



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IGEO
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E CLASSIFICAÇÃO DO CAMPO DE DUNAS
DE ABRANTES E JAUÁ, MUNICÍPIO DE CAMAÇARI - BAHIA

Micael Gidi de Carvalho

Salvador

2025

MICAEL GIDI DE CARVALHO

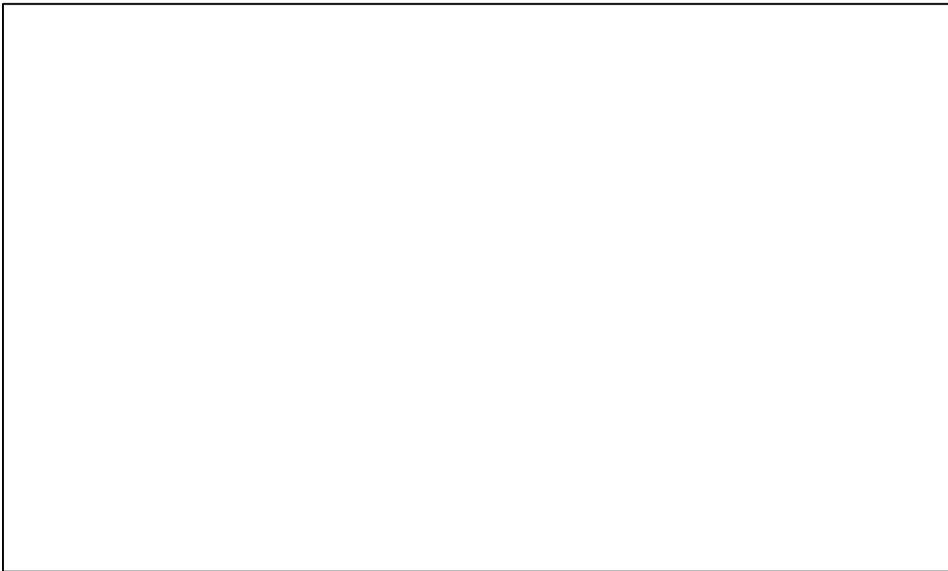
CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E CLASSIFICAÇÃO DO CAMPO DE DUNAS
DE ABRANTES E JAUÁ, MUNICÍPIO DE CAMAÇARI - BAHIA

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Geografia pela Universidade Federal da Bahia.

Orientadora: Profa. Dra. Junia Kacenenbogen Guimarães.

Salvador

2025



MICAEL GIDI DE CARVALHO

Caracterização morfológica e classificação do campo de dunas de Abrantes e Jauá no município de Camaçari, Bahia.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Geografia da Universidade Federal da Bahia como pré-requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Geografia pela seguinte banca examinadora:



Profa. Dra. Junia Kacelenbogem Guimarães
Orientadora – UFBA



Profa. Dra. Daria Maria Cordeiro Cardoso
UFBA



Profa. Dra. Jéssica Mata Lima
UFBA

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me concedido bênçãos e forças para poder estar aqui.

Agradeço a minha família por todo apoio ao longo dos anos, aos meus pais Adriano e Rita, aos meus avós João e Lúcia, as minhas irmãs Milena e Michele, aos meus sobrinhos Maria Luisa, João Miguel e Pedro e aos meus cunhados William e Iago. Agradeço a minha amiga Maria Clara por todo apoio e ajuda.

Agradeço a Universidade Federal da Bahia, pelos anos de ensino, pesquisa e extensão no curso de Geografia, e a todos os professores que me acompanharam nesta jornada. Em especial a Professora Dária, pelos anos de pesquisa e orientação vinculados ao programa institucional de bolsa de iniciação científica (PIBIC: CNPQ/UFBA), e a minha orientadora a Professora Junia, por toda a dedicação empenhada.

“Quando você quer alguma coisa, todo o Universo conspira para que você realize seu desejo” (Paulo Coelho)

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo caracterizar, classificar e compreender a evolução do campo de dunas de Abrantes e Jauá, localizado no município de Camaçari, Bahia. Para isso, foram definidos três objetivos específicos: mapear a morfologia das dunas da região, classificá-las conforme o tipo predominante e analisar sua evolução em curto prazo. A pesquisa adotou uma abordagem exploratória e descritiva, com caráter quantitativo, utilizando métodos observacionais, mapeando a partir de imagens de sensores remotos e visita técnica para validação das feições geomorfológicas. O estudo foi conduzido por meio do método hipotético-dedutivo, partindo da hipótese de que o campo de dunas analisado seria predominantemente composto por dunas parabólicas ou blowouts. A pesquisa foi estruturada em diferentes etapas. Inicialmente, realizou-se um levantamento bibliográfico sobre geomorfologia costeira e eólica, servindo como base teórica para a caracterização do campo de dunas. Em seguida, foi realizado o mapeamento geomorfológico da área. Para a análise da evolução das dunas da área de estudo, foram utilizadas fotografias aéreas de 1959, ortofotografia de 2022 e dados topográficos em curvas de nível, que foram interpolados para gerar um modelo atualizado da elevação do terreno. O mapeamento permitiu identificar a tipologia das dunas, considerando sua distribuição geográfica, zonas de deflação, orientação dos ventos e cobertura vegetal. Os resultados obtidos evidenciam alguma evolução no campo de dunas. A pesquisa confirmou a predominância das dunas parabólicas do tipo imbricada e demonstrou que estas possivelmente evoluíram a partir de antigos blowouts. O trabalho também demonstrou que em 63 anos, o campo de dunas reduziu 59,58%, devido a ampliação da ocupação urbana na região. Estudos como este são fundamentais para o planejamento territorial e a gestão ambiental, pois fornecem subsídios para a conservação desses ambientes, que desempenham um papel essencial na proteção da zona costeira e de todo o ecossistema dunar.

Palavras Chaves: Campo de Dunas; Dunas Blowouts; Dunas Parabólicas.

ABSTRACT

This study aims to characterize, classify, and understand the evolution of the Abrantes and Jauá dune field, located in the municipality of Camaçari, Bahia. To achieve this, three specific objectives were defined: mapping the morphology of the dunes in the region, classifying them according to the predominant type, and analyzing their short-term evolution. The research adopted an exploratory and descriptive approach with a quantitative character, using observational methods, mapping from remote sensing images, and technical visits to validate the geomorphological features. The study was conducted through the hypothetical-deductive method, based on the hypothesis that the analyzed dune field would be predominantly composed of parabolic dunes or blowouts. The research was structured in different stages. Initially, a bibliographical survey on coastal and eolian geomorphology was carried out, serving as the theoretical basis for the characterization of the dune field. Then, the geomorphological mapping of the area was performed. To analyze the evolution of the dunes in the study area, aerial photographs from 1959, 2022 orthophotography, and topographic data in contour lines were used, which were interpolated to generate an updated model of the terrain elevation. The mapping allowed the identification of the dune typology, considering its geographical distribution, deflation zones, wind orientation, and vegetation cover. The results obtained show some evolution in the dune field. The research confirmed the predominance of imbricate parabolic dunes and demonstrated that these possibly evolved from ancient blowouts. The study also showed that, over 63 years, the dune field reduced by 59.58%, due to the expansion of urban development in the region. Studies like this are essential for territorial planning and environmental management, as they provide subsidies for the conservation of these environments, which play a crucial role in protecting the coastal zone and the entire dune ecosystem.

Keywords: Dune Field; Blowout Dunes; Parabolic Dunes.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 01: Vista aérea oblíqua dos depósitos de Leques Aluviais Pleistocênicos (QPla), de Areias Litorâneas Regressivas Pleistocênicas (QPI) e de Areias Litorâneas Regressivas Holocênicas (QHI)..... | 15 |
| Figura 02: Distribuição dos depósitos Eólicos Pleistocênicos (QPe), de Leques Aluviais Pleistocênicos (QPla) e de Areias Litorâneas Regressivas Holocênicas (QHI) | 15 |
| Figura 03: Mapa de localização da área estudada..... | 18 |
| Figura 04: Poligonal do Parque Natural Municipal das Dunas de Abrantes e Jauá, aprovada em 2021..... | 19 |
| Figura 05: Recorte da área de estudo no mapeamento geológico das unidades geológicas do litoral norte da Bahia. | 21 |
| Figura 06: Dunas <i>blowouts</i> | 24 |
| Figura 07: Dunas parabólicas | 25 |
| Figura 08: Mapeamento do campo de dunas de Abrantes e Jauá, no ano de 1959, no município de Camaçari - BA..... | 35 |
| Figura 09: Mapeamento do campo de dunas de Abrantes e Jauá, no ano de 2022, no município de Camaçari..... | 36 |
| Figura 10: Mapa do campo de dunas de Abrantes e Jauá em 1959 e 2022. | 37 |
| Figura 11: Mapa hipsométrico do campo de dunas de Jauá e Abrantes, no ano de 2022 | 38 |
| Figura 12: Modelagem 3D da declividade do terreno, no ano de 2022..... | 39 |
| Figuras 13: Zona de deflação no campo de dunas de Abrantes e Jauá. | 40 |
| Figuras 14: Face de deslizamento do campo de dunas de Abrantes e Jauá. | 41 |
| Figura 15: Duna frontal incipiente na faixa de praia de Busca Vida | 41 |
| Figura 16: Duna frontal estabelecida na faixa de praia de Jauá..... | 42 |
| Figura 17: Erosões eólicas no campo de dunas de Abrantes e Jauá..... | 43 |
| Figura 18: Erosões eólicas no campo de dunas de Abrantes e Jauá..... | 44 |

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição das área ocupadas por cada classe mapeada do campo de dunas de Abrantes e Jauá, 1959.....34

Tabela 2: Distribuição das área ocupadas por cada classe mapeada do campo de dunas de Abrantes e Jauá, 2022.....34

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 12 |
| 1.1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA | 16 |
| 1.2. QUESTÕES NORTEADORAS | 16 |
| 1.3. OBJETIVOS..... | 16 |
| 1.4.1. Objetivo Geral | 16 |
| 1.4.2. Objetivos Específicos | 16 |
| 1.4. JUSTIFICATIVAS..... | 17 |
| 2. ÁREA DE ESTUDO | 18 |
| 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 23 |
| 3.1. DUNAS COSTEIRAS..... | 23 |
| 3.1.1 Dunas Frontais..... | 23 |
| 3.1.2 Dunas <i>Blowouts</i> | 24 |
| 3.1.3 Dunas Parabólicas..... | 25 |
| 3.1.4 Dunas Transgressivas..... | 26 |
| 3.2. TIPOLOGIA DE DUNAS | 27 |
| 4. METODOLOGIA | 31 |
| 5. RESULTADOS | 33 |
| 6. DISCUSSÕES | 40 |
| 6.1. CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA | 40 |
| 6.2. CLASSIFICAÇÃO DAS DUNAS | 42 |
| 6.3. RELAÇÃO DA DIREÇÃO DOS LÓBULOS DUNARES COM O REGIME DE VENTOS | 44 |
| 6.4. VEGETAÇÃO NAS DUNAS..... | 45 |
| 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 46 |
| REFERÊNCIAS | 47 |

1. INTRODUÇÃO

Conforme Fernandez et al. (2017), dunas podem ser compreendidas como acumulações sedimentares associadas aos ventos, que assumem feições morfológicas após o seu empilhamento. Estes depósitos podem apresentar diferentes texturas, mas são majoritariamente arenosos, e podem apresentar acumulações sedimentares de poucos centímetros, como ondulações (*ripples*) até depósitos grandes, associados a mares de areia (*Sand Seas, Draas ou Ergs*), ocorrendo sem respeitar restrições geográficas, em qualquer latitude e qualquer condição climática.

Hesp (2011) afirma que a mudança no nível do mar tem sido o principal fator que impulsiona o fornecimento inicial de sedimentos para os campos de dunas costeiras do Holoceno. Durante a transgressão marinha pós-glacial, o aumento do nível do mar transportou sedimentos para o continente, formando zonas de arrebenção, praias e barreiras. Com o nível do mar estabilizado, o fornecimento de sedimentos, especialmente de areia, tornou-se fundamental. A quantidade de areia disponível determina a extensão e o tamanho das dunas.

Além disso, vários fatores influenciam o transporte e o acúmulo de areia, como a inclinação da plataforma costeira, o fornecimento de sedimentos dos rios e a energia das ondas. O vento, quando acima de uma velocidade mínima, é outro elemento essencial para a formação de dunas, especialmente em regiões com ventos predominantes em direção à costa. O desenvolvimento de dunas também depende da vegetação pioneira, que ajuda a estabilizar a pós-praia. (HESP, 2011).

De acordo com Dominguez e Bittencourt (2012), a zona costeira corresponde a interface entre o oceano e o continente, possuindo seus limites correspondentes à penetração máxima da influência das marés no continente e a profundidade média de interação das ondas com o fundo marinho. - No Estado da Bahia, esta área originou-se com a deriva continental, precisamente com a separação dos blocos continentais da América do Sul e da África.

Conforme os autores, a interação desta herança geológica com a interação de fatores como as variações do nível do mar, clima, suprimento de sedimentos e a evolução das bacias sedimentares, ajudaram a modelar as variadas formas costeiras que são encontradas até hoje. As unidades geológicas pré-quadernárias que afloram ao longo da zona costeira baiana são: o Cráton do São Francisco, que constitui a principal unidade geotectônica; a Faixa de Dobramentos Araçuaí, que determina o relevo da parte interna da zona costeira sul do Estado; Bacias Sedimentares Mesozoicas, nas quais ocorrem algumas das maiores baías do litoral brasileiro,

como a Baía de Todos-os-Santos e de Camamu; e os Tabuleiros costeiros, que são sustentados pela Formação Barreiras que se estende por toda a costa baiana.

Ainda conforme Dominguez e Bittencourt (2012), a principal fonte de sedimentos para a zona costeira encontra-se na origem fluvial, na erosão de unidades antigas aflorantes na linha de costa e por sedimentos da plataforma continental. O período Quaternário, foi marcado por variações eustáticas do nível do mar de várias dezenas de metros, associadas ao avanço e recuo dos lençóis de gelo em altas latitudes; na costa baiana, os registros geológicos apontam três níveis de mar altos: um nível de mar alto mais antigo, ainda não datado; um de 123.000 anos; e um de 5600 anos, em que o mar alcançou 4 a 5 metros acima do nível o mar atual.

Devido a interação da herança geológica com as variações do nível do mar, clima e suprimento de sedimentos, os autores subdividem a zona costeira baiana em quatro compartimentos: Costa do Litoral Norte, que se estende de Salvador com a divisa com o Estado de Sergipe (Mangue Seco); Costa dos Rifts Mesozoicos, estendendo-se de Salvador a Ilhéus; Costa Deltaica do Jequitinhonha-Pardo, que corresponde ao trecho de linha de costa alimentado principalmente pelos aportes dos rios Jequitinhonha e Pardo; e a Costa Faminta do Sul da Bahia, que se estende da localidade de Santo André até a divisa com o Estado do Espírito Santo.

Ainda segundo Dominguez e Bittencourt (2012), é nos depósitos quaternários que se encontram feições geomorfológicas como cordão de dunas frontais holocênicas e dunas pleistocênicas no litoral norte do Estado.

Segundo os mencionados autores, tem-se os seguintes depósitos quaternários presentes na zona costeira da Bahia (figuras 1 e 2):

1 - Depósitos de Leques Aluviais Pleistocênicos (QPla), esses depósitos costumam se localizar no sopé das encostas da Formação Barreiras, geralmente ao longo de antigas falésias, com altitudes que variam entre 10 e 20 metros. São compostos principalmente por areia mal selecionada, com materiais que vão de argila a seixos. A ocorrência mais marcante desses depósitos está na Costa do Litoral Norte.

2 - Depósitos de Areias Litorâneas Regressivas Pleistocênicas (QPI), apresentam relevo plano a levemente ondulado, com altitudes entre 6 e 11 metros. Eles ocorrem na porção interna da planície costeira, geralmente próximos a falésias inativas da Formação Barreiras ou depósitos do tipo QPla, especialmente na Costa do Litoral Norte. Estão distribuídos ao longo de toda a costa da Bahia. A base de um terraço datado pelo método $^{10}\text{Be}/^{26}\text{Al}$ indica uma idade aproximada de 123 mil anos, associando esses depósitos ao estágio MIS5e, também chamado de Penúltima Transgressão.

3 - Depósitos de Areias Litorâneas Regressivas Holocênicas (QHl), têm relevo plano a levemente ondulado, com elevações de alguns decímetros até seis metros.

4- Depósitos Argilo-Orgânicos de Planícies de Maré (QHpm), São sedimentos acumulados em conexão com os mangues atuais.

5- Depósitos Argilo-Orgânicos de “Terras Úmidas” (QHtu), consistem em sedimentos acumulados em associação com as “Terras Úmidas” (brejos) atuais ocupando as áreas mais baixas das planícies quaternárias.

6- Depósitos Arenos-Argilosos Fluviais (QHfl), são formados por sedimentos de planícies de inundação fluviais, diques marginais, barras de meandros e canais abandonados, ocorrendo em estreita associação com os principais rios que deságuam na zona costeira baiana.

7 - Depósitos Eólicos Pleistocênicos (QPe), são encontrados principalmente na Costa do Litoral Norte da Bahia e são predominantemente de idade pleistocênica. O tipo de duna mais comum é o *blowout*. Esses depósitos ocorrem apenas sobre leques aluviais (Qpla) e terraços arenosos pleistocênicos (QPI), com poucas exceções. Os *blowouts* pleistocênicos possuem bacias de deflação, que são ocupadas por terras úmidas sujeitas a inundação. Além desses *blowouts*, há acumulações eólicas mais antigas nos Depósitos de Leques Aluviais Pleistocênicos, já muito alterados e sem a morfologia original das dunas, exceto por faces de deslizamento em áreas mais interiores.

8 - Depósitos Eólicos Holocênicos (QHe), são relacionados a dunas ativas, principalmente entre a foz do Rio Itapicuru e Mangue Seco no litoral norte da Bahia, predominante por dunas *blowout* e por dunas frontais; estas feições podem chegar até 6 metros de altura.

9 - Recifes de Corais (QHrc), caracterizado por estruturas rochosas rígidas e resistentes à ação mecânica das ondas e correntes, formadas por organismos

marinhos (animais e vegetais) com esqueletos calcários, destacando-se principalmente os corais pétreos.

10- Rochas de Praia (QHrp), que resultam da cimentação rápida de sedimentos praias por carbonato de cálcio, sendo posteriormente expostas pela erosão da linha de costa.

11- Outras Unidades Quaternárias: depósitos lagunares e de preenchimento de estuários e baías ao longo da zona costeira, embora não aflorantes, associados ao pico da Transgressão Holocênica.

Figura 1: Vista aérea oblíqua dos depósitos de Leques Aluviais Pleistocênicos (QPIa), de Areias Litorâneas Regressivas Pleistocênicas (QPI) e de Areias Litorâneas Regressivas Holocênicas (QHI).



Fonte: DOMINGUEZ E BITTENCOURT, 2012.

Figura 2: Distribuição dos depósitos Eólicos Pleistocênicos (QPe), de Leques Aluviais Pleistocênicos (QPIa) e de Areias Litorâneas Regressivas Holocênicas (QHI).



Fonte: DOMINGUEZ E BITTENCOURT, 2012.

1.1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Qual a classificação tipológica do campo de dunas de Abrantes e Jauá, presente no município de Camaçari – BA?

1.2. QUESTÕES NORTEADORAS

1. Quais as características morfológicas do campo de dunas de Abrantes e Jauá?
2. Como se classifica o campo de dunas de Abrantes e Jauá, Camaçari - BA?
3. Houve modificação no campo de dunas entre os anos de 1959 e 2022?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo Geral

Caracterizar, classificar e compreender a evolução do campo de dunas de Abrantes e Jauá, Camaçari - BA.

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Mapear a morfologia do campo de dunas de Abrantes e Jauá, presente no município de Camaçari - BA.
2. Classificar as dunas presentes neste campo de dunas.
3. Compreender a evolução de curto prazo do campo de dunas.

1.4. JUSTIFICATIVAS

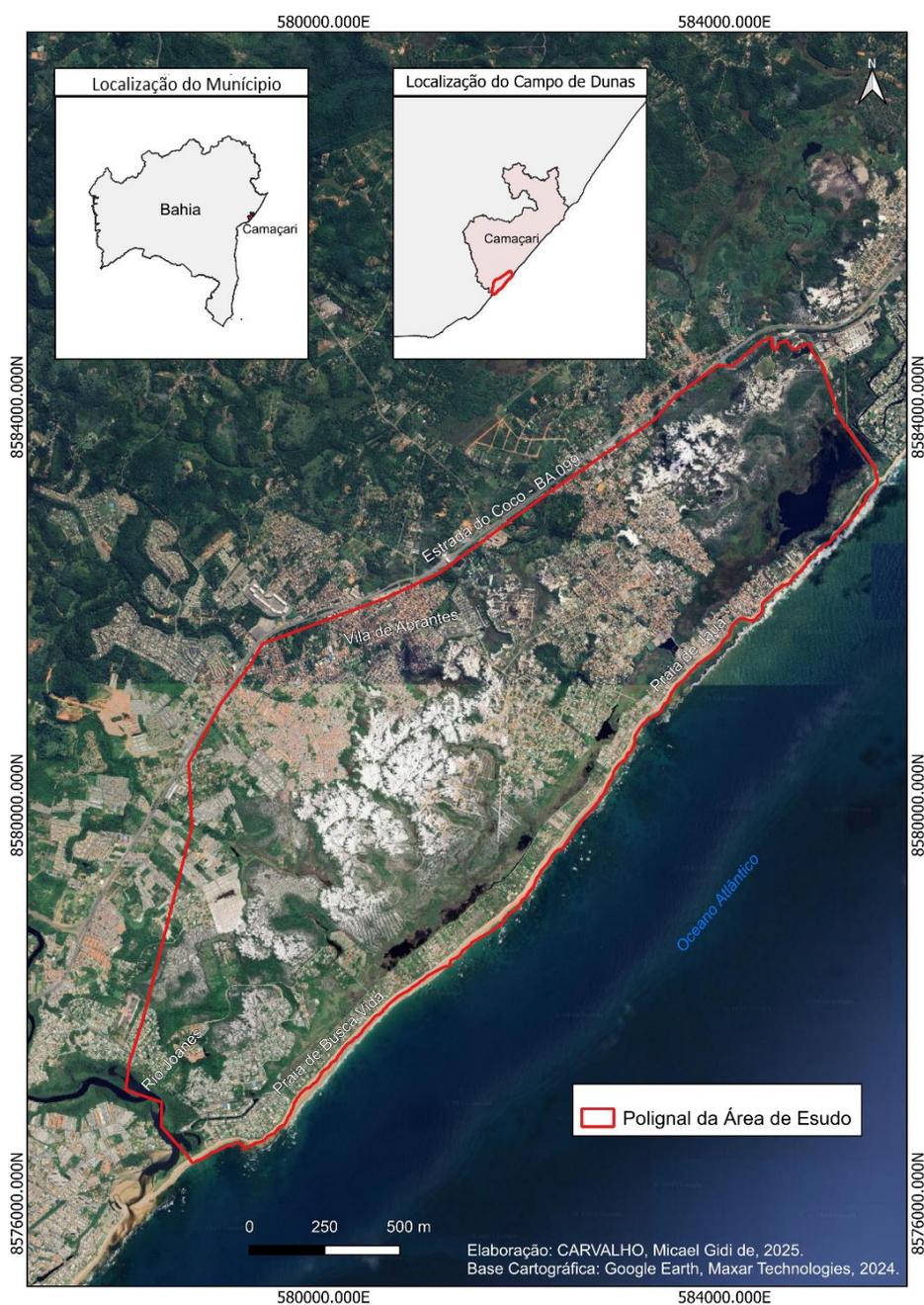
Esse trabalho foi feito com a intenção de caracterizar e mapear as dunas de Abrantes e Jauá, Camaçari - BA, justificando-se na ausência de estudos referentes às dunas desta região, assim como ausência de modelos evolutivos para o seu desenvolvimento. Faz-se necessário também a criação de metodologia para o mapeamento de dunas e a compreensão de como as mudanças climáticas podem ter influência nesta região costeira do Litoral Norte baiano.

A pesquisa também se justifica pela necessidade de prever se há dinamicidade neste campo de dunas, pois isso tem implicação para a gestão local.

2. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo encontra-se no Litoral Norte do Estado da Bahia, no município de Camaçari, entre a Vila de Abrantes e a Praia de Jauá, correspondendo desde a faixa de praia até, adentrando o continente, a rodovia BA – 099 (Estrada do Coco), sendo a principal via de acesso. A área estudada está a cerca de 21 km de distância da sede municipal de Camaçari, e a 37 km da capital Salvador (figura 3), abrangendo a área do Parque Natural Municipal das Dunas de Abrantes e Jauá.

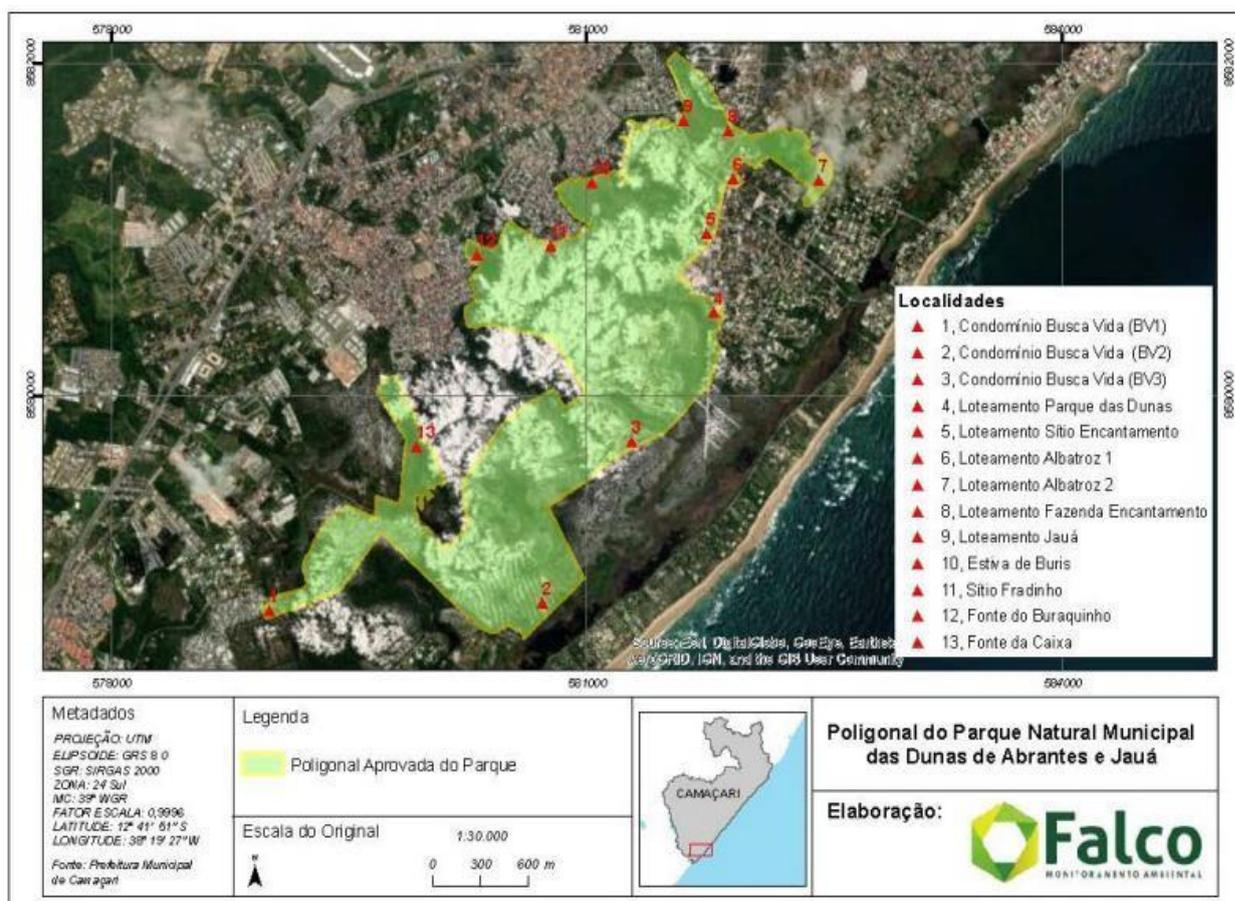
Figura 3: Mapa de localização da área estuda.



A ocupação da costa leste/nordeste brasileira se dava de maneira bastante pontual no início da década de 1980, conforme Netto (2017), sendo compreendido apenas pelas capitais e algumas cidades litorâneas, com isso incentivos governamentais começaram a surgir para a ocupação e desenvolvimento dessas áreas.

De acordo com o Plano de Manejo do Parque Natural Municipal das Dunas de Abrantes e Jauá (2024), o parque foi criado há mais de 40 anos, a partir do Decreto Municipal nº 116/77, mas não foi implementado de maneira efetiva, levando a alta degradação ambiental do parque devido a intensa extração de areia e ocupações. Apenas em 2019 foi criada uma equipe técnica para a preservação das dunas remanescentes e adequar o parque à legislação vigente. Em 2021, através de uma audiência pública, foi aprovada a poligonal do Parque (figura 4).

Figura 4: Poligonal do Parque Natural Municipal das Dunas de Abrantes e Jauá, aprovada em 2021.



Fonte: Plano de Manejo do Parque Natural Municipal das Dunas de Abrantes e Jauá (2024).

De acordo com a ficha técnica da Unidade de Conservação, o parque abrange uma área de 344 hectares, dentro do ecossistema costeiro, sendo vegetado por restinga, associada ao bioma da Mata Atlântica. Conflitos envolvendo a extração ilegal de recursos naturais e a expansão urbana estão presentes dentro dos limites do parque. A unidade de conservação de proteção integral, tem como objetivo proteger o ambiente de restinga, sua relevância ecológica e sua beleza cênica, e valorizar e promover a interação social com atividades educativas que visam a conscientização e a proteção deste patrimônio biológico.

Conforme o Plano de Manejo do Parque Natural Municipal das Dunas de Abrantes e Jauá (2024), o Parque está inserido na Região de Planejamento e Gestão das Águas do Recôncavo Norte e Inhambupe, na Região Metropolitana de Salvador, que por possuir uma atividade humana intensa, gera grande impacto negativo para os recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

A área de estudo localiza-se na sub-bacia do Rio Capivara, que pertence à bacia do Rio Jacuípe. As dunas presentes na área de estudo formam zonas importantes para captação de água e proteção dos lençóis freáticos de água doce, onde se encontra corpos aquosos lagunares, perenes e sazonais, rios intermitentes, áreas alagadiças e afloramentos de água subterrâneas.

A área apresenta dois tipos de clima predominantes: o Clima Equatorial de Floresta Úmida (Af) na faixa litorânea e o Clima Equatorial de Monções (Am) na porção central. A temperatura média anual gira em torno de 24,5°C, com verões marcados por calor intenso e invernos de temperaturas mais amenas. As chuvas são distribuídas de forma regular ao longo do ano, registrando uma média mensal de 165 mm e um acumulado anual de 1.976 mm. Pesquisas recentes indicam alta incidência de precipitação na região, com valores anuais variando entre 1.100 mm e 2.000 mm. (Plano de Manejo do Parque Natural Municipal das Dunas de Abrantes e Jauá, 2024). Bittencourt et. al (2010) trazem que os ventos que influenciam o litoral norte baiano originam-se o cinturão de ventos alísios de Atlântico Sul (NE-E-SE), sendo originados na célula de alta-pressão do Atlântico Sul.

Esquivel (2016) realizou o mapeamento das unidades geológicas do litoral norte da Bahia (figura 5) em uma escala de 1:150.000, identificando o Domínio Quaternário e as unidades geológicas dos Depósitos de Leques Aluviais Pleistocênicos, Depósitos Eólicos (dunas), Depósitos Fluviais e Depósitos de Zonas Úmidas de Água Doce.

Figura 5: Recorte da área de estudo no mapeamento geológico das unidades geológicas do litoral norte da Bahia.



UNIDADES GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICAS

- Arenitos de Praia
- Zona Úmida - tipo Brejo
- Terraços Marinheiros Holocênicos
- Dunas do Tipo Blow-out Pleistocênicas
- Terraços Marinheiros Pleistocênicos
- Depósitos de Leques Aluviais Pleistocênicos
- Formação Barreiras (Tabuleiros Costeiros)

Fonte: Esquivel (2016).

De acordo com Dominguez e Bittencourt (2012), a área está dentro do compartimento da Costa do Litoral Norte que é caracterizado por uma linha de costa quase retilínea no sentido NE-SW, rios de pequeno porte e embasamento cristalino próximo à costa. Apesar do aporte sedimentar reduzido, ocorreu a formação de depósitos praias, além de terraços arenosos mais internos, anteriores a 123.000 anos. Esses terraços antes foram interpretados como leques aluviais pleistocênicos. Além disso, o Litoral Norte é a única região da costa baiana com depósitos eólicos significativos do período Quaternário.

Segundo o IBGE (2023), o principal tipo de solo presente é o Neossolo Quartzarênico Órtico. De acordo com o Plano de Manejo do Parque Natural Municipal das Dunas de Abrantes e Jauá (2024), o solo da região possui uma tonalidade rosada e esbranquiçada. Devido à alta porosidade, esses solos são eficientes na absorção e retenção de água, minimizando o escoamento superficial. Os Neossolos Quartzarênicos se formaram por depósitos de areia, classificados como de baixa fertilidade e limitada aptidão para a agricultura.

Conforme o IBGE (2023), a Área de estudo é composta principalmente por Formação Pioneira. Pode-se compreender as formações pioneiras como “vegetação de primeira ocupação, associada a espécies pioneiras que se desenvolvem sobre áreas pedologicamente instáveis, sob constantes deposições sedimentares” (SCHMIDLIN, 2005. p. 304).

Conforme Coutinho (2016), o bioma pode ser classificado como “Bioma Floresta Atlântica Densa Sempre-verde de Restinga (psamo-halobioma)”, que é compreendido como a vegetação que ocupou a linha de costa após eventos de transgressão-regressão do nível do mar, durante o Quaternário. Essas formações vegetais surgem em planícies costeiras com predominância de sedimentos arenosos de origem marinha e eólica.

As espécies que ali se desenvolveram são resistentes à salinidade do solo e à maresia, que joga aerossol de microgotículas de água salina do mar essas plantas também são recobertas frequentemente pela areia deslocada pelo vento. (COUTINHO, 2016)

Dominguez e Bittencourt (2012) propuseram um modelo evolutivo para a zona costeira baiana com base nas oscilações no nível eustático do mar. Em momentos pretéritos de subida do nível do mar, as ondas esculpiram e fizeram recuar falésias na Formação Barreiras, em um desses intervalos de maré alta (MIS9 ou MIS11), formaram-se os primeiros depósitos arenosos (QPIa) ao longo da linha de costa da época, o topo desses depósitos foi modificado pela ação do vento, resultando em dunas (QPe). Durante o último máximo glacial, entre 22.000 anos e 19.000 anos calibrados antes do presente, quando o nível do mar estava aproximadamente 120 metros abaixo do atual, formou-se a mais recente e significativa geração de dunas *blowouts* (QPe), que se sobrepõe aos depósitos arenosos QPIa e QPI.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. DUNAS COSTEIRAS

Segundo Hesp (2011), existem quatro tipos principais de dunas costeiras, ou seja, dunas que se formam na zona costeira, que são: dunas frontais, *blowouts*, dunas parabólicas e campos de dunas transgressivos. O fornecimento de areia é o principal fator para determinar se as dunas podem se formar ou não. Sempre que tem o fornecimento mínimo de sedimentos para a formação de uma praia, existe o potencial para a formação de dunas.

3.1.1. Dunas Frontais

Para Hesp (2002), as dunas frontais podem ser compreendidas como cristas dunares arenosas vegetadas, e são formadas nas faixas após a praia. São formadas nos mais diversos ambientes litorâneos, como: na faixa de praia em mar aberto, baías semifechadas, estuários, lagos e lagoas e em todos os tipos de climas, podendo ser encontradas em qualquer parte do mundo. Estas feições apresentam, geralmente “cristas convexas vegetadas alinhadas paralelamente à faixa de praia, separadas entre elas por depressões côncavas” (HESP, 2002. p.119., tradução do autor).

De acordo com Hesp (2011), essas dunas se classificam principalmente em dois tipos: incipientes e estabelecidas, com diferentes características em termos de forma e ecossistema. As dunas frontais incipientes são formações recentes ou em desenvolvimento que surgem em áreas com plantas pioneiras, motivo pelo qual são também chamadas de "dunas embrionárias". Elas podem começar com a acumulação de areia ao redor de alguma barreira. Também podem se formar na parte posterior da praia, onde plantas pioneiras se espalham pela ação de mudas ou rizomas ao longo da linha de detritos ou na área próxima à maré alta.

As dunas frontais incipientes podem se apresentar como rampas, terraços e cordões, evoluindo ou sendo substituídas por novas dunas frontais ao longo do tempo. Rampas formam-se em encostas ou bases de dunas com acúmulo gradual de areia. Terraços são comuns em áreas de rápido crescimento vegetal, onde plantas acompanham a acreção da praia, especialmente em praias de progradação acelerada ou baixa energia. Cordões se desenvolvem em locais com alta densidade vegetal, deposição preferencial de areia no lado voltado para o mar e espécies de plantas mais

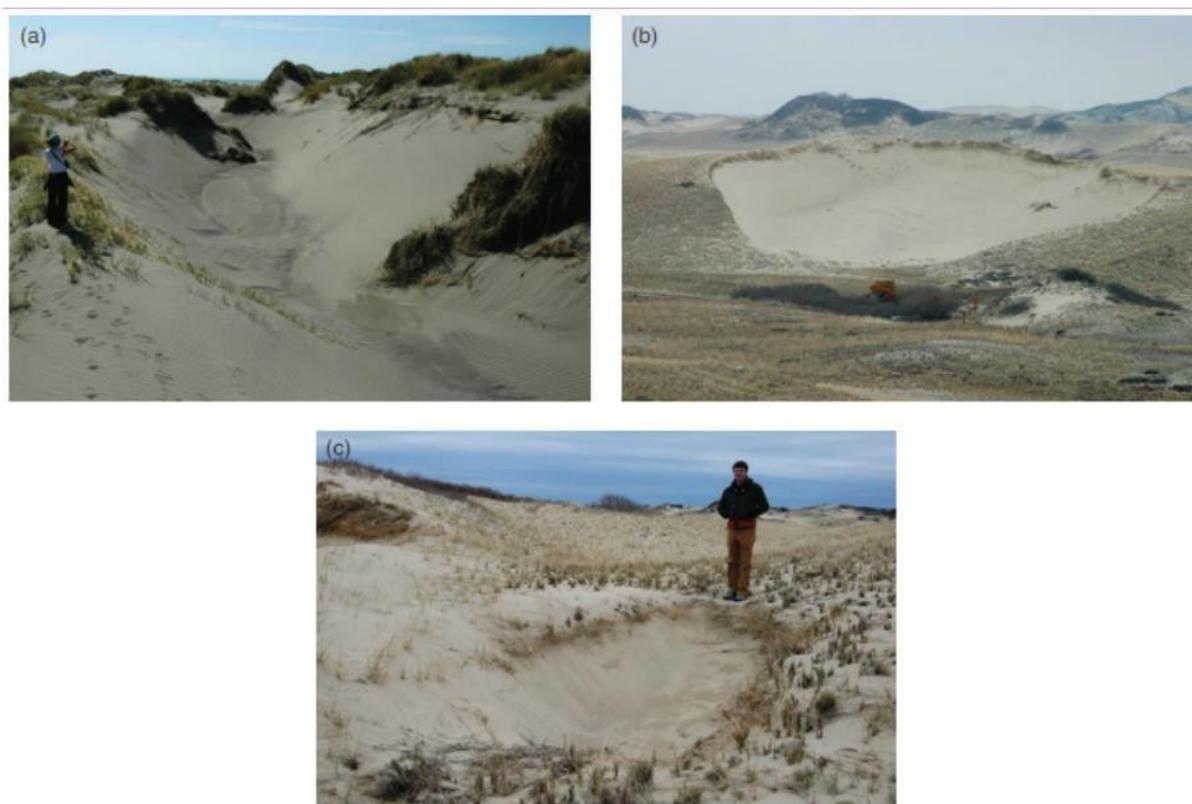
altas. A ação das ondas influencia essas formas ao redistribuir a areia, contribuindo para a formação de morfologias em cordões. (HESP, 2011).

As dunas frontais estabelecidas desenvolvem-se a partir das dunas incipientes, ocupando a posição mais próxima ao mar, na parte posterior da praia, ou se situa atrás de uma duna frontal incipiente. O desenvolvimento deste tipo de duna, depende dos mesmos fatores que as dunas frontais incipientes, como oferta de areia, cobertura vegetal, frequência e força dos ventos, processos erosivos e a interferência humana. (HESP, 2011).

3.1.2. Dunas *Blowouts*

Conforme Hesp (2011), as dunas *blowouts* (figura 6) são caracterizadas por serem uma depressão ou uma cavidade em forma de prato, taça, tigela ou canal formado por erosão eólica em um depósito de areia pré-existente. Em relação a morfologia, existem quatro tipos de *blowouts*: em forma de charuto, em forma de V, com cavidade escavada e tipo caldeirão e corredor; variando de fossos a grandes bacias.

Figura 6: Dunas *blowouts*. (a) *blowout* com cavidade escavada. (b) *blowout* em forma de tigela. (c) pequena *blowout*.



As dunas *blowouts* são mais comuns em ambientes costeiros com alta energia de ventos e ondas. Elas podem evoluir de diferentes maneiras, dependendo da velocidade e direção dos ventos, potencial de revegetação e da ocorrência de erosão de praia/duna. O comprimento das bacias de deflação e os lóbulos deposicionais estão correlacionados, a largura da *blowout* está relativamente bem correlacionada com o comprimento do lóbulo deposicional, de maneira que, a medida que a largura aumenta, o comprimento do lóbulo deposicional também aumenta. Muitas bacias de deflação se tornam maiores ao longo do tempo, podendo evoluir para dunas parabólicas. (HESP, 2011)

3.1.3 Dunas Parabólicas

Segundo Hesp (2011), as dunas parabólicas (figura 7) possuem formas tipicamente em U e V, em formato crescente, com a face côncava orientada para barlavento e a face convexa, onde ocorre o deslizamento, voltada para sotavento. Elas evoluem normalmente a partir de dunas *blowout*. As bacias de deflação, áreas baixas, zonas úmidas e vários tipos de pequenas cristas ocupam a área de deflação baixa entre a crista e cauda. As formas deste tipo de duna podem ser difíceis de distinguir ou definir de maneira distinta das *blowout*.

Figura 7: Dunas parabólicas



Fonte: Goudie, 2011.

A forma de distinguir uma duna parabólica de uma *blowout* é observando a presença ou ausência da cauda, o autor acredita que as dunas parabólicas vão possuir caudas vegetadas na maioria dos casos, enquanto *blowouts* não. O autor exemplifica que quando ocorre uma *blowout* dentro de uma duna frontal, vai ser caracterizada por cristas laterais erosivas; enquanto uma duna parabólica possuirá caudas discretas que vão se estender contra o vento a partir do lóbulo deposicional, com a formação de vegetação ao longo das margens do lóbulo à medida em que se move a sotavento.

Existem dois tipos de dunas parabólicas mais comuns: “*long-walled types*”, que seria caracterizada por caudas alongadas, e “*squat, elliptical (or imbricate) types*” sendo tipos mais baixos, elípticos ou imbricados. A primeira possui longas cristas de cauda e extensas bacias de deflação, sendo desenvolvida em terrenos relativamente planos, em regiões de vegetação rasteira ou arbustiva, possuindo alto fornecimento de areia e ventos fortes. O segundo tipo de dunas parabólicas pode exibir uma forma mais achatada e mais curta, com bacias de deflação mais semicirculares ou elípticas e o seu desenvolvimento múltiplo resulta na sobreposição das dunas umas sobre as outras de forma imbricada. Esse tipo desenvolve-se em áreas mais úmidas; terrenos planos, nos quais possuem limitações para a profundidade de deflação e possui baixa velocidade dos ventos; em terrenos ondulados ou pouco inclinado, nos quais a migração a sotavento é dificultada; em regimes de ventos menos unidimensionais; e em vegetação densa e alta, onde a taxa de avanço é baixa e/ou a migração é impedida.

3.1.4 Dunas Transgressivas

O campo de dunas transgressivas, conforme Hesp (2011), são formações resultantes do deslocamento de sedimento sobre áreas com vegetação parcial ou completa. Esses campos variam em tamanho, desde pequenas faixas de centenas de metros até extensões maiores comparáveis a campos de dunas desérticas de pequeno a médio porte. Podem ser dunas muito grandes, podem ser campos baixos e ondulados dominados por *blowouts* ou podem ser planícies baixas dominadas por lençóis de areia. Podem ser completamente vegetados após sua formação, parcialmente vegetados ou largamente não vegetados (estando ativos).

Nos campos de dunas transgressivas ativas existem uma variedade de formas de dunas e ambientes geralmente de menor escala, incluindo dunas remanescentes, bolsões de vegetação e dunas de sombra. Quando estes campos de dunas começam a revegetar ou começam a ter vegetação pela primeira vez, várias formas deposicionais de dunas podem ocorrer a depender do subambiente. (HESP, 2011)

3.2. TIPOLOGIA DE DUNAS

O principal questionamento em relação à tipologia de duna de Abrantes e Jauá diz respeito se esta pode ser considerada como do tipo *blowout*, que é compreendida por ser uma depressão ou uma cavidade formada por erosão eólica em um depósito de areia pré-existente ou ser considerada do tipo parabólica.

Giannini et. al (2014) trazem um modelo conceitual para a dinâmica de sistemas eólicos costeiros, dividindo as dunas em quatro grupos a depender da sua função, que são:

1. de estoque inicial (dunas frontais, protodunas, lençóis de areia e dunas sem vegetação de orientação transversal ao vento);
2. de deflação (rupturas de deflação, rastros lineares residuais, retrocordões e dunas parabólicas), com função de separar o estoque inicial (1) do final (3 e/ou 4);
3. de superposição ou cavalgamento (dunas barcanas e cadeias barcanoides), com papel de elevar a acumulação até Heq; e
4. de avanço (cordões de precipitação e lobos deposicionais), com função de estender o campo de dunas, lateral e longitudinalmente, até sua Deq. (GIANNINI et al., 2014, p. 682).

As siglas “Deq” e “Heq” trazidas pelo autor, podem ser compreendidos como parâmetros de equilíbrio relacionados ao transporte de sedimentos e à dinâmica das dunas. Deq refere-se ao diâmetro de equilíbrio da duna e Heq a altura de equilíbrio da duna.

As geometrias das dunas parabólicas são em forma de U ou V, com convexidade voltada para o sotavento. Giannini et al. (2005, p. 236) afirma que este tipo de duna tem “os mesmos componentes da ruptura de deflação, da qual difere pelo maior alongamento das paredes, em forma de rastro linear residual, e da bacia deflacionar”. O termo “ruptura de deflação” trazido pelo autor, pode ser compreendido como sinônimo de *blowout*. Elas podem ter geometria simples ou composta.

A geometria simples possui a forma de “grampo de cabelo” ou *hairpin*. Já a composta é a sequência de várias parabólicas menores, sendo imbricada. As compostas normalmente possuem convexidade encaixada nas concavidades de dunas parabólicas a sotavento (Giannini et al., 2005, p. 238).

O autor também aborda que as dunas parabólicas semifixas evoluem de *blowouts*, apresentando até 20m de altura e centenas de metros de largura e extensão. Giannini et al. (2005) afirma que mesmo que as ações antrópicas sofridas pelas dunas dificultem a definição morfológica das dunas pleistocênicas, algumas formas lembram a dunas parabólicas, entre o Estado da Bahia e Sergipe, principalmente entre a foz do Rio Joanes e a praia de Arembepe, Camaçari - BA.

Conforme Goudie (2011), as dunas parabólicas geralmente estão associadas a ventos unimodais ou bimodais. A taxa de migração dessas dunas varia dependendo do local e das condições climáticas. Muitas dunas parabólicas estão associadas a ambientes mais frios e costas úmidas do mar e dos lagos. No entanto, eles também são muito difundidos em áreas áridas e semiáridas.

Goudie (2011) diferencia as dunas parabólicas em dois tipos: as "dunas parabólicas de deflação", que surgem pela erosão de uma camada arenosa pré-existente, e as "dunas parabólicas de acumulação", formadas pela deposição ativa de areia pelo vento.

Goudie (2011) traz uma classificação das dunas parabólicas, identificando que algumas podem ser abertas contra o vento ou fechadas por uma crista traseira formada pela areia removida da depressão de deflação. Algumas dunas contêm mais sedimentos que outras, sugerindo que dunas com cabeças estreitas e encostas finas resultam de um suprimento limitado de areia, enquanto dunas parcialmente ou completamente preenchidas, com cabeças largas e encostas bem definidas, se formam em áreas com maior disponibilidade de areia. Também existem dunas compostas ou fundidas, que podem ocorrer em grupos e criar padrões semelhantes a ancinhos.

As dunas parabólicas apresentam depósitos a sotavento com estratos côncavos formados por quedas de grãos em superfícies coesas, alternados com estratos cruzados de avalanche. Essas dunas frequentemente exibem estruturas relacionadas à umidade, como lâminas de adesão, e vestígios de vegetação, como túbulos radiculares. Elas contêm poucos estratos de alto ângulo, sendo que no lado de barlavento os estratos possuem inclinações suaves. (GOUDIE, 2011).

Segundo Goudie (2011), a vegetação e a umidade nas bases das dunas parabólicas funcionam como âncoras, reduzindo o movimento da areia e protegendo os braços contra a ação dos ventos. Isso permite que a parte central avance, criando o formato característico de gancho. Em algumas situações, *blowouts* podem se formar na extremidade da duna. Se a vegetação aumentar ou os ventos diminuïrem, essas dunas podem substituir formas mais ativas. A perda de vegetação pode transformar dunas parabólicas em formas mais ativas, como dunas transversais.

O crescimento da vegetação influencia a forma das dunas. O aumento na rugosidade da superfície causado pela vegetação reduz o fluxo de areia, facilitando o crescimento da vegetação e, conseqüentemente, o desenvolvimento de dunas parabólicas. Áreas com menor suprimento de areia e ventos mais fracos tendem a favorecer essas dunas, especialmente em locais com níveis elevados de água subterrânea, como margens de lagos e regiões costeiras. No entanto, a salinidade influencia o crescimento da vegetação, e áreas menos salinas tendem a ter maior acúmulo de dunas parabólicas. (GOUDIE, 2011).

Conforme Hesp (2002), as formas das depressões das dunas *blowouts* pode variar bastante, tendo dois tipos principais: pires e vales. As em forma de pires são semicirculares, rasas e lembram pratos, podendo evoluir para formas mais profundas. Já as em forma de vales são mais alongadas, com pisos mais profundos e encostas íngremes. A formação, tamanho e evolução dessas depressões dependem de fatores como a localização inicial. Por exemplo, *blowouts* em cristas largas tendem a ser rasas, enquanto as formadas em encostas íngremes geralmente são mais alongadas e profundas.

De acordo com Hesp (2002), a variabilidade na forma e no desenvolvimento das *blowouts* ocorre tanto no espaço quanto no tempo, sendo influenciada por características específicas do ambiente. A forma específica da duna pode variar devido a vários fatores, como o tamanho inicial da depressão, a altura e largura da duna, o tipo e o grau de cobertura vegetal, a intensidade dos ventos regionais e a exposição aos ventos de diferentes direções. Elas podem aparecer como lacunas em dunas transversais, evoluir para dunas parabólicas ou depressões em planícies de areia parcialmente vegetadas, frequentemente associadas a atividades humanas, de animais ou a fenômenos naturais.

De acordo com Baird et. al (2021), as dunas *blowouts* surgem quando superfícies arenosas vegetadas ou semi-vegetadas são expostas à erosão eólica. Fatores naturais, como aumento da velocidade do vento e erosão por ondas, e atividades humanas, podem iniciar as *blowouts*. A estabilização dessas áreas depende do retorno da vegetação, que reduz a erosão.

4. METODOLOGIA

Trata-se de pesquisa exploratória e descritiva de caráter quantitativo, utilizando o método observacional e tendo ocorrido visita técnica. O projeto foi executado através do método hipotético-dedutivo, no qual visa a análise da hipótese levantada sobre o tipo do campo de dunas estudado, sendo dunas parabólicas ou *blowouts*.

Nesse sentido, foi feito, inicialmente, a pesquisa exploratória, levantamento bibliográfico a respeito de geomorfologia costeira e eólica. Simultaneamente foi realizado o mapeamento do campo de dunas e a pesquisa descritiva, com o objetivo de caracterizar o ambiente em questão. Também foi realizada visita técnica para validação das feições observadas no mapeamento.

Conforme Souza e Furrier (2019), o estudo geomorfológico a partir do mapeamento é de grande relevância e cada vez mais eficaz na averiguação e análise do padrão morfológico resultante da interface entre os agentes endógenos e exógenos. Com isso, a maneira mais categórica para o mapeamento do relevo é a partir de escala de detalhe que estabeleça visão clara sobre a taxonomia e mecanismos que deram origem às feições geomórficas.

O mapeamento foi feito seguindo as considerações do manual técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009), que aborda que o mapeamento geomorfológico tem que seguir um conjunto de procedimentos: o planejamento do mapeamento, com definição de objetivos e coleta de dados; trabalho de campo para validação e descrição de unidades geomorfológicas; análise dos dados com uso de geoprocessamento; elaboração do mapa com simbologia padronizada; e revisão crítica para garantir precisão e atualizações. Esses procedimentos visam padronizar a representação do relevo, tornando os mapas úteis para o planejamento territorial, gestão ambiental e estudos técnicos.

Para realização da pesquisa, foi realizado o mapeamento, na escala de 1:25000, com um zoom de 1: 2000, a partir de fotografias aéreas do ano de 1959 (Divisão de Geografia do Exército - DGE, 1959) e da ortofotografia do ano de 2022 (Prefeitura municipal de Camaçari, 2022), juntamente com dados da topografia em curvas de nível da região, que foram interpolados gerando um modelo de elevação do terreno para este ano.

As fotografias de 1959 foram utilizadas apenas para identificar a área original do campo de dunas. A qualidade destas fotografias não permitiu mapear as diferentes classes que foram identificadas nas fotografias de 2022.

Com base nas fotografias de 2022 e modelo de elevação, foram mapeados os diferentes tipos de dunas, representando aspectos como extensão geográfica do campo de dunas, zonas de deflação, área vegetada dentro do campo de dunas, zonas úmidas de água doce, terraços marinhos holocênicos e pleistocênicos, duna frontal, faixa de praia, vegetação (fora do campo de dunas) e ocupação urbana.

Para a realização do mapeamento foi utilizado o software livre de sistema de informação geográfica, QGIS. Para a obtenção do modelo digital do terreno e da modelagem 3d, foi utilizada a ferramenta de interpolação do próprio programa e de modelagem 3d.

5. RESULTADOS

A partir do mapeamento das fotografias aéreas de 1959 foi possível delimitar a extensão original do campo de dunas, a vegetação na face de deslizamento das dunas e a faixa de praia (figura 8 e tabela 1). O restante da área não foi mapeada por não ser possível distinguir as classes com precisão nas fotografias. No que diz respeito à ocupação urbana, ela não existia em 1959, exceto por um alinhamento de casas ao longo de uma estrada não pavimentada (que posteriormente se tornaria a BA-099).

No mapeamento do ano de 2022 foram mapeados as áreas de ocupação urbana, duna frontal estabelecida, zonas de deflação, vegetação, vegetação na face de deslizamento de duna, terraço marinho holocênico, terraços marinhos pleistocênicos, extensão do campo de dunas, zonas úmidas de água doce e a faixa de praia (figura 9 e tabela 2). Embora não mapeada, com a visita técnica na área de estudo, foi foram identificadas dunas frontais incipientes, na praia de Busca vida (figura 15).

Com a análise da distribuição das áreas mapeadas em 1959 (tabela 1) e de 2022 (tabela 2), observa-se uma significativa diminuição da extensão do campo de dunas (figura 10), saindo de 819ha para 331ha. Isso representa uma diminuição de 59,58%, causada pelo avanço da ocupação urbana. As áreas de zonas de deflação (mapeadas em 2022) e de vegetação na face de deslizamento (mapeados em 1959 e 2022) possuem sua área dentro do campo de dunas.

A classificação de terraço marinho holocênico também é compreendido com o conceito de Depósitos de Areias Litorâneas Regressivas Holocênicas (QHI) e o de terraço marinho pleistocênico com o de Depósitos de Areais Litorâneas Regressivas Pleistocênicas (QPI), ambos já abordados. A hipsometria da área (figura 11) mostra que a variação de altitude no campo de dunas varia entre 01 a 56 metros. Também foi realizado a modelagem 3D do terreno (figura 12), para melhor análise do formato das dunas.

Tabela 1: Distribuição das área ocupadas por cada classe mapeada do campo de dunas de Abrantes e Jauá, 1959.

| Unidades mapeadas | Área em hectare no ano de 1959 |
|---|--------------------------------|
| Vegetação na face de deslizamento de duna | 66 |
| Extensão do campo de dunas | 819 |
| Ocupação Urbana | 0 |
| Faixa de praia | 66 |
| Área total | 2.479 |

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 2: Distribuição das área ocupadas por cada classe mapeada do campo de dunas de Abrantes e Jauá, 2022.

| Unidades mapeadas | Área em hectare no ano de 2022 |
|---|--------------------------------|
| Ocupação urbana | 917 |
| Duna frontal estabelecida | 15 |
| Zonas de deflação | 4 |
| Vegetação | 126 |
| Vegetação na face de deslizamento de duna | 78 |
| Terraço marinho holocênico | 97 |
| Extensão do campo de dunas | 381 |
| Zonas úmidas de água doce | 454 |
| Terraços marinhos pleistocênicos | 381 |
| Faixa de praia | 43 |
| Área total | 2.479 |

Fonte: Autor, 2025.

Figura 8: Mapeamento do campo de dunas de Abrantes e Jauá, no ano de 1959, no município de Camaçari - BA.

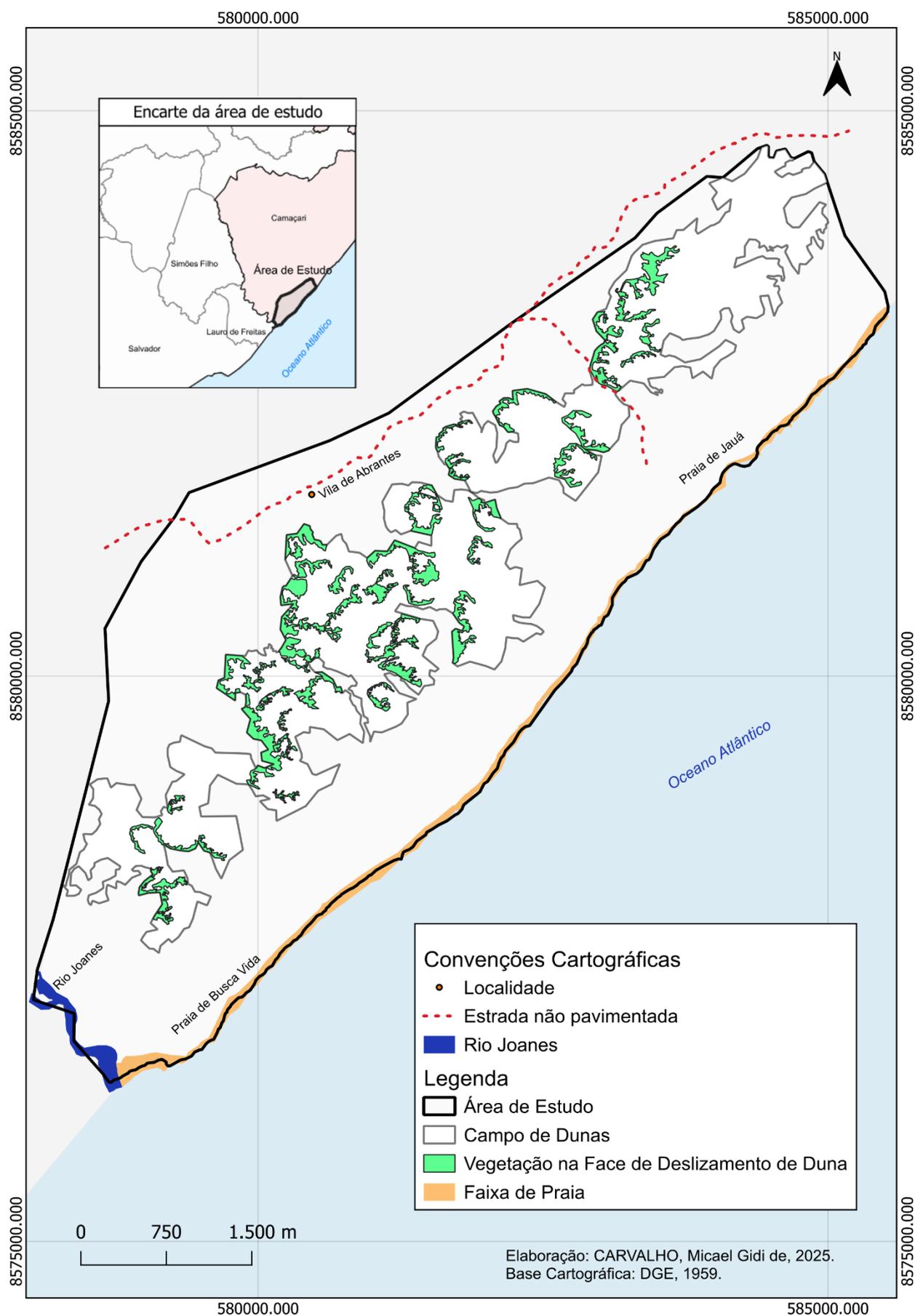


Figura 9: Mapeamento do campo de dunas de Abrantes e Jauá, no ano de 2022, no município de Camaçari – BA.

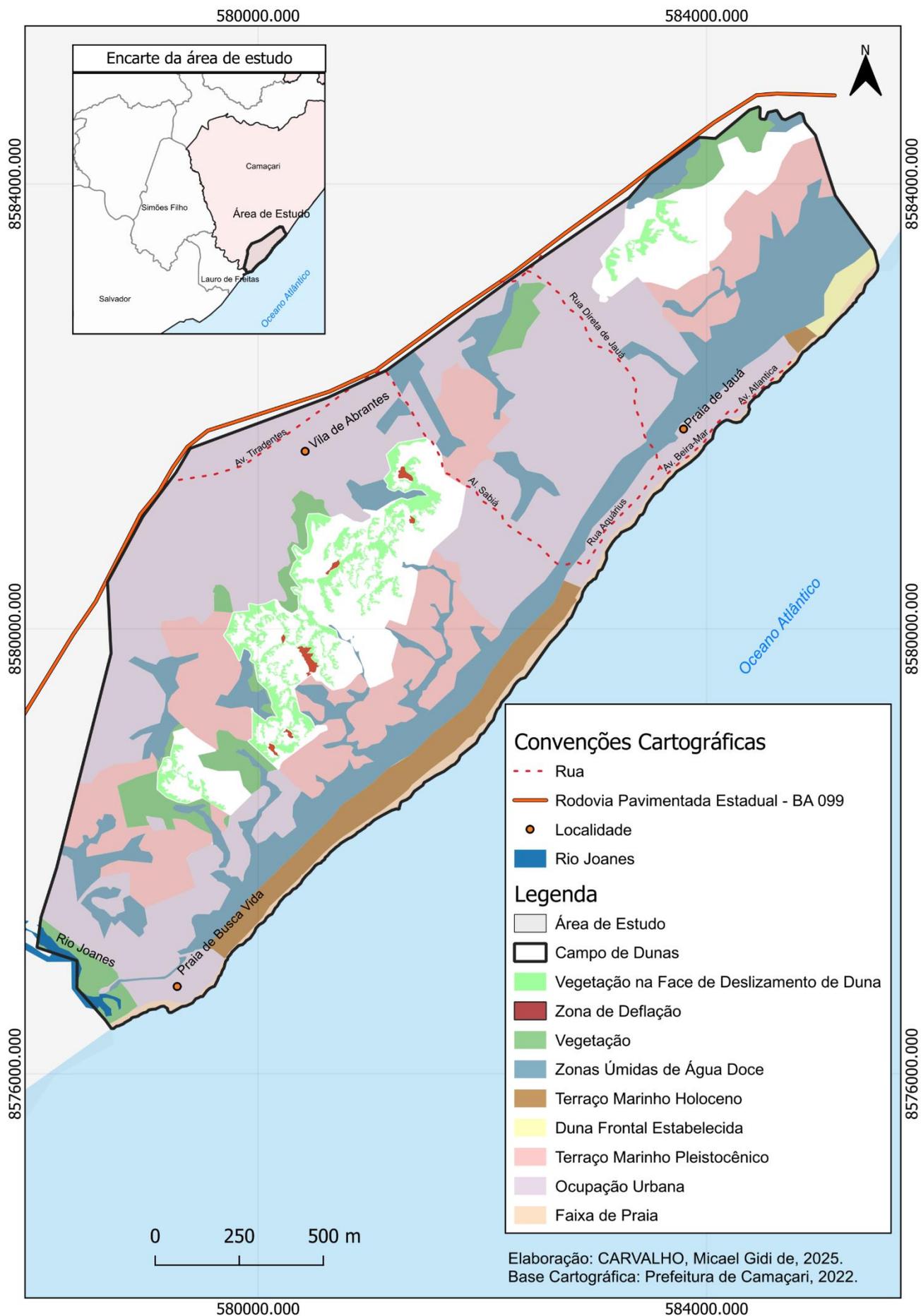


Figura 10: Mapa do campo de dunas de Abrantes e Jauá em 1959 e 2022.

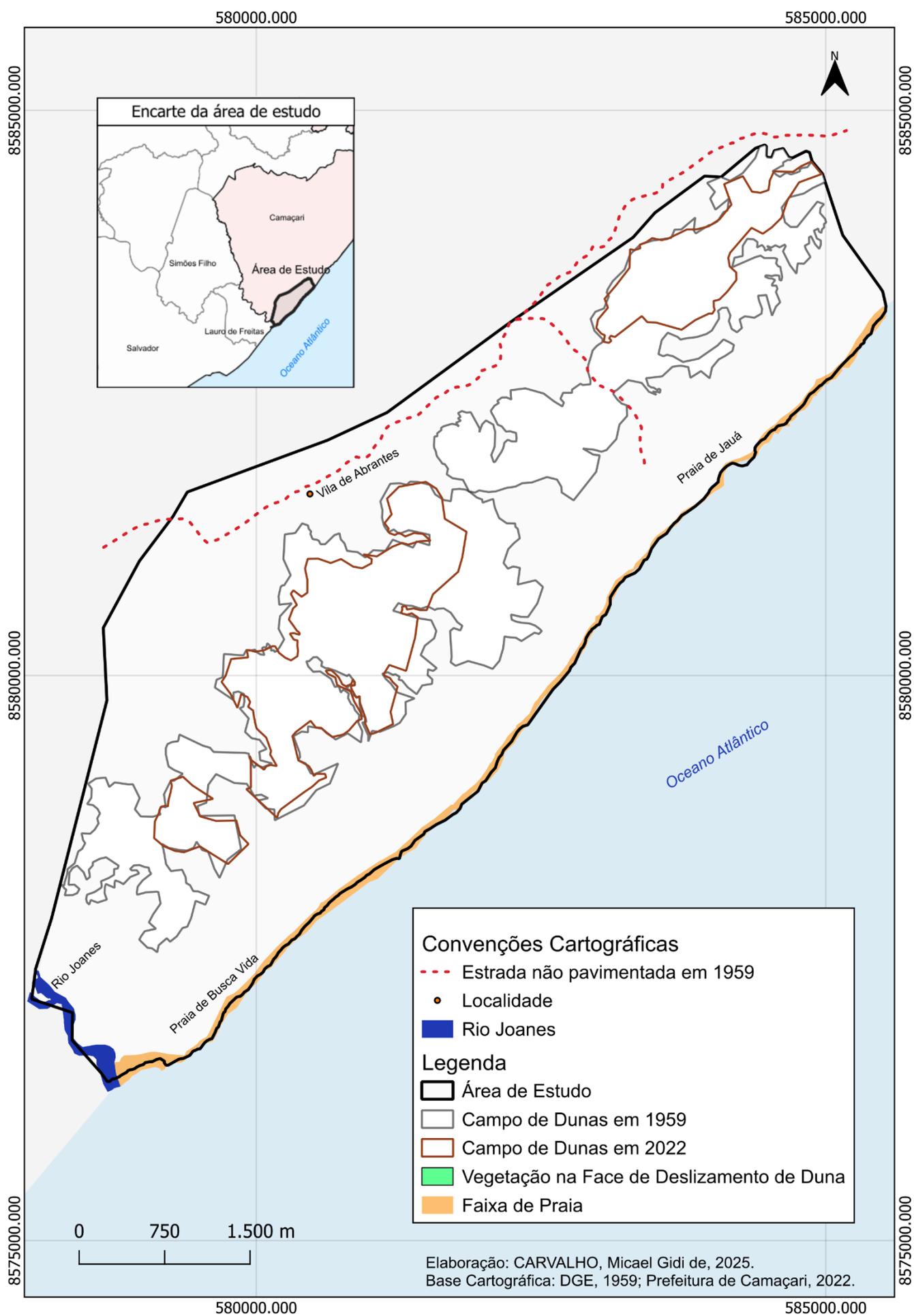


Figura 11: Mapa hipsométrico do campo de dunas de Jauá e Abrantes, no ano de 2022.

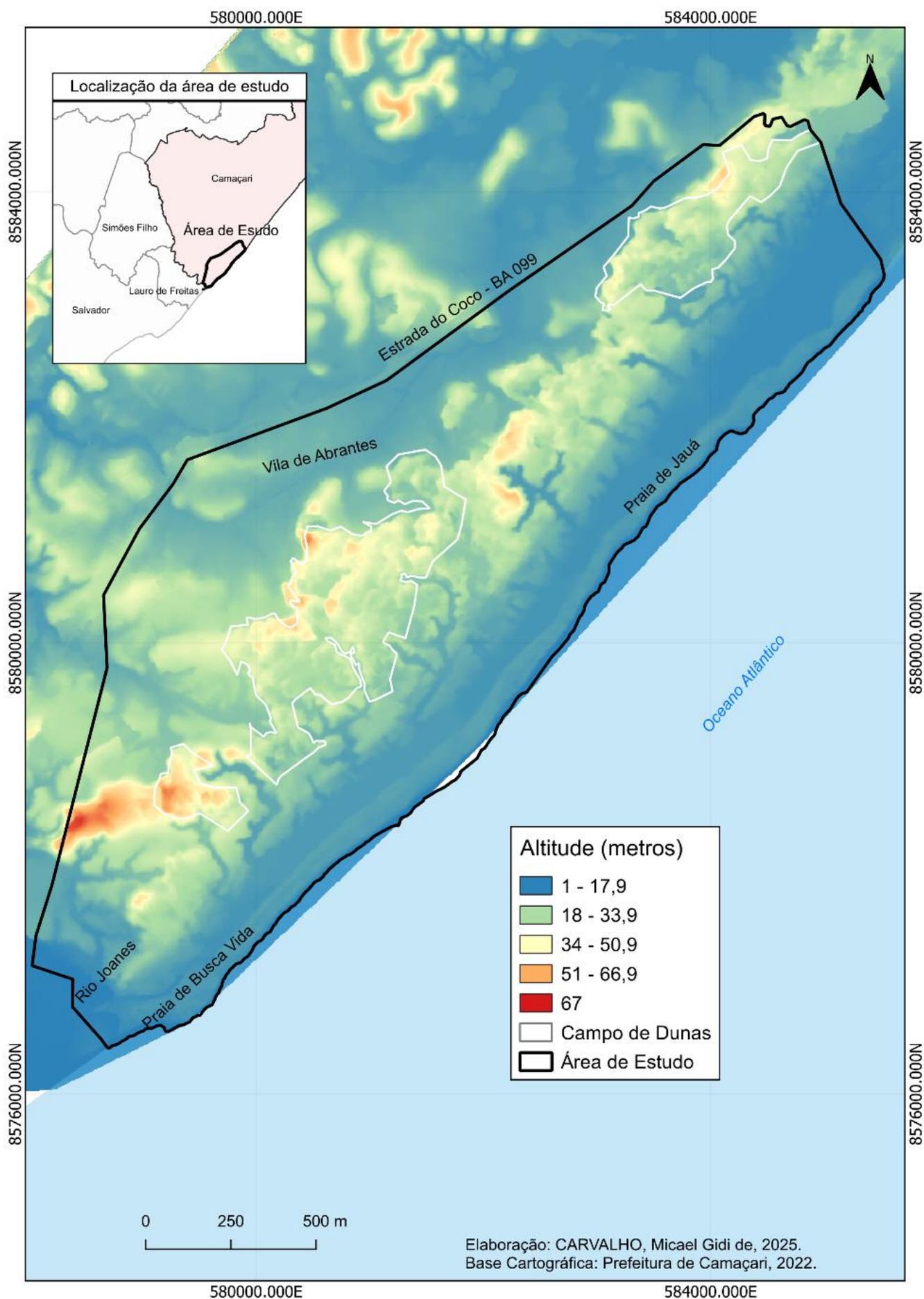
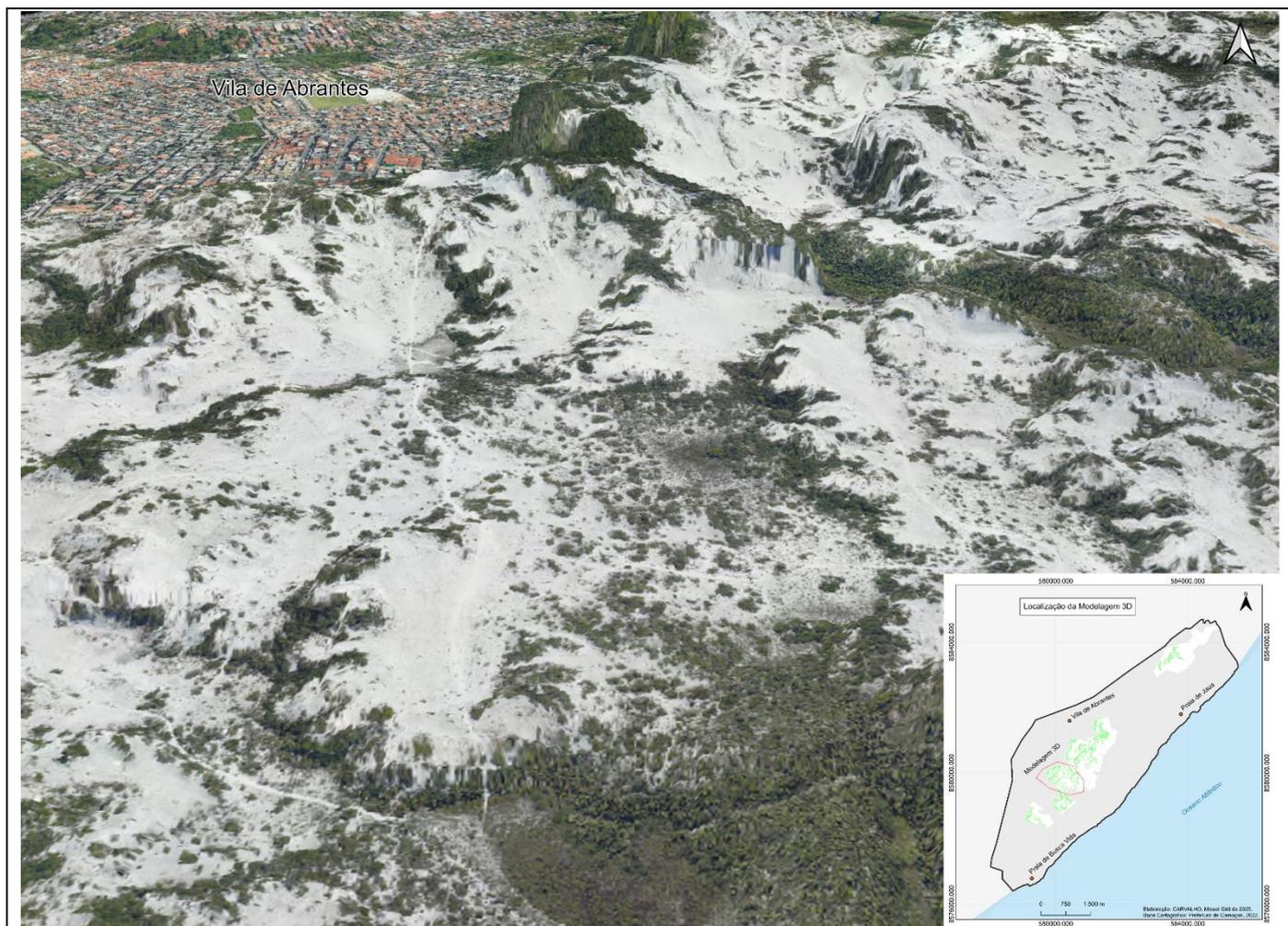


Figura 12: Modelagem 3D do terreno, no ano de 2022. No encarte, a localização da área modelada delimitada pela linha tracejada vermelha.



Fonte: Autor, 2025.

6. DISCUSSÕES

6.1. CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA

Como já citado, a ocupação urbana no litoral leste/nordeste do país se dá de maneira mais intensiva a partir dos anos de 1980 (Netto, 2017), o que não difere na área mapeada - em 1959 há ausência de grandes ocupações urbanas na região. Já no mapeamento de 2022 observa-se uma grande extensão das áreas ocupadas reduzindo significativamente as áreas de dunas.

A forma das dunas (figura 13, 14) levanta questionamento a respeito da sua morfologia, apresentando formas que podem se assemelhar com dunas parabólicas, mas com características de *blowout*. A forma destas dunas remete a descrita por Goudie (2011) a respeito de dunas parabólicas compostas, as quais possuem padrões que se assemelham a “ancinhos”, além de rampas de deposição de sedimentos.

Estas dunas remetem ao formato semicircular, com zonas de deflação, sendo vegetado na face de deslizamento, o que remete a dunas *blowout*.

Existe também, na área estudada, a ocorrência de dunas frontais em dois estágios distintos, incipientes (figura 15) e estabelecidas (figura 16).

Figuras 13: Zona de deflação no campo de dunas de Abrantes e Jauá.



Acervo do autor, 2025.

Figuras 14: Face de deslizamento do campo de dunas de Abrantes e Jauá.



Fonte: Acervo do autor, 2025.

Figura 15: Duna frontal incipiente na faixa de praia de Busca Vida.



Fonte: Acervo do autor, 2025.

Figura 16: Duna frontal estabelecida na faixa de praia de Jauá.



Fonte: Acervo do autor, 2025.

Em relação a altimetria das dunas, as zonas com os lóbulos mais altos estão na parte mais interiorana do campo de dunas. Foi possível também mapear algumas zonas de deflação. As alturas das cristas das dunas variam de 1 metro até 54 metros. Há também significativas extensões de zonas úmidas de água doce.

6.2. CLASSIFICAÇÃO DAS DUNAS

O campo de dunas de Abrantes e Jauá pode ter duas classificações viáveis, como um campo de dunas *blowout* ou parabólico.

Conforme o mapeamento (figura 5) de Esquivel (2016), é possível observar que o campo de dunas estudado está localizado sobre um depósito arenoso pré-existente, os Depósitos de Leques Aluviais Pleistocênicos.

Para ser considerado um campo de dunas *blowout*, são necessários três principais requisitos: a pré-existência de depósitos arenosos, ser formado a partir de um processo eólico erosivo e ter o formato de prato, taça, tigela ou de um canal formado pela erosão eólica. Como abordado, há registro de depósitos arenosos, que podem ser terraços marinhos pleistocênicos ou leques aluviais pleistocênicos, ao longo da linha de costas anteriores à formação da última e mais significativa geração de dunas *blowouts* no litoral norte baiano, que supõem-se datar do no Último Máximo

Glacial, há cerca de 19.000 e 22.000 anos calibrados antes do presente. (Dominguez e Bittencourt, 2012). Na área também há indícios de erosão eólica dada a presença de zonas de deflação (figuras 17 e 18). Não se observam contudo o formato típico dos *blowouts* – de prato, taça, tigela ou canal.

Já dunas parabólicas são marcadas principalmente pelo seu formato em U ou V, possuindo cristas de caudas vegetadas, com a convexidade à sotavento. Um dos tipos de parabólicas é o imbricado, que consiste na sequência de várias dunas parabólicas menores, como citado por Hesp (2011) e composta ou fundida que podem dar a aparência de ancinho ao campo de dunas, como mencionado por Goudie (2011).

O aspecto de ancinho é facilmente visualizável no campo de dunas estudados (figuras 8, 9 e 12), o que remete a classificá-lo como um campo de dunas parabólico, como já mencionado por Giannini et al. (2005). Muito provavelmente este campo se classificaria como composto por “dunas parabólicas de deflação”, na terminologia de Goudie (2011), que remete a erosão eólica da camada arenosa pré-existente. Dessa forma concluímos, que o campo de dunas atual é parabólico e pode ter evoluído a partir de dunas *blowout*.

Figura 17: Erosões eólicas no campo de dunas de Abrantes e Jauá.



Fonte: acervo do autor, 2025.

Figura 18: Erosões eólicas no campo de dunas de Abrantes e Jauá.



Fonte: acervo do autor, 2025.

6.3. RELAÇÃO DA DIREÇÃO DOS LÓBULOS DUNARES COM O REGIME DE VENTOS

Jesus, Silva e Guimarães (2023) analisaram a velocidade e direção dos ventos em uma escala temporal de 30 anos a partir das estações meteorológicas de Salvador e Aracaju, constatando que os ventos se originam de Leste (39%), Sudeste (29%) e Sul (13%), com velocidade entre 3 e 9 m/s. Os ventos de Leste predominam entre outubro e março, enquanto os ventos de Sudeste e Sul entre abril e setembro. Os direcionamentos dos lobos das dunas não mudaram entre o ano de 1959 e 2022, o que caracteriza que o regime de vento permanece o mesmo.

A observação das figuras 8 e 9 permite inferir, ainda que de forma qualitativa, o sentido dos lóbulos do campo de dunas, que aparenta ser, majoritariamente, Sudeste-Noroeste e, secundariamente, de Leste-Oeste, com variações em torno dessas direções. Esses dados correspondem com o padrão de ventos trazido por Jesus, Silva e Guimarães (2023). Essa análise contudo carece de medições efetivas dos lóbulos, que não puderam ser feitas neste trabalho.

6.4. VEGETAÇÃO NAS DUNAS

Segundo Giannini et al. (2005) os depósitos eólicos ativos do Brasil são subdivididos em dois tipos. O primeiro, que possui grandes extensões e volumes de areia, são de dunas livres de lençóis de areia, e migram da praia rumo ao interior. O segundo, são dunas “semifixas” ou vegetadas, que engloba as dunas frontais (incipientes e estabelecidas), dunas *blowouts* e parabólicas. Ou seja, podemos classificar o campo de dunas presente em Abrantes e Jauá como dunas “semifixas” ou vegetadas, devido a grande extensão de vegetação presente nele.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluimos que o campo de dunas de Abrantes e Jauá é um campo que, por sua morfologia, se assemelha a um campo de dunas parabólico, do tipo imbricado, e provavelmente originou por deflação, razão pela qual se supõe que ele se origine a partir de dunas *blowout*. Este campo de dunas está semi-fixado pela vegetação.

Os principais desafios encontrados para a realização desse trabalho foram a escassez de referencial teórico a respeito dos tipos de dunas e suas principais diferenciações, pois, as definições atuais abrem espaço para muitos questionamentos que nem sempre possuem uma resposta objetiva. Outro desafio foi a ausência de fotos aéreas antigas com boa resolução e a falta de dados altimétricos antigos da região.

Outro ponto que pode contribuir de maneira significativa para melhor compreender a dinâmica do campo de dunas, é a identificação do regime climático para a região e uma possível identificação de mudanças neste regime. Trabalhos voltados para a classificação de dunas podem contribuir para melhor entendimento das tipologias e evoluções de campos de dunas. Pesquisas futuras podem explorar mais a fundo a relação entre a variabilidade climática, os impactos da urbanização e o monitoramento de longo prazo.

É essencial destacar, que, de acordo com o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012), as restingas fixadoras de dunas são consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP). Essa proteção é essencial para evitar a degradação de ecossistemas frágeis, garantindo a estabilidade da costa e o equilíbrio ecológico. As dunas também são essenciais para a preservação dos lençóis freáticos de água doce das regiões costeiras.

REFERÊNCIAS

BAHIA. Governo do Estado da Bahia. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos; Centro de Recursos Ambientais. **Diagnóstico oceanográfico e proposição de disciplinamento de usos da faixa marinha do Litoral Norte do Estado da Bahia**. Salvador: SEMARH/CRA, 2003.

BAIRD, Thomas R.; et al. **Blowout morphometrics and mass balances**. *Frontiers in Earth Science*, seção Environmental Informatics and Remote Sensing, v. 9, 2021.

BRASIL. Divisão de Geografia do Exército. **Fotografia aérea do litoral norte da Bahia**. Rio de Janeiro: DGE, 1959.

BITTENCOURT, A. C. S. P. et al. **Tendência de longo prazo à erosão costeira num cenário perspectivo de ocupação humana: litoral norte do estado da Bahia**. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, Março 2010. 125-137.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. *Diário Oficial da União*, Brasília, 25 maio 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2012/l12651.htm. Acesso em: 28 jan. 2025.

COUTINHO, Leopoldo Magno. **Biomias Brasileiros**. Oficina de Textos, 2016.

CUNHA, Cenira Maria Lupinacci da; QUEIROZ, Débora Silva. **A cartografia geomorfológica de detalhe: uma proposta visando à multidisciplinaridade**. *Climep – Climatologia e Estudos da Paisagem*, Rio Claro (SP), v. 7, n. 1-2, p. 22A, jan./dez. 2012.

DOMINGUEZ, José Maria Landim; BITTENCOURT, Abilio Carlos da Silva Pinto. **Zona costeira**. In: BARBOSA, Johildo Salomão Figueirêdo (Org.). *Geologia da Bahia: pesquisa e atualização*. Salvador: CBPM, 2012. p. 395-425.

ESQUIVEL, Marcus Santos. **A zona costeira dos municípios do Litoral Norte e entorno da Baía de Todos os Santos - Estado da Bahia: implicações para a gestão ambiental**. 2016. 141 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências, Salvador, 2016. Orientador: Prof. José Maria Landim Dominguez.

FERNANDEZ, Guilherme Borges. *Et al.* **Classificação Morfológica das Dunas Costeiras entre Cabo Frio e o Cabo de Búzios, Litoral do Estado do Rio de Janeiro**. *Rev. Bras. Geomorfol.* (Online), São Paulo, v.18, n.3, (Jul-Set) p.595-622, 2017.

GIANNINI, Paulo C. F., et al. **Dunas e paleodunas eólicas costeiras e interiores**. In: SOUZA, Celia Regina de Gouveia, et al. *Quaternário do Brasil*. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005. p. 235-253.

GIANNINI, P. C. F., et al. **Morfodinâmica de sistemas eólicos costeiros: um modelo baseado em exemplos do Holocénico brasileiro e seu potencial interpretativo**. *Comunicações Geológicas*, Porto, v. 101, especial II, p. 681-685, 2014

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOUDIE, Andrew. **Parabolic dunes: distribution, form, morphology and change**. *Annals of Arid Zone*, v. 50, n. 3 & 4, p. 1-7, 2011.

HESP, Patrick. **A Gênese de Cristas de Praias e Dunas Frontais**. *Mercator - Revista de Geografia da UFC*, ano 01, número 02, 2002.

HESP, Patrick A. et al. **Beach ridges, foredunes or transgressive dunefields? Definitions and an examination of the Torres to Tramandaí barrier system, Southern Brazil**. *Geological Society of America Bulletin*, v. 116, n. 3-4, p. 317-335, 2004.

HESP, Patrick. **Foredunes and blowouts: initiation, geomorphology and dynamics**. 2002. Geography Programme, Massey University, Palmerston North, New Zealand. Recebido em 3 mar. 2000; revisado em 15 abr. 2001; aceito em 24 jan. 2002

HESP, Patrick. **Morphology, dynamics and internal stratification of some established foredunes in Southeast Australia**. *Earth Surface Processes and Landforms*, v. 12, n. 4, p. 449-464, 1987.

HESP, P. **Dune coasts**. Baton Rouge: Louisiana State University, 2011.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de Dados e Informações Ambientais: um instrumento para organização e preservação**. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home>. Acesso em: 06 de jan. de 2025.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base de Dados e Informações Ambientais – BDIA: Pedologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/pedologia>>. Acesso em: 15 de jan. 2025.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base de Dados e Informações Ambientais – BDIA: Vegetação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/vegetacao>>. Acesso em: 15 de jan. 2025.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 158 p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Pedologia**. 3 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 430 p.

JESUS, Raija Cisneiros de; SILVA, João Paulo Santos Correia da; GUIMARÃES, Junia Kacenenelbogen. **Dinâmica sazonal das células de circulação de sedimentos em Aremepe, Litoral Norte da Bahia**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 2023. Anais.

MARTINEZ, M.L., et. al. **Diagnóstico de las dunas costeras de México**. CONAFOR - Comisión Nacional Forestal. 350 p.

NETTO, Augusto Minervino. **A Zona Costeira e Marinha**. In: NUNES, José Marcos de Castro; MATOS, Mara Rojane Barros de (Orgs.). *Litoral Norte da Bahia: Caracterização Ambiental, Biodiversidade e Conservação*. Salvador: EDUFBA, 2017. p. 15-26.

NUNES, José Marcos de Castro; MATOS, Mara Rojane Barros de (orgs.). **Litoral norte da Bahia: caracterização ambiental, biodiversidade e conservação**. Prefácio de Eduardo Mendes. Salvador: EDUFBA, 2017. 455 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMAÇARI. **Ortofotos do município de Camaçari – BA**. Camaçari: Prefeitura Municipal, 2022.

SCHMIDLIN, Lucia Agathe Juliana. *Et al.* **Mapeamento de Caracterização da vegetação da Ilha de Superagui Utilizando Técnicas de Geoprocessamento**. Curitiba: Floresta, 2005.

SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO AMBEINTE DE CAMAÇARI. **Resumo Executivo Plano de Manejo Parque Natural Municipal das Dunas de Abrantes e Jauá**. Camaçari: Secretaria do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, 2024.

SILVA, João Paulo Santos Correia da. **Mudanças recentes nos ventos incidentes no Litoral Norte do Estado da Bahia**. 2023. 35 p. Relatório de Iniciação Científica (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2023.

SOUZA, Alexandre dos Santos; FURRIER, Max. **Técnicas de mapeamento geomorfológico aplicadas em escala de detalhe**. Geomorphological Mapping Techniques Applied in Detail Scale. 2019.