, situado mais a retaguarda da linha de costa, limita-se com o terraço marinho e corresponde ao subsistema de geoformas mais evoluídas, similares às dunas parabólicas, caracterizadas pelo ancoramento da cobertura vegetal arbórea/arbustiva. Contudo, a dinâmica de uso e ocupação das terras influenciam a morfodinâmica e a gênese de morfologias de complexas, além de dunas dômicas e parabólicas ativas e semifixas com morfodinâmica forte a muito forte e fraca. Situado mais próximo da linha de costa, encontra-se o subsistema constituído por dunas frontais, dunas embrionárias associadas com lençol de areia, no qual destacam-se as dunas frontais, dunas livres, nebkas, *blowouts*, e lençol de areia com morfodinâmica muito forte em razão da cobertura vegetal rarefeita. Entre os dois subsistemas descritos encontra-se uma antiga superfície de deflação, de baixa declividade, caracterizada por morfologias de nebkas inativas, nebkas com flancos íngremes e erosão escalonada, lagoas freáticas, retrocordões e *blowouts* com a atuação de morfodinâmica fraca.

Palavras-chave: Morfologia, Morfodinâmica, Sistema de dunas.

INTRODUÇÃO

As dunas costeiras holocênicas inspiram a investigação científica em razão de inúmeras singularidades envolvidas nos processos de gênese e evolução, bem como nos

¹ Departamento de Geografia da Universidade Federal de Sergipe - UFS, deborabarbs@email.com;

² Departamento de Geografia da Universidade Federal de Sergipe - UFS, neisemare@gmail.com;

³ Mestre em Geografia, SEC-BA, silwa_lukas@hotmail.com;



fatores da organização social do espaço que concorrem para potencializar a dinâmica natural.

A energia eólica, a energia gravitacional associada à relação altitude/declividade e a energia das águas oceânicas atuam como as principais fontes de energia para a evolução dos campos dunares, influenciando os processos de modelagem das feições.

Os depósitos eólicos costeiros e seus processos resultam das interações de interdependência entre condições climáticas, direção e intensidade dos ventos, disponibilidade e granulometria dos sedimentos, da mesma forma que barreiras físicas como a cobertura vegetal e morfologias costeiras (Hesp, 2013; Yan & Bass, 2015).

A evolução das feições geomórficas de dunas da área de estudo estão relacionadas com os processos de evolução da planície costeira em Sergipe durante o Quaternário, destacando-se processos de retrogradação da linha de costa, além da formação de praias arenosas responsáveis pelo suprimento de sedimentos na fração areia fina a média (Brasil, 1983), passível de transporte.

A morfodinâmica nos campos de dunas transgressivos traduz um conjunto de processos resultantes das interações entre a dinâmica da praia e dos ventos no sistema costeiro. Desse modo, a dinâmica das marés, ondas e correntes sobre os sedimentos da plataforma continental controlam, juntamente com a dinâmica eólica, o balanço entre influxo e efluxo de sedimentos e originam um modelado de feições deposicionais e erosivas do campo eólico (Silveira *et al.*, 2022). No entanto, a densidade da cobertura vegetal e as ações humanas constituem fatores potencializadores ou atenuantes que contribuem tanto para o modelamento das formas quanto para as relações de equilíbrio dos fluxos de sedimentos (Silva, 2021).

Desse modo, este artigo objetiva identificar as principais morfologias e processos morfodinâmicos atuantes em um segmento do sistema de dunas holocênicas Caueira-Abais.

METODOLOGIA

Esta análise foi embasada na classificação morfológica para dunas costeiras empreendida por Branco *et al.* (2003), Hesp (2013), Fernandez *et al.* (2017), Domingues (2021), considerando as morfologias que apresentam processos de evolução distintos e peculiares do litoral Sul de Sergipe.

A estabilidade morfológica e a intensidade da morfodinâmica do sistema de dunas foram balizadas em Tricart (1977), que estabelece a classificação de ambientes estáveis e instáveis baseada na atuação dos processos de pedogênese e morfogênese, possibilitando compreender as dinâmicas de alteração das morfologias. Além disso, a análise da cobertura florística e dos processos da dinâmica costeira complementaram a produção dos resultados esperados.

Dentre os procedimentos adotados destacam-se o levantamento bibliográfico e cartográfico, análise de imagens de satélite (Google Earth, 2024) e trabalho de campo possibilitando a confecção do mapa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de dunas holocênicas (Figura 1) analisado integra, juntamente com outros ambientes, a planície costeira do litoral Sul, situada nas proximidades do povoado Abaís, nos municípios de Estância e Itaporanga D'Ajuda, estado de Sergipe.

Figura 1 – Localização do segmento do sistema de dunas, municípios de Estância e Itaporanga D'Ajuda.



Fonte: Adaptado de *Google Earth*, 2024.

Este ambiente está submetido ao clima subúmido (Alvares, 2013). No entanto, o município de Estância registrou precipitação anual de 1723,6 mm no ano de 2023 (Sergipe, 2024) e temperaturas elevadas, que influenciam a dinâmica e a intensidade das correntes eólicas. Dentre os principais sistemas meteorológicos atuantes em Sergipe estão os sistemas frontais, o sistema de brisas, a Zona de Convergência Intertropical, os vórtices ciclônicos de altos níveis, as ondas de leste (Diniz *et al.*, 2014), além de fenômenos como El Niño e La Niña.



Apesar da baixa amplitude térmica, no período outono-inverno, os ventos de sudeste (Castelhano, 2022) atuam com maior intensidade, além da ocorrência de temperaturas mais atenuadas e precipitações pluviométricas volumosas. As correntes eólicas apresentam maior energia, capacidade de abrasão e transporte tornando-se potencialmente favorável a elevar a intensidade morfodinâmica durante o período chuvoso.

As dunas holocênicas da planície costeira pesquisada exibem uma configuração sistêmica de organização que demonstra interdependência e variabilidade quanto à gênese, feições morfológicas e intensidade de processos morfodinâmicos. Desse modo, considerando os padrões estruturais da organização deste sistema de dunas, a partir da linha de costa, destacam-se três compartimentos ou subsistemas com padrões morfológicos específicos - o campo de dunas frontais, dunas embrionárias e lençol de areia, uma antiga superfície de deflação e um cordão de dunas de feições complexas (Alves *et al.*, 2024).

Situado mais à vanguarda da linha de costa, o subsistema constituído pelo campo de dunas frontais, dunas embrionárias e lençol de areia abrangem morfologias em estágio evolutivo inicial, cujos processos morfogenéticos e morfodinâmicos estão diretamente relacionados com a variabilidade da linha de costa, a intensidade dos ventos, além da dinâmica das ondas e marés. Neste subsistema dunar destacam-se morfologias primárias, de formação mais recente, resultantes de maior influxo de sedimentos da praia como as dunas frontais, dunas embrionárias livres, nebkas, além de efluxo em direção a barlavento formando *blowouts* e lençol de areia.

As dunas frontais, na maior parte da extensão da área de estudo, são inexistentes ou de baixa altura, característico de processos incipientes de evolução consequentes da atuação da dinâmica oceânica. Assim, a ação das ondas, marés e eventos de tempestade costeira, como as ressacas, potencializam os processos de desmonte das dunas frontais que constituem barreiras naturais à progradação da linha de costa.

Dentre os principais fatores que contribuem para explicar estas feições morfológicas estão os processos relacionados com a erosão costeira local e atividades antropogênicas, destacadamente, as construções de residências, restaurantes, bares e calçamento para alocação de infraestrutura comercial, principalmente no povoado Abaís. A contenção da erosão costeira, no povoado Abaís, ocorre através da implantação de



infraestrutura de enrocamento de rochas para atenuar os efeitos dos processos costeiros sobre a orla.

As dunas, neste subsistema, são incipientes, embrionárias, de baixa altura, majoritariamente inferiores a 1 metro, com grande mobilidade em virtude da baixa densidade da cobertura florística que contribui para a formação de dunas livres.

A velocidade dos ventos, além de temperatura, luminosidade e salinidade elevadas, sedimentos arenosos com baixa reserva hídrica e de nutrientes constituem condições ecológicas limitantes ao desenvolvimento vegetal. Desse modo, predominam espécies herbáceas psamófilas, esclerófitas, suculentas, estoloníferas e reptantes da restinga com ocorrência escassa.

Os *blowouts* surgem, neste subsistema, como cortes e cavidades erosivas situadas entre dunas devido ao maior efluxo de sedimentos e deposição a favor do vento. Estas morfologias, geralmente, estão associadas à ausência de cobertura vegetal e direção preferencial das correntes eólicas.

O lençol de areia é constituído por espriamento de sedimentos arenosos oriundos do efluxo do sistema praia-duna frontal que migra em direção ao continente. Esta morfologia exibe uma heterogeneidade de feições indefinidas caracterizadas, predominantemente, por ondulações centimétricas com cobertura vegetal inexistente e/ou muito rarefeita, além de estar associada a dunas em formação. Além disso, a progressão desta morfologia dunar também pode ser observada no limite de transição entre este subsistema e o subsistema da antiga superfície de deflação, evidenciando a dinâmica de transporte de sedimentos e a migração de dunas em evolução.

Dependente da maior densidade de cobertura vegetal e formação de agrupamento vegetal de estrato herbáceo – moitas, podem ocorrer acumulações eólicas vegetadas e isoladas denominadas *nebkas*.

Mais a retaguarda da linha de costa, limitando-se com o terraço marinho, encontra-se o subsistema cordão de dunas secundárias, organizadas em sequência paralela à linha de costa, de feições complexas decorrentes da variabilidade da intensidade dos processos morfodinâmicos. Notadamente, conservam, de modo geral, a forma de U, com convexidade voltada para barlavento, braços e crista totalmente ou parcialmente ancorados pela cobertura vegetal, bem como migração de sedimentos, muitas vezes, para a face de avalanche situada à sotavento das morfologias, predominando feições de dunas parabólicas.



Neste subsistema encontram-se as morfologias de maior altitude do sistema de dunas, em virtude da variação da densidade da cobertura vegetal que permite classificá-las como ativas e/ou semifixas. Neste subsistema, a vegetação tem papel importante na fixação dos sedimentos, controlando o potencial de efluxo dos ventos que origina a migração das dunas e uma diversidade de padrões de formas complexas, mas que conservam alguns aspectos da feição parabólica. A frente de migração das dunas ocorre em direção ao terraço marinho, e promove o assoreamento de lagoas freáticas, o soterramento de áreas de pastagens e da cocoicultura, e concorre para reduzir a altura das morfologias.

As formações eólicas complexas resultam da intensidade da morfodinâmica sobre a superfície de dunas parabólicas com distintas densidades de cobertura florística e da migração dos sedimentos.

Considerando alguns padrões de alteração nas características dos flancos e da bacia de deflação interna, decorrentes do trabalho eólico, surgem feições dunas parabólicas com bacia de deflação parcialmente preenchida por sedimentos, parabólicas com bacia de deflação preenchida por sedimentos ancorados por cobertura vegetal, parabólicas com flancos vegetados conectados e compartilhados entre dunas distintas, parabólicas desprovidas de vegetação, com bacia de deflação de tamanho reduzido e preenchida por sedimentos, além de migração livre sobre o terraço marinho, parabólicas com declividade suave à barlavento e face mais íngreme à sotavento.

No cume destas morfologias, a colonização vegetal propicia, algumas vezes, depósitos eólicos individualizados formando dunas dômicas apesar do predomínio de processos de transporte de sedimentos.

Curiosamente, este cordão de dunas apresenta maior altura à nordeste do povoado Abaís, enquanto à sudeste, aparecem alturas menos expressivas e, por vezes, desaparecem a uniformidade e a continuidade da sequência de distribuição, da mesma forma ocorre com a similaridade com dunas parabólicas.

A antropização é o principal fator de redução da cobertura florística, fragmentação de habitats, intensificação de deflação eólica, além de influenciar alterações nas feições das dunas parabólicas.

Entre os dois subsistemas descritos anteriormente, encontra-se uma antiga superfície de deflação de relevo plano, com suave abaciamento e cobertura florística formando um tapete de espécies herbáceas e higrófitas, além da ocorrência de espécies



dos gêneros Cactaceae e Arecaceae ou Palmaceae. Muitas vezes, quando esta cobertura vegetal se encontra interrompida, principalmente em razão da antropização, há processos de deflação e possível formação preferencial de *blowouts* neste subsistema.

Particularmente, neste subsistema, sobressaem, feições características de marcas onduladas ou semicirculares de acumulações eólicas, observadas nas imagens de satélite (Figura 1), que são encontradas à barlavento das dunas parabólicas. A origem deste elemento morfológico está relacionada com processos pretéritos de migração do cordão de dunas parabólicas, constituindo retrocordões (Silveira *et al.*, 2022) – rastros residuais pouco perceptíveis na pesquisa de campo devido a cobertura florística e à antropização.

A baixa declividade aliada ao abaciamento favorece a elevação do lençol freático após as chuvas e o surgimento de lagoas temporárias de feições alongadas e superfícies inundáveis, principalmente no período chuvoso. Na cobertura vegetal predominam espécies higrófitas que, no período do verão, têm significativa redução na cobertura da superfície.

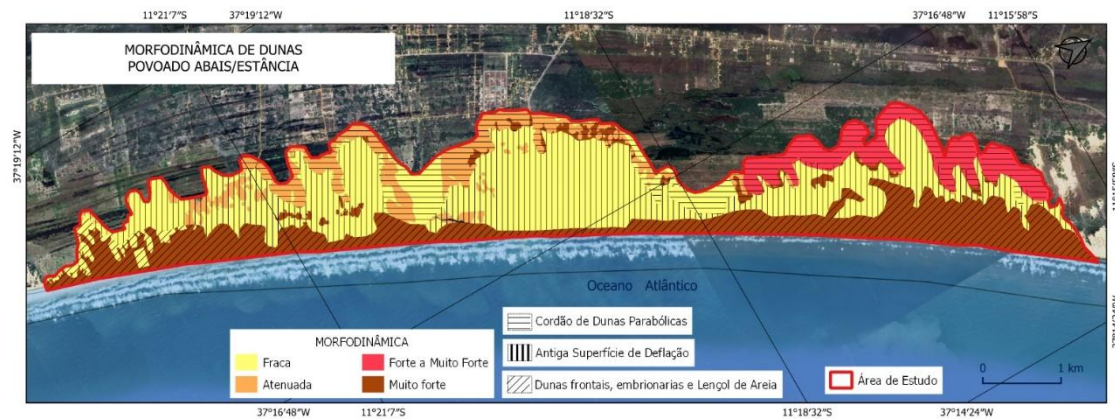
Neste contexto também ressaltam residuais de depósitos eólicos, de feições circulares resultantes do efluxo de sedimento do entorno, com densa cobertura vegetal no topo, similares a dunas nebkas, de baixa altura, com arredondamento das cristas. Estas aparecem isoladas com densa cobertura de espécies arbustivas que as tornam inativas, outras vezes, exibem flancos íngremes e erosão escalonada associada ao pastejo de animais.

O conjunto de processos da morfodinâmica atuantes no sistema de dunas holocênicas em análise estão fundamentados tanto no desequilíbrio entre o influxo e o efluxo de sedimentos, quanto na estabilidade das morfologias atribuída à densidade da cobertura vegetal, podendo ser influenciados pela dinâmica de uso e ocupação das terras. Desse modo, a intensidade da morfodinâmica (Figura 2) reflete a potencialidade do transporte eólico em alterar as morfologias e propiciar a migração das dunas, configurando ambientes predominantemente em resistasia (Tricart, 1977), com graus de intensidade diferentes.

O subsistema que compreende dunas frontais, dunas embrionárias e lençol de areia apresenta processos morfodinâmicos, destacadamente, de deflação eólica com migração de sedimentos sobre a antiga superfície de deflação, influxo de sedimentos da praia, além de efluxo de sedimentos pelas ondas e marés que promovem o desmonte de dunas frontais. Estes processos tornam a morfodinâmica muito forte, principalmente, em razão

da inexistência de barreiras físicas, cobertura vegetal escassa, exposição à intensidade dos ventos, além da antropização através de usos como lazer, construções de residências condomínios, cocoicultura, pastejo de animais da agropecuária extensiva como bovinos e ovinos, e circulação de veículos automotores.

Figura 2 – Morfodinâmica do segmento do sistema de dunas, municípios de Estância e Itaporanga D'Ajuda.



Fonte: Adaptado de *Google Earth*, 2025

Na antiga superfície de deflação, apesar da antropização com uso agrícola - cocoicultura, agropecuário, trânsito de veículos e casas de segunda residência alterar a cobertura do solo, reforçando a exposição da superfície à deflação, a recomposição florística é favorecida quando ocorrem chuvas, pois predominam espécies herbáceas de crescimento rápido. Por outro lado, a baixa declividade e o leve abaciamiento da superfície também dificultam o transporte eólico concorrendo para uma morfodinâmica fraca.

No cordão de dunas parabólicas de feições complexas, a cobertura vegetal arbórea e arbustiva quando propicia a total cobertura de partes da superfície das dunas semifixas, estabiliza os sedimentos e atenua os processos de deflação, propiciando uma morfodinâmica atenuada. Todavia, superfícies com cobertura vegetal descontínua e espaçada e desprovidas de cobertura vegetal atuam impulsionando uma morfodinâmica forte a muito forte.

Além disso, o pastejo de animais da agropecuária extensiva praticada no sistema de dunas holocênicas origina feições erosivas escalonadas nos flancos das dunas, semelhantes a terracetes, formando superfícies compactadas que potencializam a exposição à deflação e ao deflúvio, pois dificulta a colonização vegetal culminando em morfodinâmica muito forte.



A antropização, neste subsistema, intensifica a morfodinâmica através de outros usos ocorrentes nas dunas parabólicas como passeios utilizando veículos como o *buggy*, a extração vegetal e de areia, além da cocoicultura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O segmento do sistema de dunas da planície costeira, situado nas proximidades do povoado Abaís, nos municípios de Estância e Itaporanga D'Ajuda, compreende estágios evolutivos diferenciados de dunas transgressivas apresentando uma variabilidade morfológica e predomínio de morfodinâmica intensa potencializada pelo uso e ocupação das terras.

Notadamente, diante dos resultados expostos, o poder público não atua efetivamente no planejamento, monitoramento e fiscalização dos usos, desconsiderando o sistema de dunas holocênicas como atenuantes dos processos de alteração da linha de costa relacionados com as mudanças climáticas, alvo de preocupações atuais em todo o planeta.

Palavras-chave: Morfologia, Morfodinâmica, Sistema de dunas.

REFERÊNCIAS

ALVARES, Clayton Alcarde et al. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013 Tradução. Disponível em: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. Acesso em: 07 ago. 2024.

ALVES, N. M. S. et al. **Sistema de dunas holocênicas: cobertura florística e morfodinâmica, povoado Abaís - Estância/SE**. Anais do XX SBGFA - Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada & IV ELAAGFA - Encontro Luso-Afro-Americano de Geografia Física e Ambiente... Campina Grande: Realize Editora, 2024. Disponível em: <<https://mail.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/118528>>. Acesso em: 26/04/2025.

BRANCO, M. P. N. C.; LEHUGEUR, L. G. O.; CAMPOS, J. E. G. Proposta de classificação para as feições eólicas do setor leste da região metropolitana de Fortaleza – Ceará – Brasil. São Paulo. UNESP. **Revista de Geociências**, v. 22, n. 2, p. 163-174, 2003.

CASTELHANO, F. Análise da dinâmica dos ventos em Aracaju/Sergipe. João Pessoa. **Revista OKARA: Geografia em debate**, v. 16, n. 1, p. 125-135, 2022. ISSN: 1982-3878.



DINIZ, M. T. M.; MEDEIROS, S. C. de S.; CUNHA, C. J. Sistemas atmosféricos atuantes e diversidade pluviométrica em Sergipe. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 34, n. 1, p. 17–34, 2014. DOI: 10.5216/bgg.v34i1.29313. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/29313>. Acesso em: 02 abr. 2024.

DOMINGUES, M. M. Evolução de campos de dunas em costas progradantes: o caso da costa extremo sul de Santa Catarina, Sul do Brasil. São Paulo. **Tese de doutorado**. USP, 2021. 169 p.

FERNANDEZ, G. B. *et al.*. Classificação morfológica das dunas costeiras entre o Cabo Frio e o Cabo Búzios, Litoral do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v.18, n.3, (Jul-Set) p.595-622, 2017. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v18i3.862>

GOOGLE EARTH. Estância/Itaporanga D'Ajuda: Povoado Abaís. [S.l.]: Google, 2024. S.l.imagem de satélite. Disponível em: <https://earth.google.com>. Acesso em: 3 mar. 2024.

HESP, P. Conceptual models of the evolution of transgressive dune field systems. **Geomorphology**. Volume 199, 1 October 2013, Pages 138-149. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2013.05.014>.

YAN, N.; BASS, A. C. W. Parabolic Dunes and Their Transformations under Environmental and Climatic Changes: Towards a Conceptual Framework for Understanding and Prediction. **Global and Planetary Change**.2015. 124, 123-148. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2014.11.010>.

SERGIPE. Empresa de Desenvolvimento Agropecuário. **Pluviosidade média mensal por município**. Disponível em: <https://emdagro.se.gov.br/pluviosidade/>. Acesso em: 08/08/2024.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente. Diretoria Técnica. Rio de Janeiro, 1977, 97p. Original publicado em 1965, na França.

SILVA, T. C. L. Condição morfodinâmica e geomorfologia do Campo de Dunas do Baixo São Francisco no estado de Alagoas. – **Dissertação** (mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente. Maceió, 2021. 151 f. il. color. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/123456789/10813>. Acesso em: 8 jul 2025.

SILVEIRA, M. R.; DILLENBURG, S. R.; BARBOZA, E. G. Morfodinâmica do Sistema Praia-Duna da Barreira Costeira Holocênica do Siriú, Garopaba, SC. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. 2022, v.23, n.3; 1524-1547 (Jul-Set). DOI:10.20502/rbg.v23i3.1759.