



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ



GEOGRAFIA
Universidade Federal do Ceará

ATLAS

do Assentamento Estadual e Reserva
de Desenvolvimento Sustentável da
Planície Costeira de Tatajuba

2025

Governador do Estado do Ceará
Elmano de Freitas da Costa

Secretário do Desenvolvimento Agrário
Moisés Braz Ricardo

Secretária do Ciência, Tecnologia e Educação Superior
Sandra Maria Nunes Monteiro

Superintendente do Instituto do Desenvolvimento Agrário do Ceará
João Alfredo Telles Melo

Presidente da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
Raimundo Costa Filho

Coordenadora Cientista Chefe Terra
Maria Inês Escobar da Costa

Coordenador do Projeto
Antônio Jeovah de Andrade Meireles





Atlas do Assentamento Estadual e Reserva de Desenvolvimento Sustentável da Planície Costeira de Tatajuba

Projeto:

Desenvolvendo a dupla afetação territorial: modelo inovador de Assentamento Estadual e Reserva de Desenvolvimento Sustentável - RDS

3

Apoio





PREFÁCIO

Criado pelo governador Camilo Santana, por intermédio da LEI Nº17.378/ 2021, o PROGRAMA CIENTISTA-CHEFE, gerido pela Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), órgão vinculado à Secretaria de Ciência e Tecnologia, tem levado soluções de ciência, tecnologia e inovação para a gestão pública estadual, unindo pesquisadores e gestores na perspectiva de melhorar a qualidade de vida da população e a eficiência dos serviços públicos.

Em nosso Instituto de Desenvolvimento Agrário do Ceará (IDACE), autarquia vinculada à Secretaria de Desenvolvimento Agrário (SDA) que tenho a honra de dirigir, o programa é coordenado pela professora doutora Maria Inês Escobar da Costa e conta com a preciosa participação dos professores doutores Jeovah Meireles e Aécio Oliveira.

Este Atlas de Tatajuba é um dos importantes produtos entregues pela competente equipe de bolsistas liderada pelo professor Jeovah Meireles, no âmbito do subprojeto Dupla Afetação do território de Tatajuba.

O Atlas - com suas belas imagens, gráficos e referências - representa a base conceitual e cartográfica para a inovação que será a criação, em nosso estado, do primeiro projeto estadual de assentamento ambientalmente diferenciado: o Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS) de Tatajuba. O PDS é a síntese da dupla afetação agrária (o assentamento de reforma agrária) e ambiental (a criação futura de uma unidade de conservação de uso sustentável, a Reserva de Desenvolvimento Sustentável - RDS).

A profundidade dos estudos inter e multidisciplinares realizados no território de Tatajuba - que engloba quatro comunidades tradicionais e um entorno natural de uma riqueza socioambiental, ecológica e cultural extraordinária - servirá de base não só para a instituição dos dois instrumentos de afetação agrária e ambiental (o PDS e a RDS), mas, para a própria gestão e desenvolvimento dessa importante área de nossa zona costeira.

Ao IDACE que, por decisão judicial na mediação de conflito que perdurava há mais de 20 anos, ficou com a propriedade da terra em condomínio com as comunidades tradicionais (cujos moradores terão suas posses regularizadas), caberá a gestão do território em parceria com o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), no aspecto agrário, e com a Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima (SEMA), responsável pela unidade de conservação. Trabalhos esses que se assentarão sobre a base científica e cartográfica realizada pela equipe do professor Jeovah, a quem agradecemos e parabenizamos pela excelência do produto entregue ao governo e ao povo do Ceará.

João Alfredo Telles Melo
Superintendente do Idace

Projeto
Desenvolvendo a dupla afetação territorial: um modelo inovador de assentamento estadual e reserva de desenvolvimento sustentável - RDS

Coordenador:

Prof. Dr. Antônio Jeovah de Andrade Meireles

Equipe Cientista Chefe:

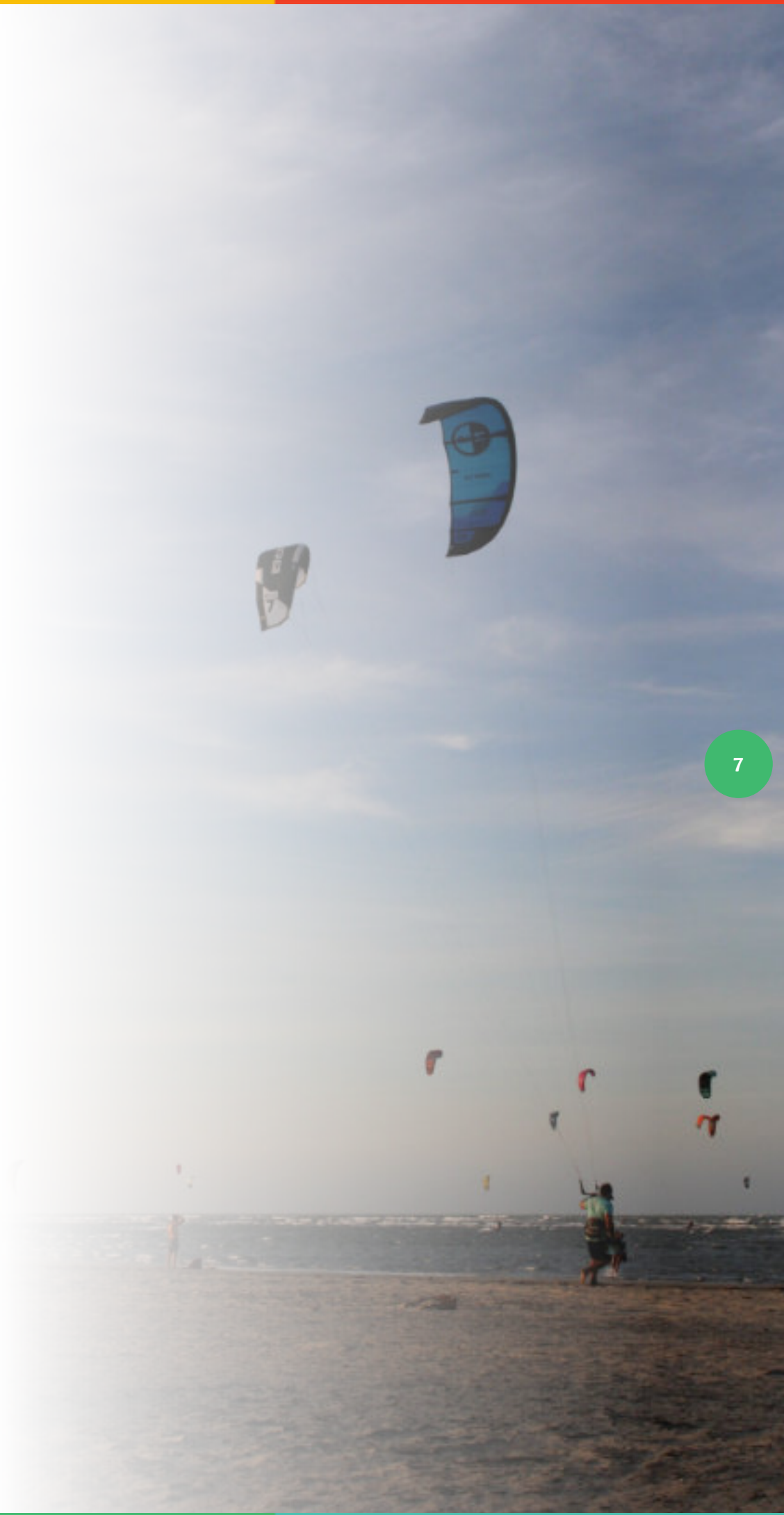
Dra. Áfia Suely Santos da Silva de Almeida
Dr. Antonio Ferreira Lima Júnior
Dra. Gabriela Goudard
Dr. Marcelo Freire Moro
Dra. Mariana Bezerra Macêdo
Dr. Pedro Edson Face Moura
Ma. Maevy dos Santos Brito

Equipe IDACE:

João Alfredo Telles Melo (Presidente)
Paulo Henrique Lobo Magalhães (Diretor Técnico)
Sara Maria Spinoza Juvêncio (Assessora da Superintendência)
Priscilla Azevedo Aguiar (Assessora Técnica)
Manoel Moésio Braga Mota (Assistente Técnico)
Jesuíno Maia Lima (Assessor Financeiro)
Antonio Erivando Bezerra (Analista Gráfico)
Francisco Aytallo Erick da Silveira (Analista Gráfico)

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	9
O ATLAS	10
DUPLA AFETAÇÃO TERRITORIAL	12
LOCALIZAÇÃO	16
GEOLOGIA	20
PEDOLOGIA	22
UNIDADES GEOAMBIENTAIS	25
VEGETAÇÃO	36
CLIMA	49
VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS	62
ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO	76
SERVIÇOS ECOLÓGICOS	79
ZONEAMENTO SOCIOAMBIENTAL DE TATAJUBA	88
BANCO DE DADOS GEOESPACIAL	97
REFERÊNCIAS	101





APRESENTAÇÃO

O projeto “Desenvolvendo a Dupla Afetação Territorial: um modelo inovador de Assentamento Estadual e Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS)” é uma iniciativa realizada no âmbito do Programa Cientista-Chefe, da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap), em parceria com o Instituto de Desenvolvimento Agrário do Ceará (Idace) e o Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará (UFC).

Constitui proposta pioneira no estado do Ceará, que visa construir um modelo inovador de ordenamento territorial, integrando e de maneira articulada, os princípios da reforma agrária e da conservação ambiental, por meio da Dupla Afetação Territorial. Esse conceito enseja a sobreposição de um Projeto de Assentamento Estadual com uma Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS), garantindo, simultaneamente, a segurança da posse coletiva, a preservação dos ecossistemas e a promoção do desenvolvimento sustentável.

O território de atuação é a planície costeira de Tatajuba, no município de Camocim, marcada por uma rica diversidade ambiental, presença de comunidades tradicionais e, ao mesmo tempo, por pela especulação imobiliária, mudanças aceleradas na dinâmica ambiental e desafios da emergência climática. A proposta integra uma abordagem científica, tecnológica e social, articulando levantamento de dados geoambientais, elaboração de cartografias temáticas, diagnóstico socioeconômico, zoneamento ambiental participativo, oficinas de formação e desenvolvimento de planos locais de gestão compartilhada.

O projeto tem como missão consolidar instrumentos de governança territorial, fortalecer a segurança e soberania alimentar, valorizar os serviços ecológicos locais e contribuir com soluções inovadoras para o enfrentamento dos efeitos das mudanças climáticas, servindo como referência para a formulação de políticas públicas direcionadas aos territórios tradicionais e à zona costeira do Ceará.

Equipe Cientista Chefe

O ATLAS

O Atlas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável de Tatajuba é um dos principais produtos do projeto “Desenvolvendo a Dupla Afetação Territorial”, conduzido no âmbito do Programa Cientista-Chefe da Funcap, em parceria com o Idace, o Departamento de Geografia da UFC e as comunidades de Tatajuba. O Atlas tem como objetivo sistematizar, organizar e divulgar os resultados dos estudos desenvolvidos à extensão do Projeto, reunindo um conjunto abrangente de informações sobre os aspectos físicos, ambientais, ecológicos, socioeconômicos e culturais do território, mostrados por meio de mapas temáticos, análises integradas, diagnósticos e proposições para o ordenamento e a gestão territorial.

A estrutura do atlas reflete a metodologia adotada no projeto, incorporando tanto o conhecimento científico quanto os saberes locais, construídos de forma colaborativa com as comunidades da planície costeira de Tatajuba. Além de ser uma ferramenta técnica e acadêmica, é também um instrumento de luta e afirmação dos direitos territoriais das comunidades. Ele contribui diretamente para o fortalecimento da gestão participativa do território de Dupla Afetação, garantindo a preservação dos ecossistemas, a melhoria da qualidade de vida das populações locais e a formulação de estratégias para enfrentar os desafios socioambientais impostos pela emergência climática.





DUPLA AFETAÇÃO TERRITORIAL

um modelo inovador de Assentamento Estadual e Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS)

MAS O QUE É UM ASSENTAMENTO ESTADUAL (PE)?

É uma modalidade de reforma agrária regulamentada pela Lei nº 8.629/1993, que visa a promover a redistribuição de terras para fins de exploração agrícola, pecuária ou agroextrativista. Essa modalidade de assentamento é de competência estadual e é executada pelo Instituto de Colonização e Reforma Agrária (Incra) em parceria com os governos estaduais – no caso do Ceará, com o Instituto de Desenvolvimento Agrário do Ceará (Idace).

O Projeto de Assentamento Estadual (PE) é regulamentado por legislação específica de cada estado. No caso do Estado do Ceará, deve-se observar o disposto no Decreto nº 33.860, de 21 de dezembro de 2020, com devido destaque ao art. 2º, inciso XXVII.

"Regime de posse em forma coletiva de uso comum da terra em imóvel rural: área contígua localizada no interior de um ou mais imóveis rurais, caracterizados como Assentamentos de Reforma Agrária organizados em lotes, imóveis adquiridos por recursos oriundos de linhas de crédito fundiário, áreas gerenciadas pelo DNOCS, vilas agrícolas e perímetros irrigados, compostos de dois ou mais imóveis rurais contíguos, mediante a constituição de pessoa jurídica, quer sob a forma de cooperativas quer como sociedades abertas constituídas na forma da legislação em vigor, consoante dispõe o Art. 3º da Lei n.º 4.504, de 30 de novembro de 1964, bem como os imóveis de áreas tituladas de povos originários e comunidades tradicionais que façam uso coletivo do seu território".



Reuniões com a comunidade.

"RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL", O QUE É?



A Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) visa a preservar a natureza e melhorar a qualidade de vida das populações tradicionais, valorizando seus conhecimentos de manejo ambiental.

A visitação é incentivada, desde que alinhada com os interesses locais e o Plano de Manejo da unidade.

A posse é pública, com regulamentação específica para o uso das áreas ocupadas pelas populações tradicionais.

A pesquisa científica é permitida e encorajada, focada na conservação ambiental, na relação harmoniosa das comunidades com o meio e na Educação Ambiental, sujeita à autorização prévia do órgão responsável e às normas estabelecidas.

Lei nº 9.985, de 2000 - Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC)

Art. 20. A Reserva de Desenvolvimento Sustentável é uma área natural que abriga populações tradicionais, cuja existência baseia-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais e que desempenham um papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica.



Reuniões com a comunidade.

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO



Para que servem as Unidades de Conservação?

Viver em um meio ambiente ecologicamente equilibrado é um direito de todo brasileiro, garantido na Constituição Federal. Há muito o ser humano reconhece a necessidade de proteger áreas naturais com características específicas, salvaguardando fauna, flora, rios e mares, elementos que precisam coexistir para haver equilíbrio na natureza. No Brasil, país considerado megabiodiverso, essas áreas são delimitadas.

A Lei nº 9.985, de 2000, instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), que definiu a UC como um espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes. O SNUC também separou as áreas em dois tipos: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável. A primeira é subdividida em cinco categorias que possuem normas bastante restritas e são mais direcionadas para a pesquisa e conservação da biodiversidade. Já as sete categorias de Unidades de Uso Sustentável são mais orientadas para visitação e atividades educativas e uso sustentável de seus recursos.



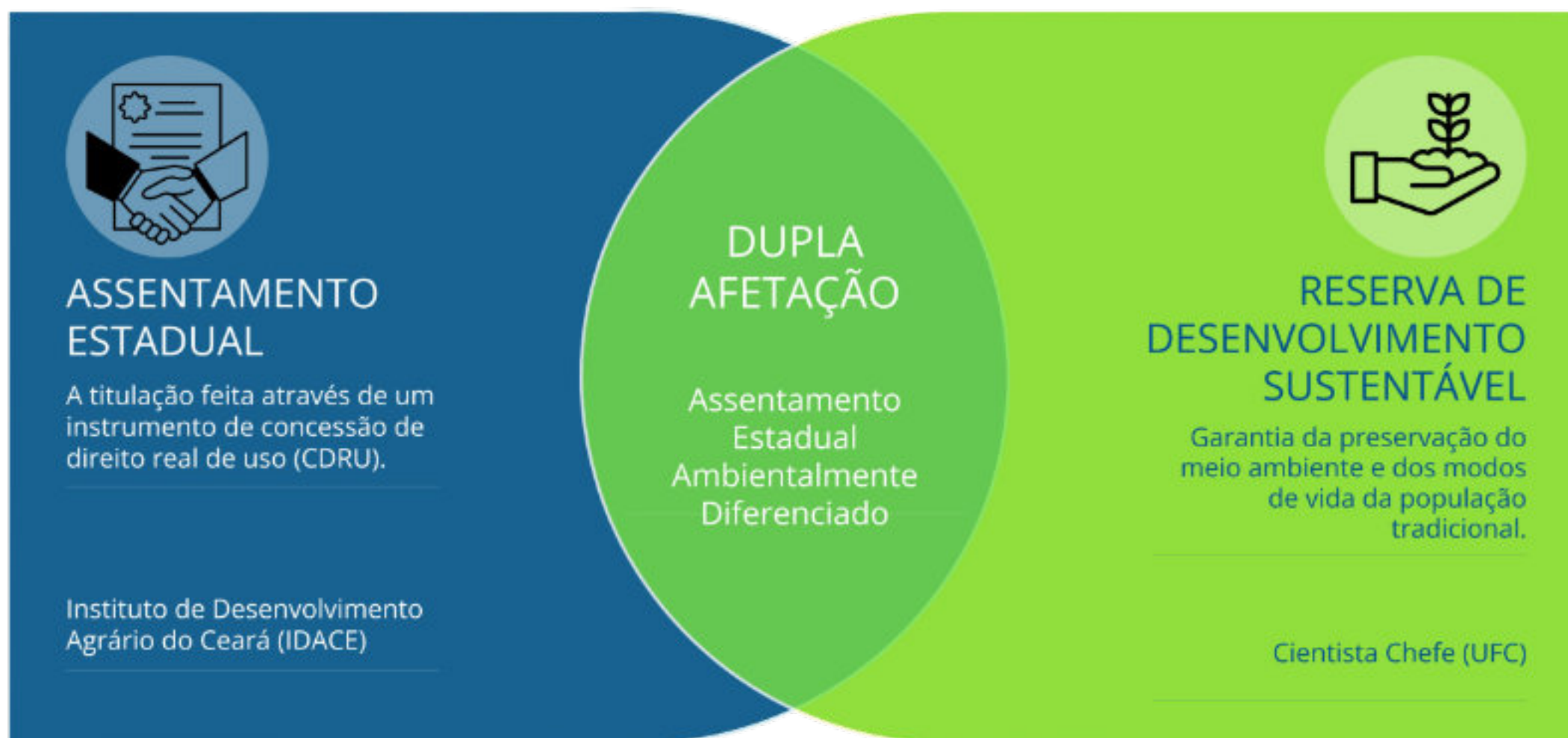
Para saber mais, acesse:

Sistema Nacional de
Unidades de Conservação
da Natureza – SNUC
(Ministério do Meio
Ambiente)

Segundo Ministério do Meio Ambiente (MMA), cada UC recebe uma denominação, de acordo com suas características, objetivos a serem atingidos e seu nível de proteção a ser exercida.

No caso da Tatajuba, é uma Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS).

Dupla Afetação Territorial: modelo inovador de Assentamento Estadual e Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS)



Reuniões de apresentação do projeto para a comunidade.

LOCALIZAÇÃO

O território de Tatajuba está situado no litoral oeste do estado do Ceará, na região Nordeste do Brasil, pertencente ao município de Camocim. Localiza-se a aproximadamente 380 km de Fortaleza, capital do estado, acessível por via rodoviária até Camocim e, a partir daí, por estradas vicinais e trilhas em meio às dunas móveis e manguezais que caracterizam a região.

Tatajuba está inserida em uma área de grande valor paisagístico, marcada por extensas dunas, lagoas interdunares e a proximidade do mar, compondo um cenário singular que integra o roteiro turístico da Rota das Emoções, que também inclui Jericoacoara e o Delta do Parnaíba. A vila se estabelece em uma planície costeira de transição entre ambientes de dunas móveis e áreas de vegetação litorânea, sendo limitada ao norte pelo Oceano Atlântico.

Essa localização confere a Tatajuba características naturais singulares, como lagoas sazonais formadas pela ação dos ventos e das chuvas, além de áreas de manguezal. Seu posicionamento privilegiado a torna um destino procurado tanto por turistas em busca de belezas naturais quanto por praticantes de esportes como kitesurf, aproveitando os ventos constantes que sopram ao longo do ano na costa cearense.



LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

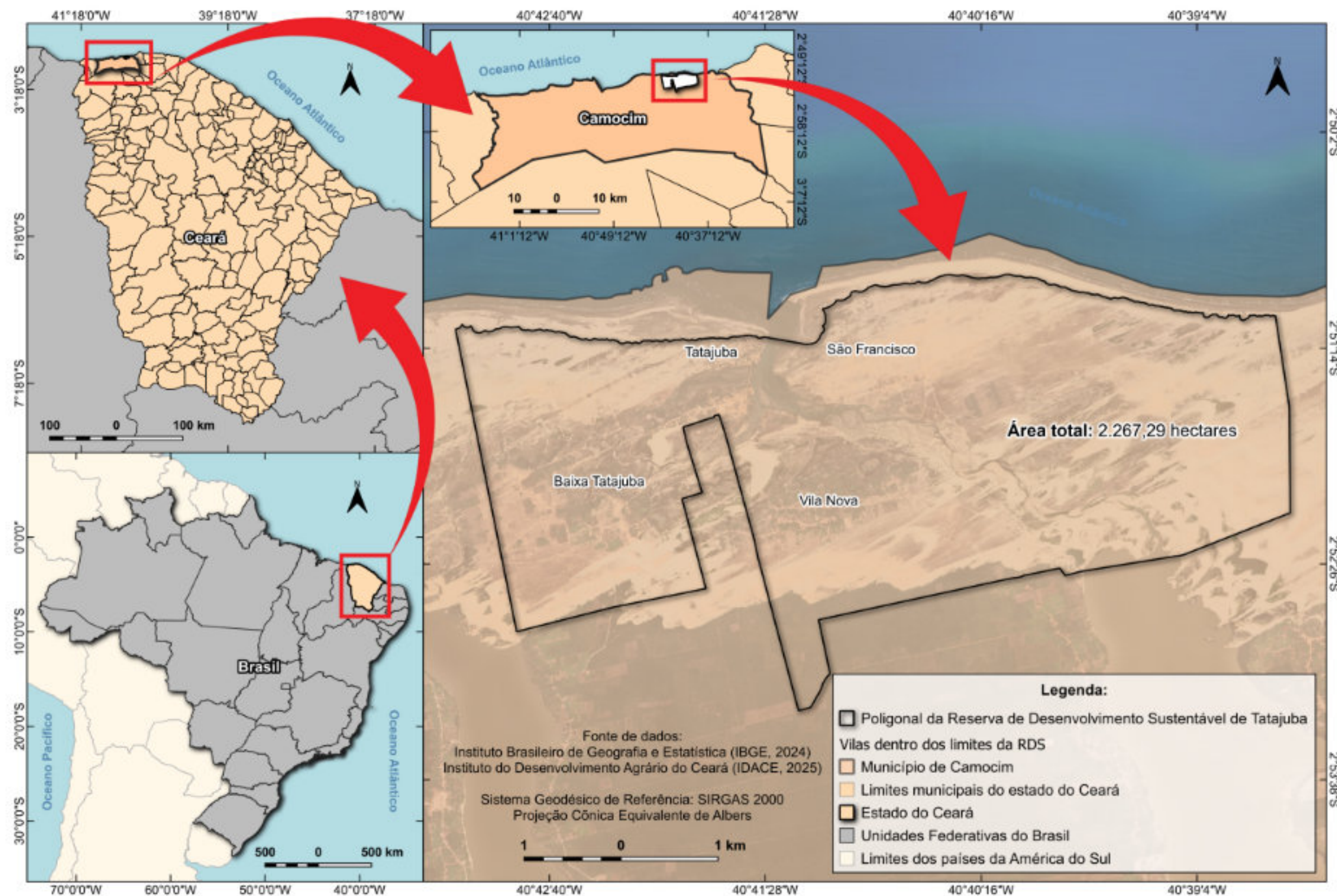
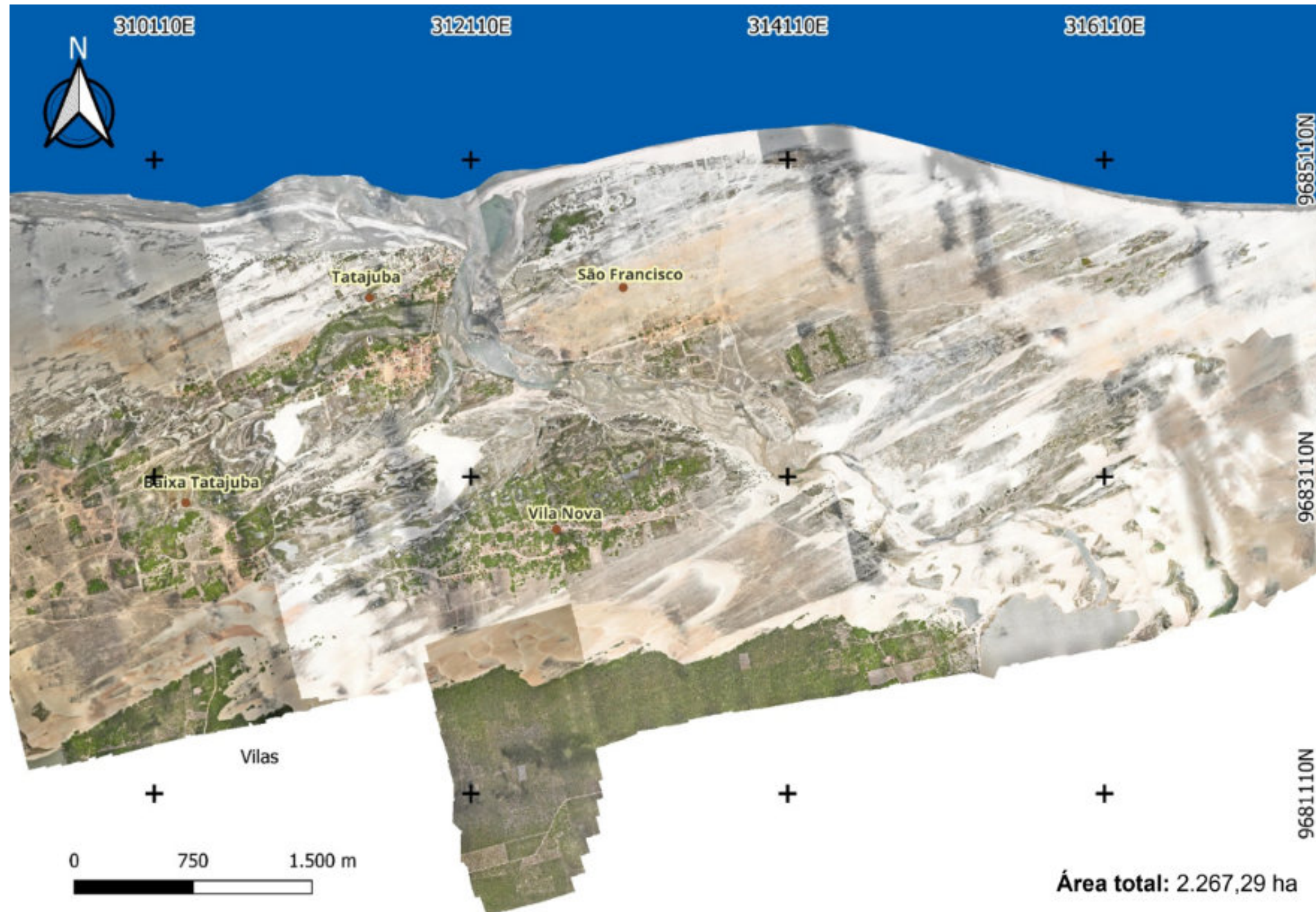


IMAGEM AÉREA DA ÁREA





GEOLOGIA

De acordo com o Banco de Dados e Informações Ambientais (BDiA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e as pesquisas de campo, foram verificados 4 componentes geológicos na planície costeira de Tatajuba: os corpos d'água e aquíferos continentais; os depósitos eólicos costeiros holocênicos; os depósitos aluvionares holocênicos; e a Formação Barreiras.

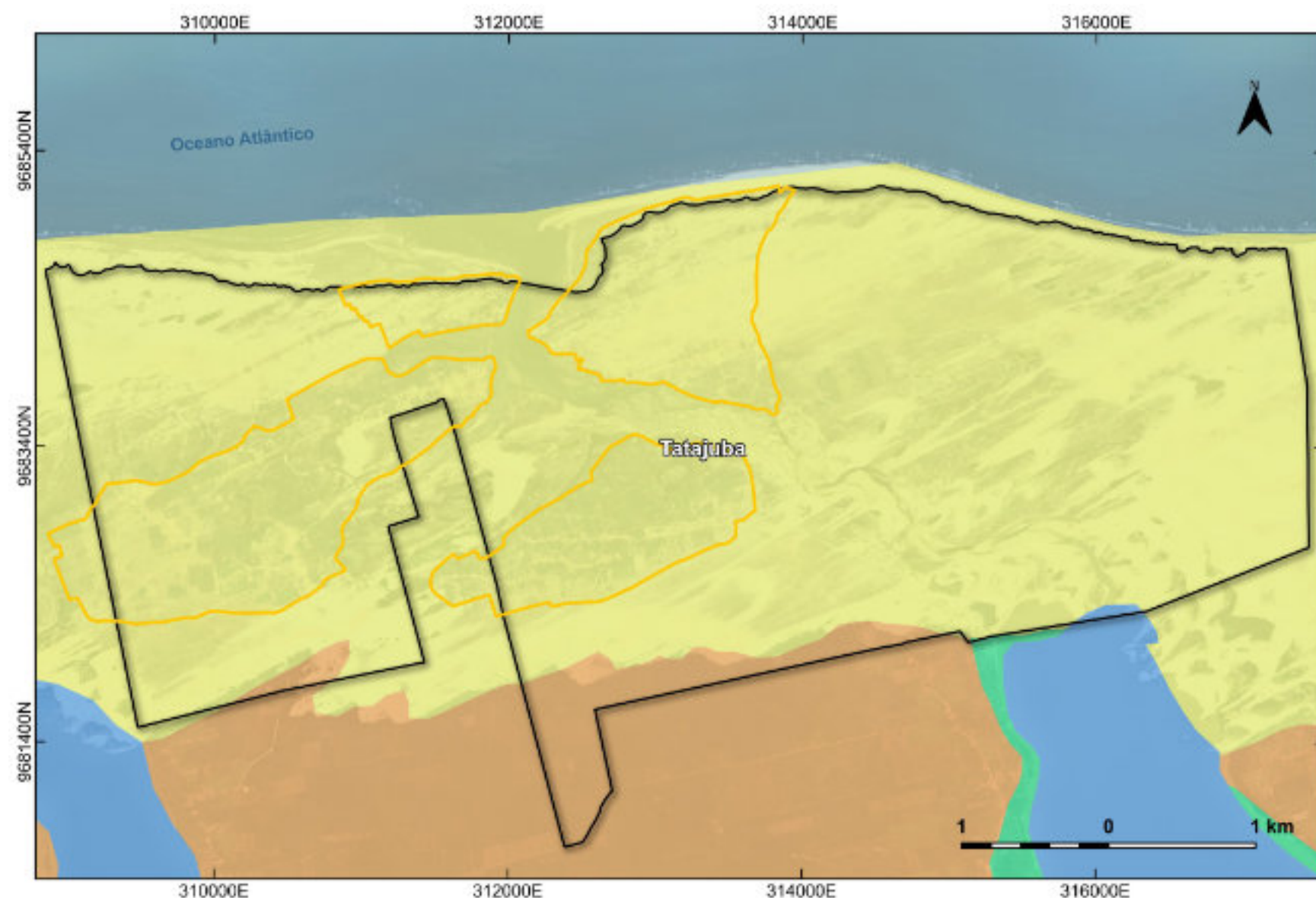
A unidade geológica mais representativa consiste nos **Depósitos Eólicos Costeiros Holocênicos**, tendo mais de 95% da área total do recorte geográfico. Esses depósitos indicam a importância da ação dos ventos na modelagem da paisagem litorânea (Barbosa, 2023), e são compostos por sedimentos de origem continental e marinha acumulados por meio dos eventos deposicionais relacionados com as variações do nível relativo do mar especialmente nos últimos 123 mil anos (Meireles, 2014).

A Formação Barreiras também se encontra no território e ocorre sobre a poligonal sul da planície costeira, abrangendo somente 4,5% do território. No Ceará, essa formação estende-se ao longo do litoral e adentra, aproximadamente, 40 km para o interior do Estado. É constituída por materiais sedimentares originados por meio de movimentos de massas e sistemas fluviais na direção da linha de costa. São excelentes aquíferos integrados com os aquíferos dunares e o sistema fluviolacustre das lagoas mais ao sul.

Os depósitos aluvionares foram relacionados aos sistemas estuarino, fluviais, fluviolacustres e lacustres advindos dos eventos sazonais do clima.



UNIDADES GEOLÓGICAS



Legenda:

- Poligonal da RDS de Tatajuba
- Vilas dentro dos limites da RDS
- Unidades Geológicas:
 - Corpo d'água continental
 - Depósitos Eólicos Costeiros Holocênicos
 - Depósitos Aluvionares Holocênicos
 - Barreiras

Porcentagem da área total da RDS:



Classe	Área (m²)
Corpo d'água continental	29001,3
Depósitos Eólicos Costeiros Holocênicos	21624288,6
Depósitos Aluvionares Holocênicos	1385,2
Barreiras	1018261,2

Organização:



Cartograma de localização:



Fonte de dados:
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025)
Instituto do Desenvolvimento Agrário do Ceará (IDACE, 2025)
Google Earth Pro

Escala: 1:33.000

Sistema Geodésico de Referência: SIRGAS 2000 Zona 24 Sul
Projeção: Transversa de Mercator (UTM)

Elaboração:
Antônio Jeovah de Andrade Meireles
Antonio Ferreira Lima Júnior
Pedro Edson Face Moura

PEDOLOGIA

O mapeamento dos solos do território de Tatajuba foi realizado mediante os dados da Funceme, disponibilizados em dezembro de 2024 e com a sistematização da diversidade pedológica, especialmente aquelas relacionadas com a produção de alimentos.. O Levantamento de Reconhecimento de Média Intensidade dos Solos do Estado do Ceará, foi elaborado com suporte numa demanda da Secretaria de Desenvolvimento Agrário (SDA) do Ceará e da Fundação Cearense de Recursos Hídricos (Funceme), para subsidiar o planejamento estratégico e os estudos que necessitam dos componentes pedológicos.

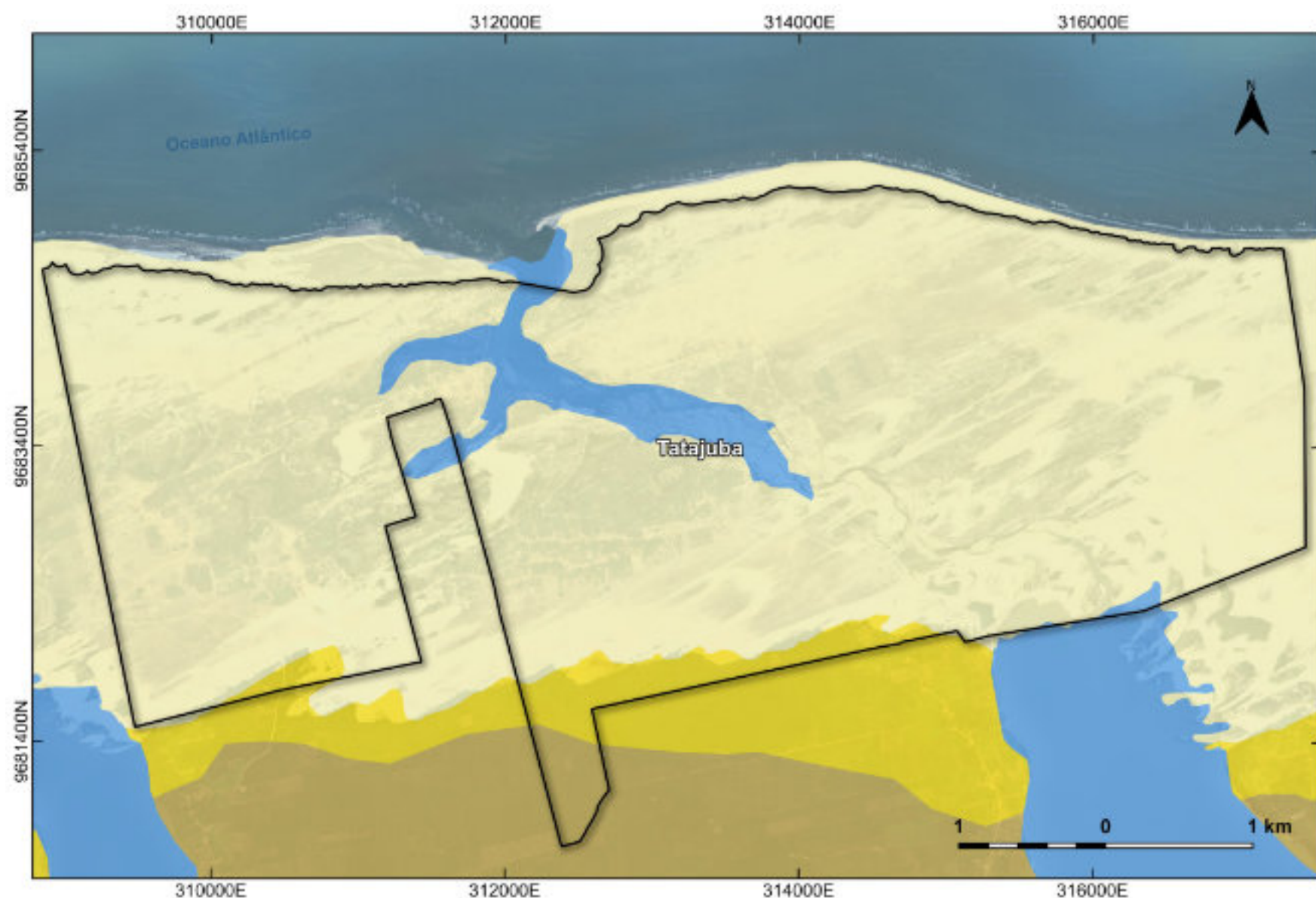
A maior parcela do território compreende os sistemas dunares (cerca de 91%), de acordo com o mapeamento da Funceme e os dados obtidos por intermédio das atividades de campo e aerofotografias de detalhe de todo o território. Bastante frequentes em todo o litoral cearense, as dunas são constituídas por areias quartzosas brancas, amarelas e, em menor proporção, avermelhadas. São de granulação muito fina a média e homogêneas. Verifica-se na área a ocorrência de dunas fixas, cobertas de vegetação, cimentadas por carbonato de cálcio (eolianitos) e de dunas móveis formando cordões arenosos.

Em menor proporção verificam-se também os Neossolos Quartzarênicos (3,4%), na porção sul do território. Esses solos, são órticos latossólicos e típicos da caatinga hipoxerófila e de relevo plano a suave ondulado. São solos arenosos, essencialmente quartzosos, tendo nas frações areia grossa e areia fina 95% ou mais variados tipos de quartzo e praticamente ausência de minerais primários alteráveis, o que lhes confere elevada permeabilidade, baixa retenção de água e baixa a muito baixa fertilidade natural.

O solo como menor ocorrência, o Argissolo Amarelo, é composto por minerais que apresentam horizonte B textural, com significativo aumento do conteúdo de argila. Esse tipo é encontrado no extremo sul do território, compreendendo apenas 1,3% da área total da comunidade. Os solos halomórficos ocorrem associados ao bosque de manguezal e são pouco desenvolvidos, lamacentos, escuros e com alto teor de sais provenientes da água do mar.

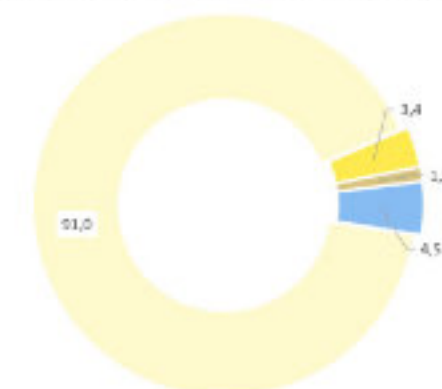


CLASSES DE SOLO



- Legenda:**
- Poligonal da RDS de Tatajuba
 - Vilas dentro dos limites da RDS
 - Tipos de Solos:
 - Água
 - Dunas
 - Neossolo Quartzarênico
 - Argissolo Amarelo

Porcentagem da área total da RDS:



Classe	Área (m²)
Água	1009094,2
Dunas	20629128,1
Neossolo Quartzarênico	769799,5
Argissolo Amarelo	264916,9

Organização:



Cartograma de localização:



Fonte de dados:
 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025)
 Instituto do Desenvolvimento Agrário do Ceará (IDACE, 2025)
 Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCME, 2024)
 Google Earth Pro

Escala: 1:33.000

Sistema Geodésico de Referência: SIRGAS 2000 Zona 24 Sul
 Projeção: Transversa de Mercator (UTM)

Elaboração:
 Antônio Jeovah de Andrade Meireles
 Antonio Ferreira Lima Júnior
 Pedro Edson Face Moura



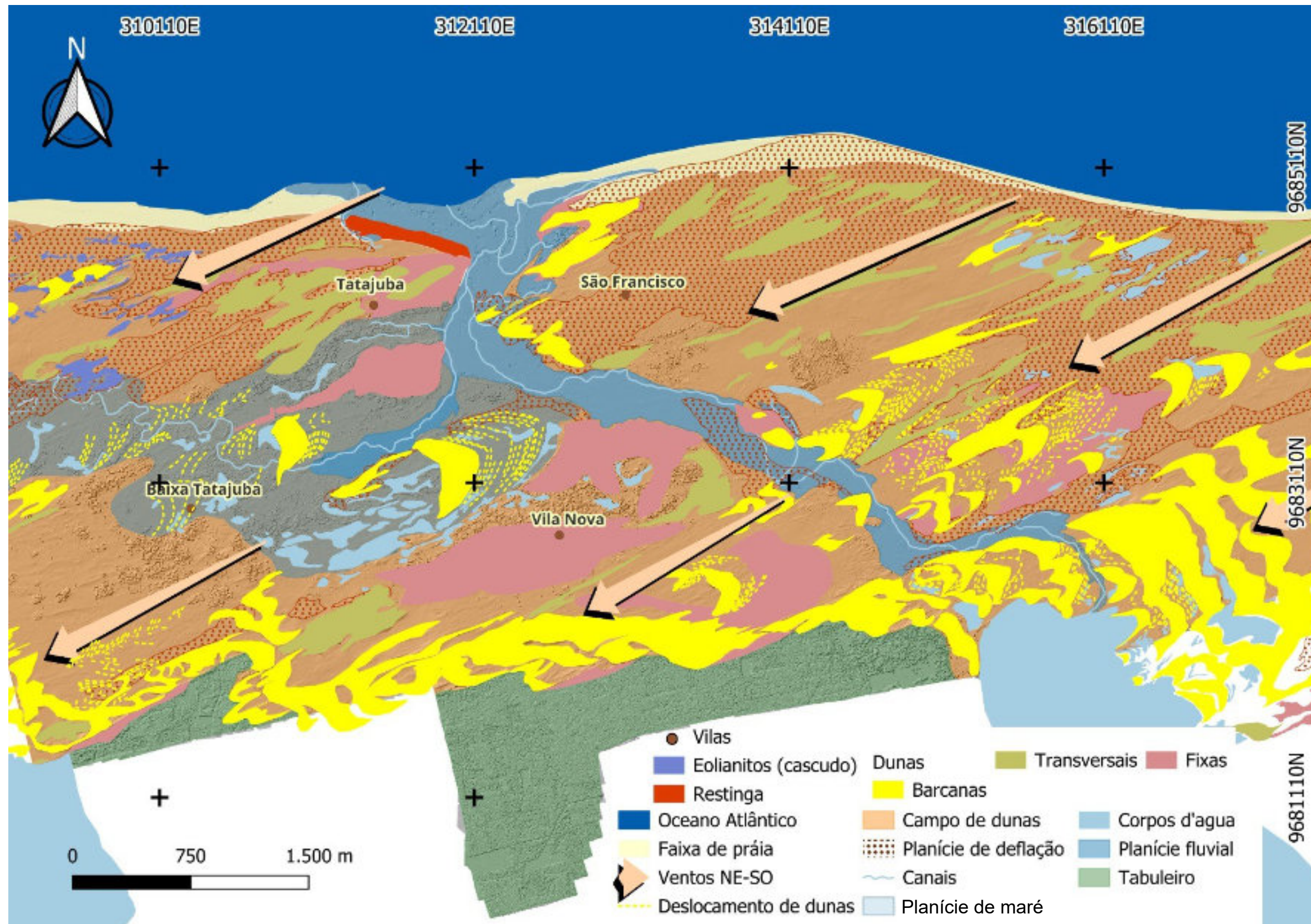
UNIDADES GEOAMBIENTAIS

A delimitação e caracterização das unidades geoambientais da Planície Costeira da Tatajuba proporcionou uma visão integrada dos compartimentos naturais que estruturam o território. As unidades foram individualizadas com abordagens multiescalar e interdisciplinar, por meio das imagens de satélite de alta resolução, registros obtidos com fotografias aéreas por drone, mapeamentos físicos secundários disponíveis e novos dados produzidos em levantamentos de campo.

Foram identificadas, descritas e cartografadas as distintas feições que compõem a paisagem local. Cada unidade geoambiental reflete não apenas características geológicas e geomorfológicas, mas também aspectos da vegetação, uso do solo e dinâmica dos sistemas naturais. O resultado é uma representação detalhada que valoriza a complexidade e a singularidade do território de Tatajuba, contribuindo para o planejamento ambiental, a gestão comunitária e a preservação dos sistemas naturais. Ao integrar múltiplas fontes de dados e técnicas de análise espacial, esta seção interna oferecer uma base sólida para compreender os potenciais, fragilidades e interações dos distintos ambientes que compõem a paisagem costeira — além de proporcionar um conjunto de unidades vinculadas aos serviços ecológicos de provisão, regulação e culturais do local.



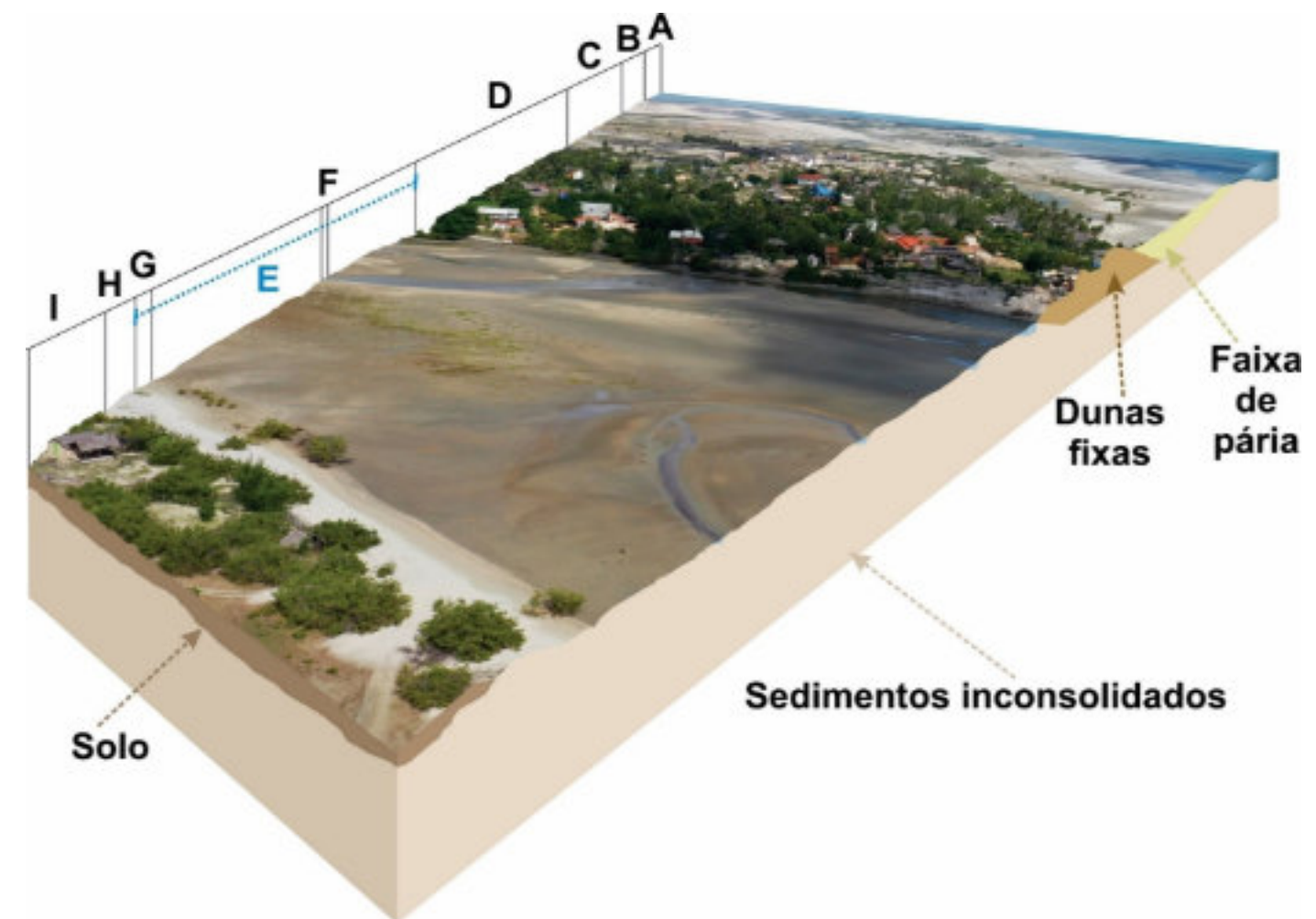
UNIDADES GEOAMBIENTAIS



Tatajuba caracteriza-se por uma paisagem dinâmica, integrando elementos físico-naturais a elementos sociais e econômicos, porém serão abordados inicialmente os elementos do meio físico-natural. Neste caso há vigorosa interação de sedimentos inconsolidados (areia), solo, vento, água salgada, água doce e vegetação. Esses componentes interagem maneira interdependente, criando unidades paisagísticas distintas, conforme ilustrado no bloco diagrama com as variedades das relações sociedade-natureza.

Nesse sistema, os oceanos e os ventos atuam como principais agentes mobilizadores dos sedimentos, criando modelados e formas de relevo espetaculares, como as dunas de diversas formas e tamanhos. Os sedimentos são transportados pelos canais de maré, os quais migram diariamente, em resposta às variações das marés. A migração é demarcada pela presença de bermas — acumulações arenosas que delimitam o alcance das marés altas.

Em parte os sedimentos depositados originaram os campos de dunas costeiras locais, cuja mobilidade (dunas móveis) ou estabilização (dunas fixas) depende da cobertura vegetal em sua superfície. A dinâmica costeira de Tatajuba é resultado da conjunção dos fluxos locais modeladores do relevo e suportes para os ecossistemas: variações das ondas e marés, fluxos fluviais, fluviomarinhos, lacustres, lagunar, eólico e dos aquíferos.

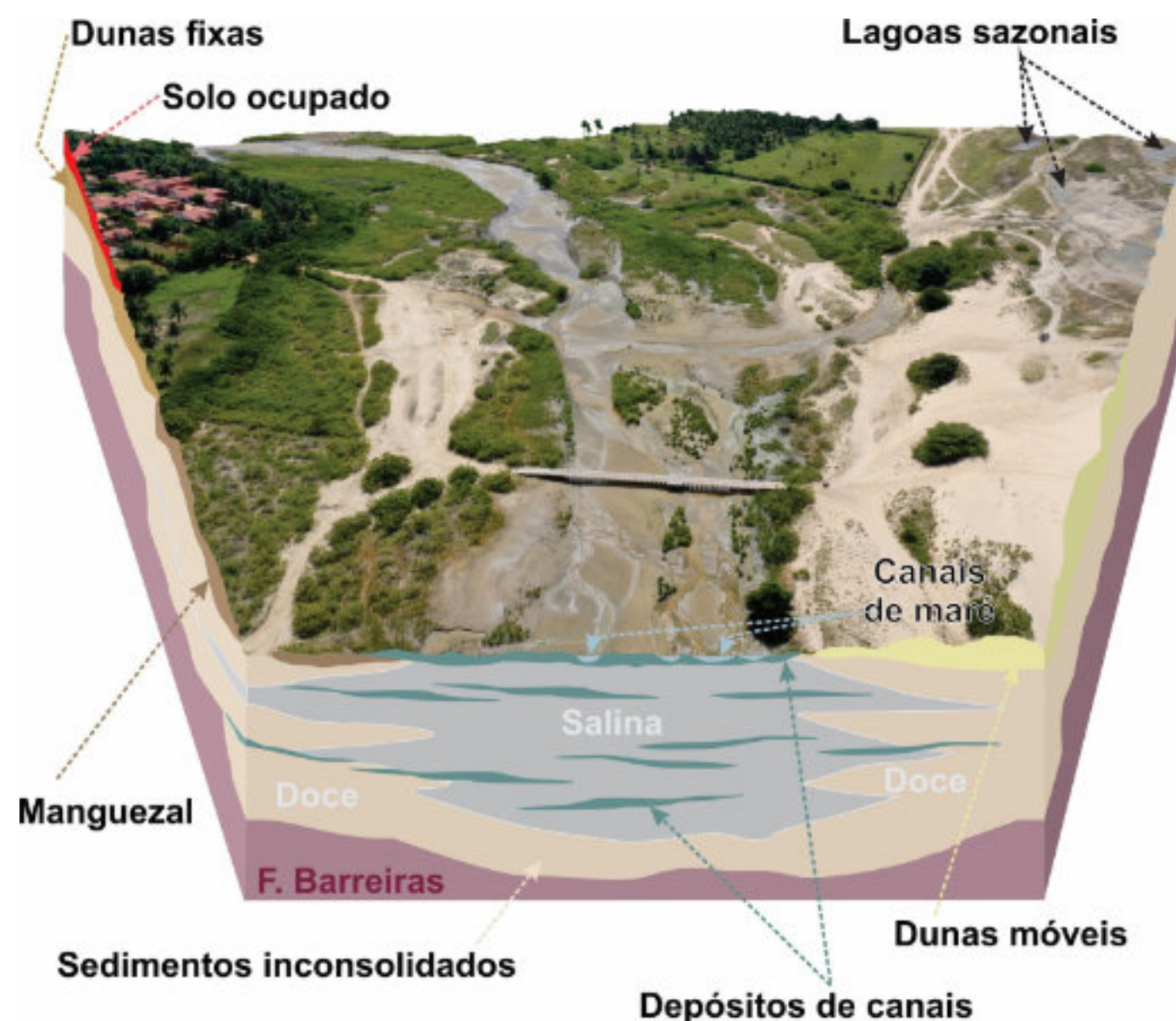


A: Oceano, B: Campo de dunas, C: Lagunas, D: Campo de dunas fixas
 E: Faixa de migração dos canais de maré, F: Canal de maré, G: Berma,
 H: Banco de areia, I: Mangue de franja

Contexto Físico natural de Tatajuba

Tatajuba exibe um ambiente costeiro característico da interface continente-oceano-atmosfera-biosfera-sociedade, com interações entre a água doce e aquelas relacionadas com a dinâmica das marés e das ondas. Em sua paisagem superficial, observam-se vários geótopos de paisagens como os ecossistemas de manguezal, lagoas costeiras e sazonais, campos de dunas (móveis e fixas) e os canais de maré. Nos complexos canais de maré, ocorre a deposição dos sedimentos inconsolidados e matéria orgânica — lançados ao mar durante as variações das marés e nos eventos de fluxos turbulentos durante as elevadas precipitações —, formando depósitos lenticulares intercalados com os depósitos de sedimentos inconsolidados provenientes dos fluxos de matéria e energia.

As águas subterrâneas revelaram as conexões cruciais entre os sistemas salino e de água doce, materializadas pela intrusão da cunha salina: durante a maré alta — com deslocamentos do aquífero livre mais para o interior da planície costeira — e, nas marés de vazante — a água doce se desloca acompanhando a saída da água salgada — são reguladas as propriedades bioquímicas e física das águas subterrâneas.

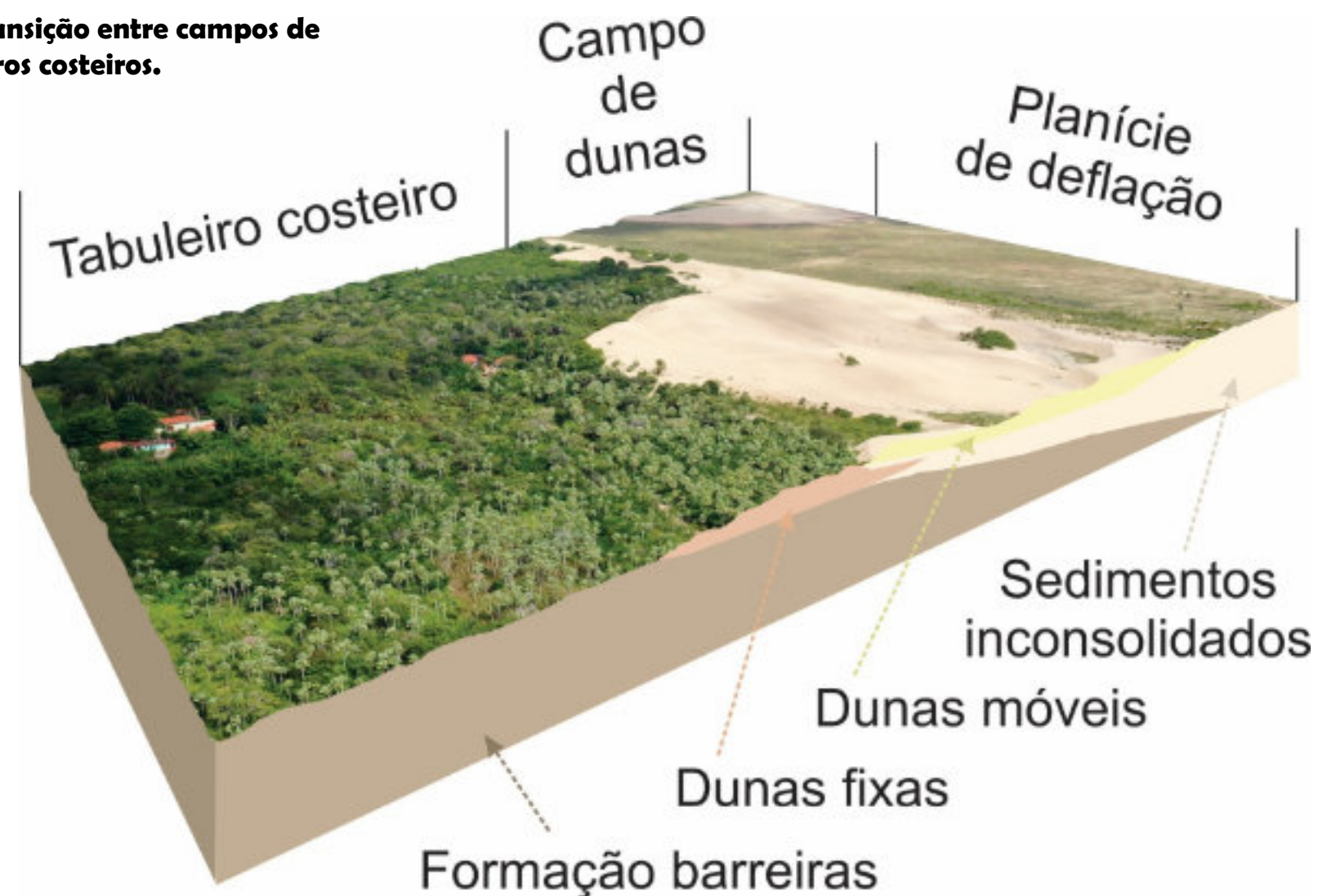


Em Tatajuba, a cunha salina também está relacionada com as variações da precipitação e as consequentes recargas do aquífero. Nos períodos de estiagem e, a médio prazo, desde as projeções climáticas elaboradas e relacionadas com os extremos climáticos, a intrusão salina alcançará setores mais interiores e salinizar o aquífero livre (afloram nas cacimbas e nas áreas de vazante). A retroação ocorre na estação chuvosa, quando o aumento das precipitações e da vazão fluvial recarregam os aquíferos, impedindo que a cunha salina adante para setores com os ecossistemas e onde estão as práticas de produção de alimentos e criação de animais. (Lewin, et al., 2009; Meireles, 2014; Maia, 2022).

Elementos da interação da água doce com a salgada no contexto de tatajuba.

A interface entre os tabuleiros litorâneos e os campos de dunas, ocorre uma dinâmica de retroalimentação entre a ação dos ventos e a vegetação: quando os ventos transportam areia sobre os tabuleiros, formam-se dunas móveis (barcanas ou transversais) que avançam sobre a cobertura vegetal. Por outro lado, onde espécies vegetais pioneiras colonizam os sedimentos inconsolidados, estabeleceu-se uma franja com as dunas fixas oriunda da instabilidade entre a mobilidade eólica e a mata de tabuleiro. Com as projeções climáticas elaboradas com os ventos mais turbulentos e o desmatamento da mata de tabuleiro, a movimentação dos corpos dunares será mais complexa, podendo promover soterramentos das áreas de produção de alimentos, soterramentos das lagoas, canais de marés e os riachos associados às vazantes.

Ambiente de transição entre campos de dunas e tabuleiros costeiros.



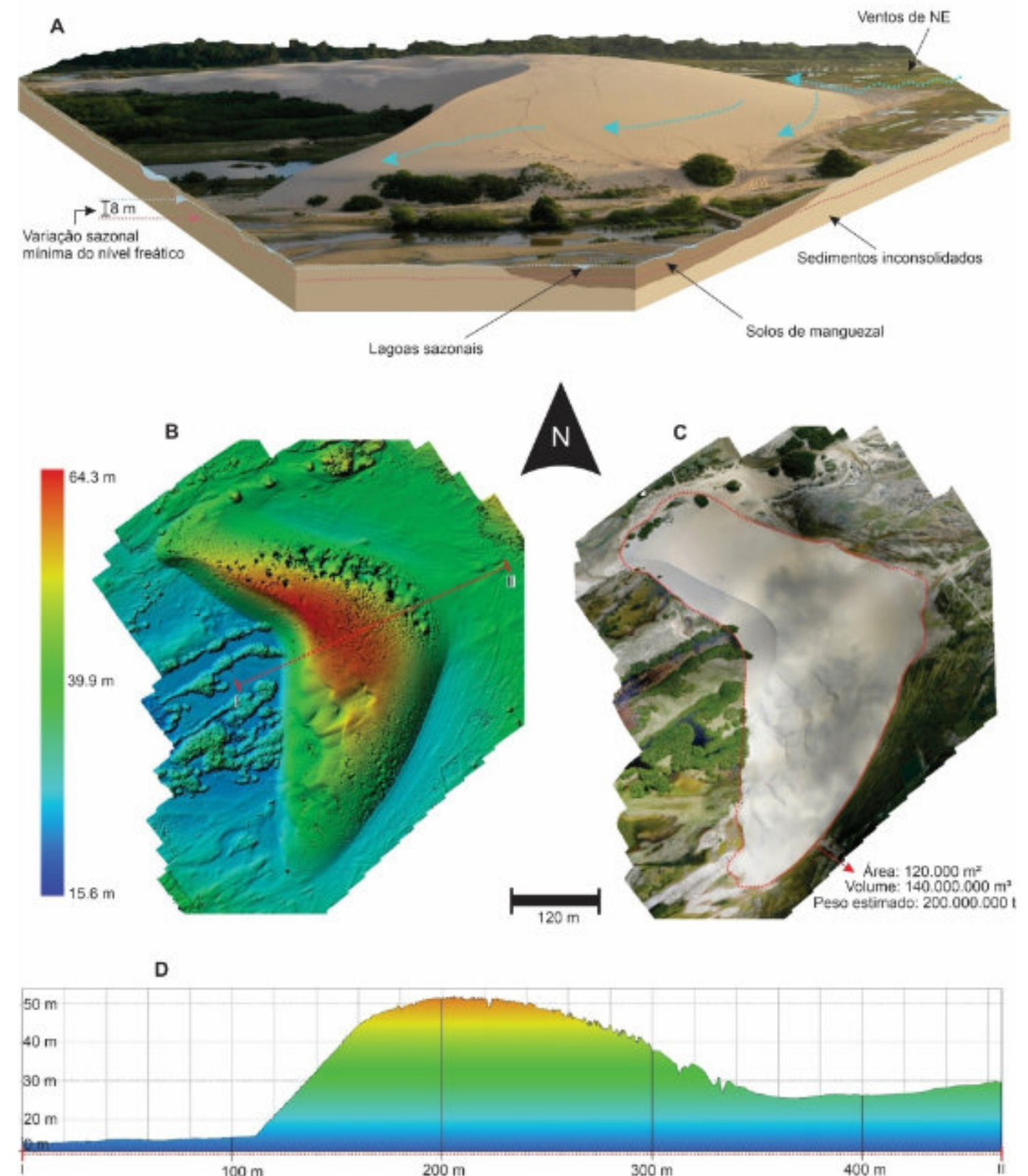
As dunas destacam-se como um dos elementos paisagísticos mais notórios do litoral da Tatajuba. Foram originadas pela continuada constituição dos sedimentos transportados pela ação dos ventos. São morfologias variadas desde formas estelares, transversais, barcanas e barcanóides distribuídas em uma complexa cadeia evolutiva e com distintos estágios de desenvolvimento e mobilidade (dunas móveis ou fixas), associados às mudanças climáticas desde o Pleistoceno.

Em Tatajuba, a Duna Encantada emerge como o maior expoente dessa dinâmica, sintetizando a interação entre sedimentos inconsolidados, o fluxo dos ventos e as demais unidades relacionadas com as áreas úmidas. Com cerca de 30 metros de altura e área de 120.000 m², este gigante arenoso acumula aproximadamente 140.000.000 m³ de areia.

Contudo, mesmo formações colossais como esta apresentam fragilidades morfológicas e podem ser fortemente alterada (ou redirecionada) com o trânsito de veículos e aglomerações de turistas.

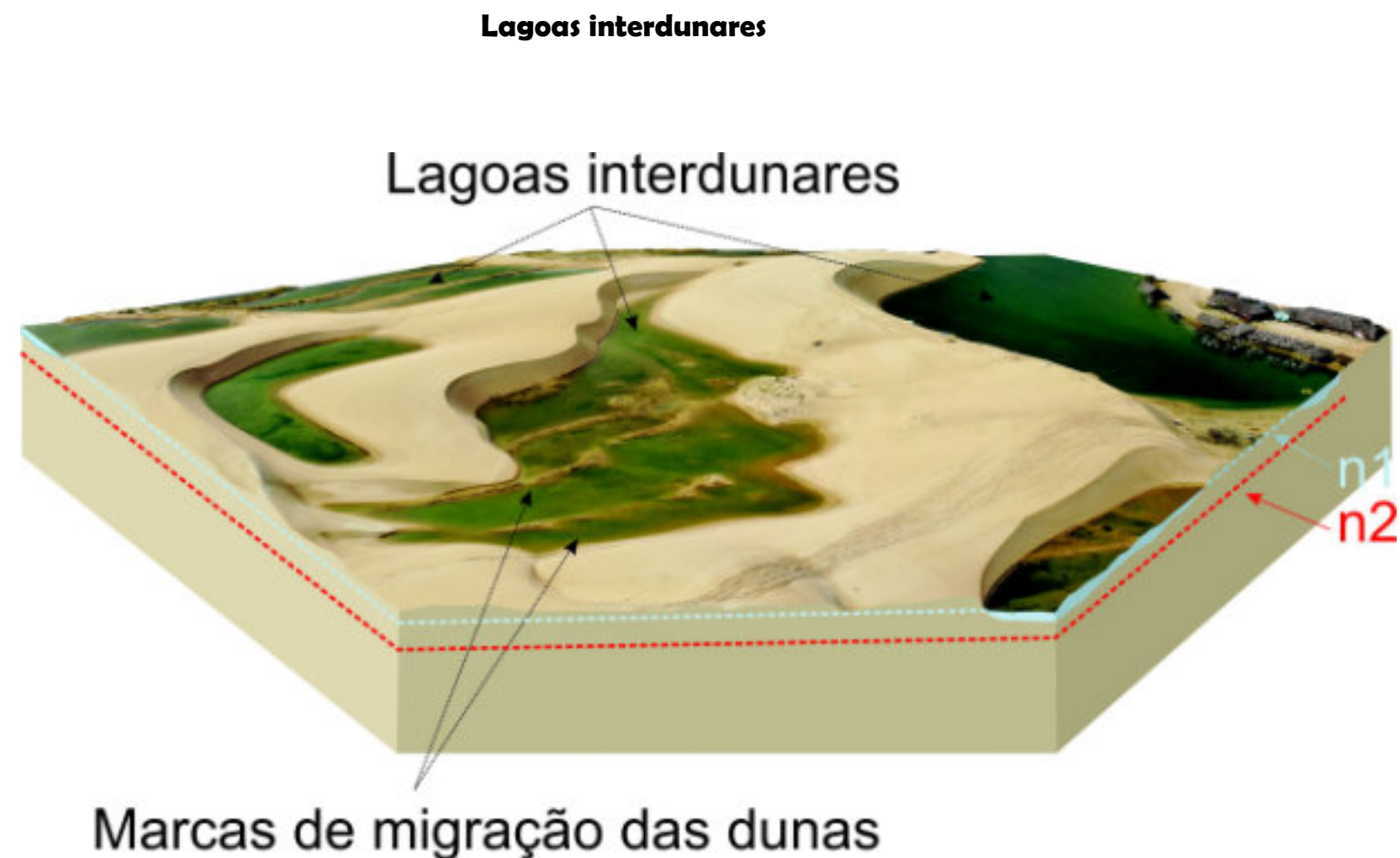
Características morfológicas da duna encantada

Características geomorfológicas da Duna Encantada.



As lagoas interdunares constituem ambientes predominantemente sazonais, formados pela saturação do solo arenoso e subsequente elevação do lençol freático. Essa hidrodinâmica gera corpos d'água em depressões entre os cordões dunares (N1). Durante a estiagem, a redução da infiltração pluvial faz o nível freático rebaixar, levando ao ressecamento do solo e ao consequente desaparecimento das lagoas (N2) (Meireles, 2014; Lewin *et al.*, 2009).

Esses ecossistemas efêmeros sustentam espécies animais e vegetais adaptadas a mudanças nos sistemas hidrológicos, sendo críticos para a completude de seus ciclos de vida. Simultaneamente, a alternância sazonal entre alagamento e secagem regula a dinâmica sedimentar: a umidade estabiliza as areias durante o período úmido, enquanto a exposição do substrato no período seco enseja a remobilização eólica dos sedimentos. Além de sua função ecológica, as lagoas interdunares representam um relevante atrativo turístico que gera renda para a população de Tatajuba.

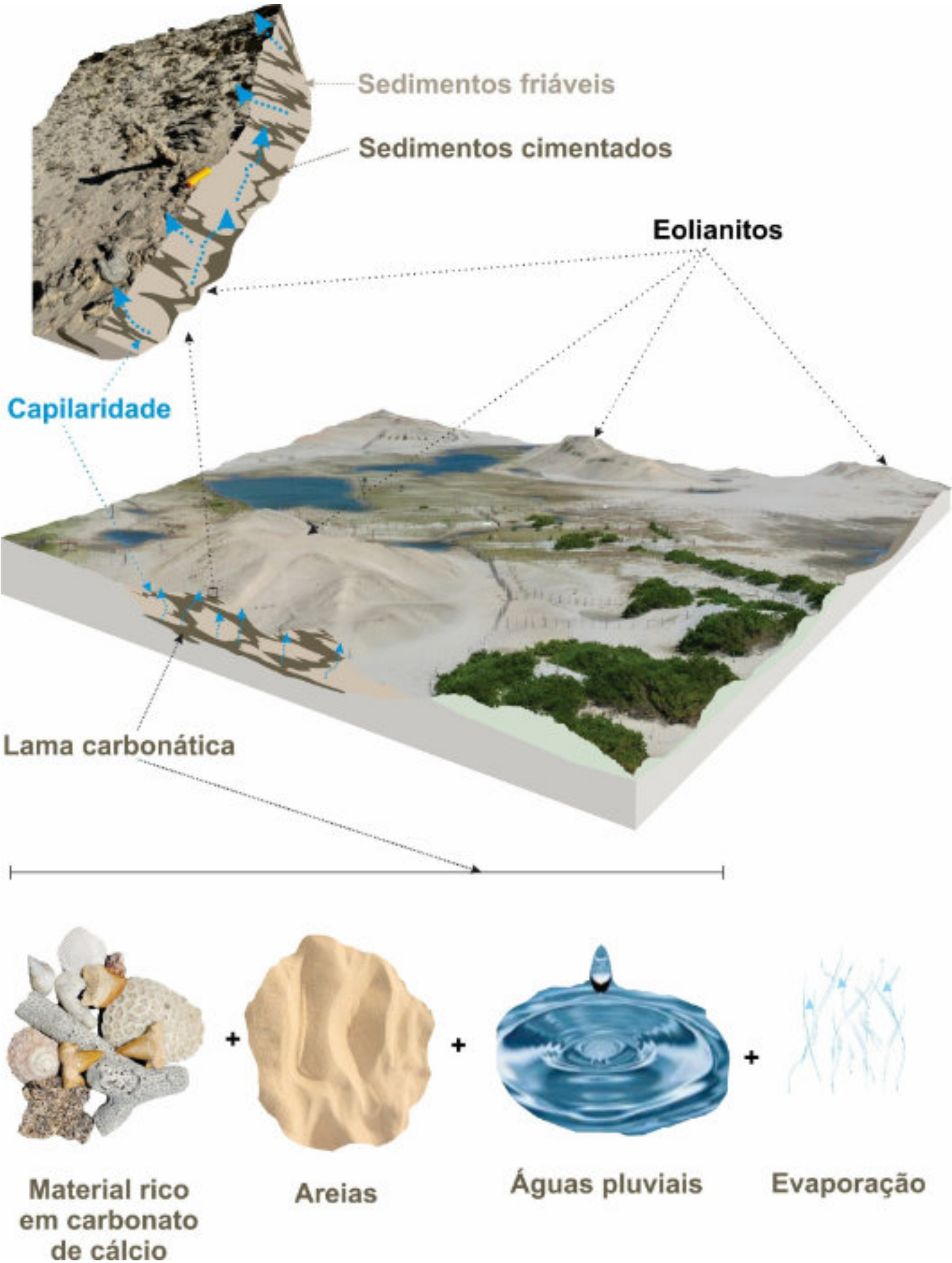


Os eolianitos são rochas sedimentares formadas pela cimentação dos sedimentos arenosos (fraca cimentação), litificadas pela precipitação de carbonato de cálcio. Essas formações ocorrem associadas a fases de regressões e transgressões marinhas. Geralmente os eolianitos estão dispostos em morrarias e erosionados em vales eólicos na direção predominante dos ventos mais competentes (Claudino-Sales; Carvalho; Pedrosa. 2021),

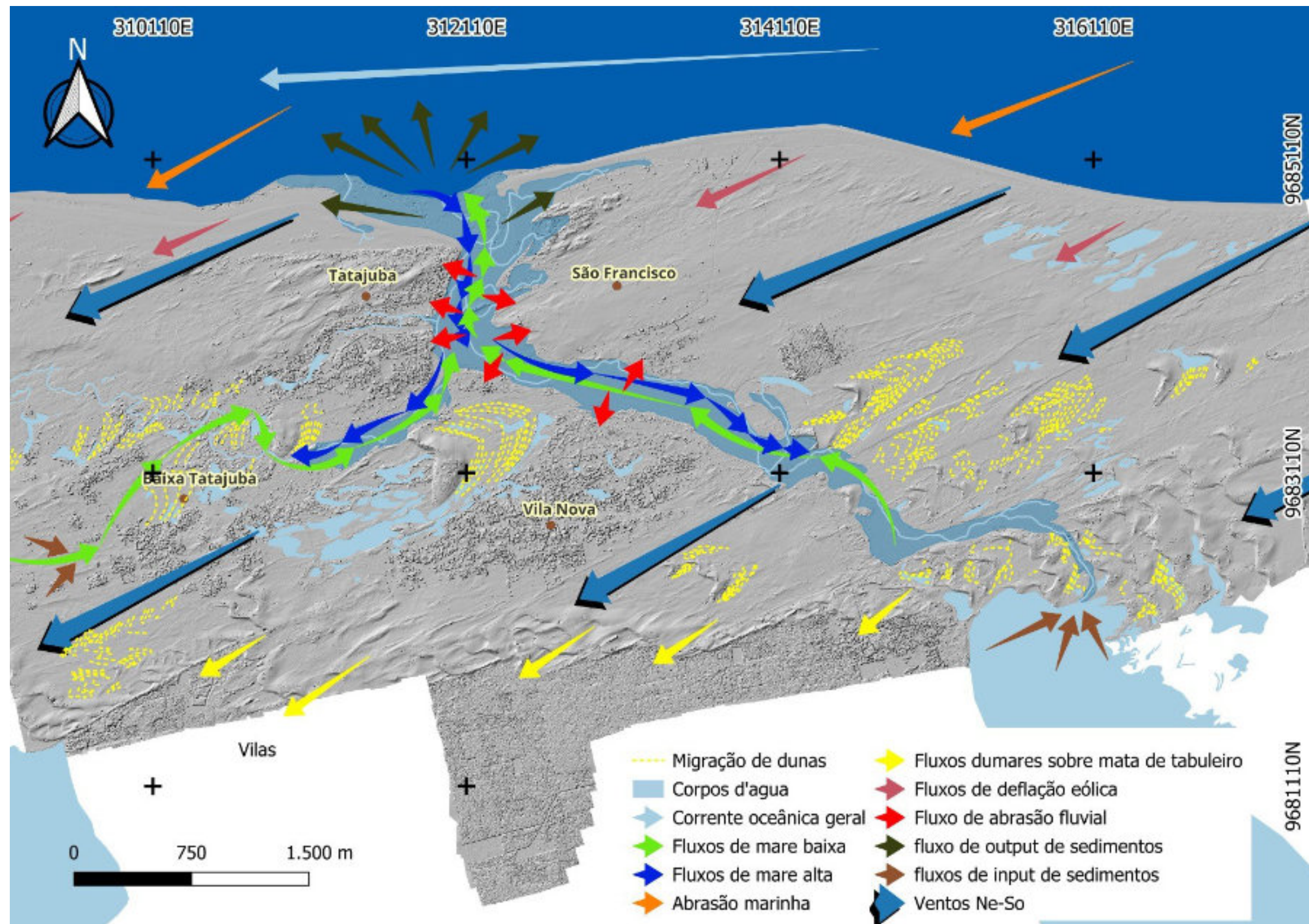
O cimento é carbonático, constituído por biodetritos marinhos como fragmentos de corais e conchas de gastrópodes. Quando soterrados por sedimentos eolicos e percolados por águas pluviais, esses materiais calcíferos são alvo da dissolução parcial, gerando uma solução rica em íons Ca^{2+} e HCO_3 fragmentando os materiais cimentados e a erosão pelo vento.



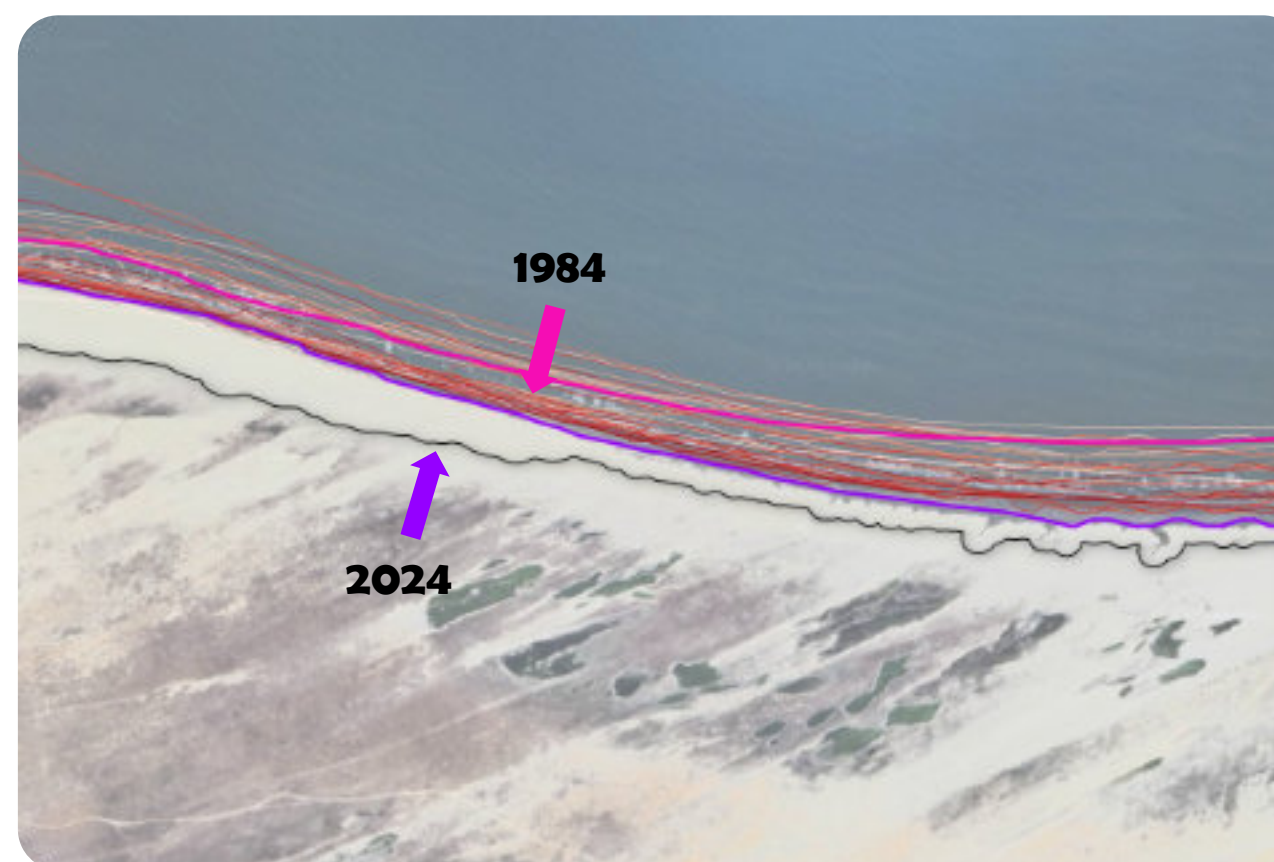
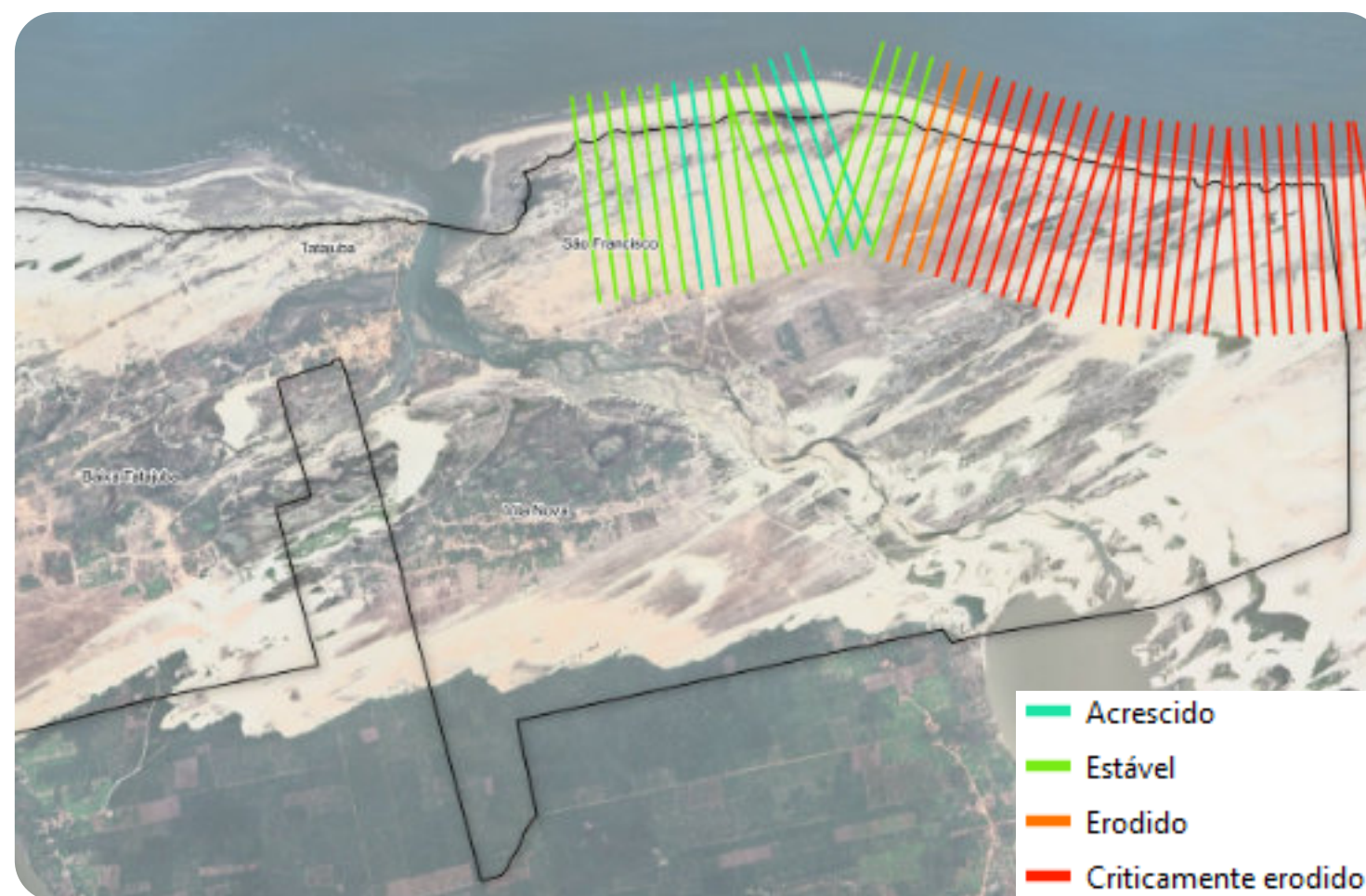
Os eolianitos de Tatajuba



FLUXOS GEOAMBIENTAIS



A metodologia aplicada para a análise da erosão costeira em Tatajuba utilizou o modelo CASSIE (Coastline Assessment System for Shoreline Instability and Erosion), uma ferramenta desenvolvida para avaliar e monitorar mudanças na linha de costa ao longo do tempo. Inicialmente, foram delimitadas as linhas de costa em distintos períodos a partir de imagens de satélite da coleção Landsat, com base em critérios consistentes de identificação da interface do mar com a terra. Essas linhas foram inseridas no ambiente do CASSIE, onde o modelo realiza a sobreposição temporal e o cálculo da taxa de variação da linha de costa (em metros por ano), ensejando identificar trechos em erosão, estabilidade ou progradação. A análise considerou a orientação da linha de costa, a dinâmica sedimentar local e a influência de forçantes naturais e antrópicas, fornecendo subsídios para o diagnóstico de vulnerabilidade e a gestão ambiental da zona costeira de Tatajuba. Na região leste do território de Tatajuba, foram identificados cerca de 2,5 km de praia onde os níveis de erosão foram elevados e críticos.

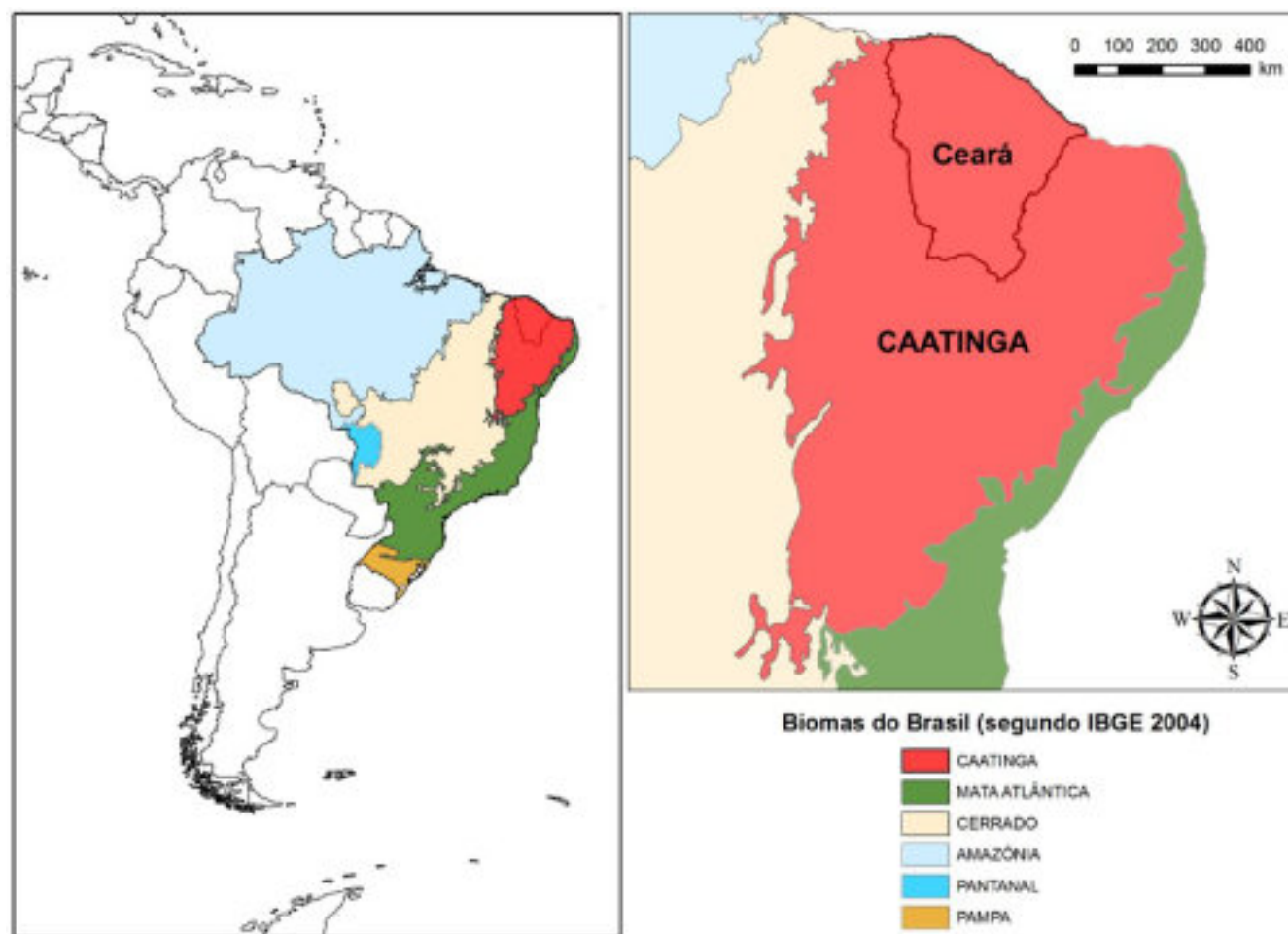




VEGETAÇÃO

O Brasil é um quase-continente com 8.514.877 km² de território terrestre, somados, ainda ao mar territorial e à Zona Econômica Exclusiva. São mais de 7.000 km de linha de costa, passando desde o litoral amazônico até o litoral subtropical dos Pampas, transitando pelos litorais que margeia o Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica (IBGE, 2011, 2019). Os ecossistemas costeiros são áreas naturalmente diversas e muito dinâmicas e ambientalmente frágeis. São áreas com estuários com vegetação de restinga, dunas móveis e dunas fixas, brejos e alagados, lagoas, lagoas costeiras e uma miríade complexa de ecossistemas que se alternam e sobrepõem, tornando sempre desafiadora a classificação cartográfica de áreas costeiras (Ab'Sáber, 2001, 2006b, 2006a; IBGE, 2012). São passíveis de se ver certos padrões de distribuição de espécies e ecossistemas, que seguem gradientes macroclimáticos ao longo do extenso litoral brasileiro. Há, nesse litoral brasileiro, áreas sob climas úmidos e quentes, com grandes sistemas fluviais ligados ao litoral da Amazônia; há também áreas mais secas, com predominância de climas subúmidos a semiáridos margeando o Cerrado e a Caatinga; há ambientes chuvosos tropicais quentes no norte da Mata Atlântica e até subtropicais frios ao longo da região costeira dos Pampas (figura abaixo).

Domínios Biogeográficos do Brasil, ou Biomas do Brasil (Censu IBGE) e posição do Ceará, inserido nos limites do Domínio Biogeográfico da Caatinga.



Fonte: Moro et al. (2015).

Nesse contexto, a costa do estado do Ceará se posiciona em um trecho sob climas mais secos do litoral brasileiro, englobando áreas que margeiam o domínio biogeográfico (ou bioma, sensu IBGE) da Caatinga. Enquanto os litorais da Amazônia e da Mata Atlântica são bem mais úmidos, do leste do Maranhão ao norte do Rio Grande do Norte, encontra-se o trecho da “região costeira semiárida brasileira” (Soares *et al.*, 2021), que engloba as áreas mais secas do litoral do País. É nesse trecho que se posiciona a costa cearense, margeando o Domínio Biogeográfico da Caatinga.

Enquanto a vegetação de caatinga predomina sobre o centro semiárido do Ceará (Figueiredo, 1997), a região costeira cearense é menos seca do que o interior, com precipitações susceptíveis de passar de 1000 mm anuais, mas que não chegam a precipitações tão elevadas como as encontradas na Amazônia ou Mata Atlântica. Com isso, a região costeira é mais seca do que no resto do Brasil, porém mais chuvosa que no interior do Ceará, onde a vegetação de caatinga domina. Por conta desse clima com precipitações intermediárias, nossa região costeira possui uma flora que mistura espécies em distintos biomas do País, além das espécies tipicamente costeiras (Castro et al., 2012; Moro et al., 2015). Encontramos no litoral do Ceará muitas espécies comuns do Cerrado, várias comuns na Caatinga, algumas da Amazônia e Mata Atlântica, as quais se misturam na costa cearense com espécies típicas de áreas costeiras e estuarinas (Castro *et al.*, 2012; Moro *et al.*, 2011, 2015; Rabelo *et al.*, 2024). As espécies costeiras se distribuem em mosaicos de ecossistemas complexos e difíceis de mapear: campos e arbustais praianos nas superfícies de deflação, vegetação campestre de dunas, arbustal de dunas, floresta de dunas, florestas sobre os tabuleiros costeiros (mata de tabuleiro), arbustais de tabuleiro, savanas de tabuleiro, matas ciliares com carnaúba e um conjunto dinâmico de ecossistemas aquáticos (alguns perenes, outros sazonais), que incluem brejos, lagoas sazonais, lagoas perenes (mas com áreas sazonalmente alagáveis circundantes), lagoas sazonais e lagunas.

O litoral do Ceará está neste contexto, com áreas de grande beleza paisagística, mas algum tempo pressionadas por expansão urbana, especulação imobiliária, desmatamento para agricultura ou ampliação da infraestrutura. Grandes e médios núcleos urbanos do Ceará, como as manchas urbanas nos municípios de Fortaleza, Caucaia, Aquiraz, São Gonçalo do Amarante e outros, se ampliam com o crescimento populacional, ao passo que outros trechos do litoral com intensa atratividade turística como Jijoca de Jericoacoara, Cruz e Camocim também estão sob intensa força para remover vegetação nativa e ocupação humana, gerando impactos sociais e ambientais consideráveis.

Esta seção visou a documentar os tipos de ecossistemas e de vegetação em Tatajuba, localidade do litoral de Camocim, território de reforma agrária estadual e em vias de ser conjugada como uma nova unidade de conservação estadual de uso sustentável.

VEGETAÇÃO

Por meio de visitas de campo e com o auxílio das aerofotografias, registramos os ecossistemas e seus tipos vegetacionais. A área tem grande diversidade de paisagens e é um local onde fortemente se recomenda a realização de levantamentos florísticos de longo prazo, para registrar de modo completo quais as espécies de cada um dos ecossistemas. No mapeamento de campo, os seguintes tipos de ecossistemas foram encontrados:

- Faixas intermarés;
- Campos praianos (vegetação de restinga);
- Lagoas perenes e sazonais na superfície de deflação;
- Lagoas perenes nos tabuleiros da Formação Barreiras;
- Rios e estuários com manguezais;
- Dunas móveis e dunas fixas florestadas;
- Floresta de tabuleiro;



Faixa intermarés

A faixa intermaré representa um ambiente de transição entre os ecossistemas terrestres e os marinhos. Não é ocupada pela vegetação terrestre, mas em alguns locais pode ser colonizada pelas angiospermas marinhas ou bancos de macroalgas, especialmente quando há afloramentos rochosos (beach rocks) ou em locais de baixa energia. No caso da Tatajuba, esse espaço intermarés representa locais de depósito e mobilização de sedimentos, sem o estabelecimento de bancos de macroalgas nem de angiospermas marinhas, embora em alguns trechos mudas de árvores de mangue se estabeleçam, embora sem prosperar no longo prazo.



Espaço intermarés em Tatajuba, Ceará

Campos praianos (vegetação de restinga)

Logo após o alcance das marés, inicia-se o ambiente propriamente terrestre. No litoral do Ceará, são as áreas de depósitos arenosos que formam as superfícies de deflação, berma e as dunas contíguas à linha de costa. No caso da Tatajuba, logo após o limite das marés, encontramos depósitos arenosos em áreas de topografia plana, que conformam as superfícies de deflação vegetadas, constituindo os campos praianos. Esses são típicos no litoral cearense, enquadrando-se como 'vegetação de restingas' pela legislação ambiental. São ecossistemas colonizados por plantas psamófilas, muitas delas suculentas, que se desenvolvem sobre os sedimentos inconsolidados ou pouco consolidados da região costeira.

Há um gradiente de riqueza de espécies, com poucas espécies muito resistentes à salinidade e ao vento ocorrendo bem próximos à faixa de praia (figuras à esquerda). Mais distante do mar, a diversidade de espécies vai aumentando (figuras à direita), pois com a redução da salinidade e ação do vento, mais espécies vão se estabelecendo à medida que a distância do mar aumenta.

40

Campos praianos logo após o limite máximo das marés, com pequena riqueza de espécies. Após essa faixa de campos praianos, se estabeleceu um pequeno sistema de dunas.

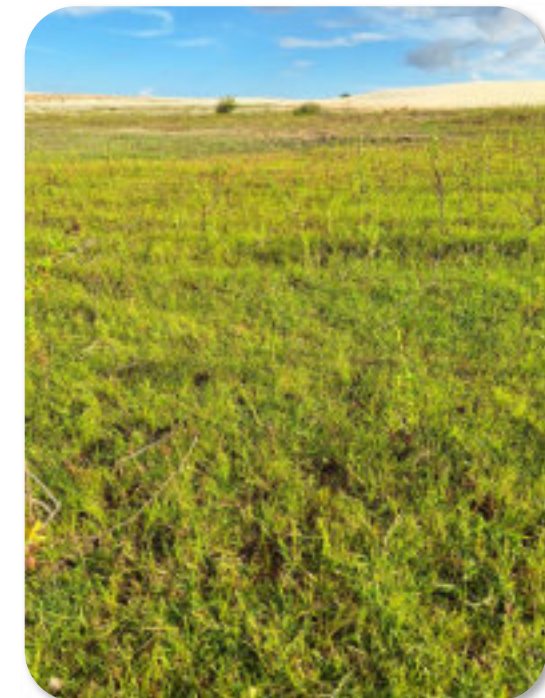


Campo praiano mais distante do mar, onde várias dezenas de espécies estão estabelecidas.



Campos praianos logo após o alcance da maré alta, na Praia da Tatajuba, Camocim, Ceará. Esses ambientes são desafiadores para a flora, devido à ação constante dos ventos, sedimentos inconsolidados e salinidade elevada. Na foto, as áreas mais próximas do mar são ocupadas por *Blutaparon portulacoides*.

Campo praiano mais distante do mar, onde várias dezenas de espécies estão estabelecidas.



Lagoas perenes e sazonais na superfície de deflação

Sobre as superfícies de deflação se estabelece uma quantidade elevada de ecossistemas sazonalmente alagáveis. São ambientes que ficam poucos meses sob uma lâmina de água e mais alguns meses com solo carregado de água, mas que eventualmente secam ao longo de extensa estação seca que existe no Ceará (figuras abaixo). Nesses ambientes, plantas anfíbias, como *Eleocharis geniculata* e *Schultesia guianensis*, se misturam com plantas realmente aquáticas (euhidrófitas), como as do gênero *Nymphaea*, *Hydrocleys*, *Cabomba*, *Salvinia* e outras. O mapeamento dessas lagoas sazonais é difícil, pois algumas têm duração mais curta do que outras e a flora é uma mistura de espécies terrestres, anfíbias e aquáticas, a depender do tempo de inundação de cada trecho sazonalmente alagável da área. Essas áreas se misturam e alternam com os ambientes terrestres da superfície de deflação. Já nos trechos permanentemente alagados das lagoas, a flora é tipicamente aquática, composta por macrófitas aquáticas típicas.

Área sazonalmente alagável com *Schultesia guianensis* e *Conocarpus erectus* na planície de deflação aos pés de uma duna, Tatajuba, Ceará.



Margem de uma lagoa em processo de retração do espelho d'água.



Lagoas perenes nos tabuleiros da Formação Barreiras

Em transposição à superfície de deflação e das dunas, encontramos os tabuleiros costeiros. Nessas áreas, muitas vezes os rios que se deslocam rumo ao mar são barrados pela migração das dunas, formando lagoas naturais perenes, algumas com dimensões consideráveis. Nessas áreas, há vegetação aquática, anfíbia e paludosa nas margens das lagoas e macrófitas aquáticas obrigatórias (euhidrófitas) nas áreas permanentemente

Vista da Lagoa Grande, limite sul da Tatajuba, Camocim, Ceará, mostrando uma lagoa perene no limite entre as dunas e a Formação Barreiras. A margem norte da Lagoa, em contato com as dunas, está inclusa nos limites da futura unidade de conservação.



Rios e estuários com manguezais

Manguezais constituem ecossistema típico dos estuários tropicais, onde o encontro dos rios com o mar forma as planícies fluviomarinhas, com sedimentos lamosos, inconsolidados, pobres em oxigênio, com variações fortes de salinidade, a depender da maré e da estação do ano (Lacerda, 2002). Pelos condicionantes ambientais complexos, poucas espécies de plantas conseguem viver nos manguezais, mas eles são berçários fundamentais para a vida marinha, sendo sítio de reprodução de várias espécies marinhas e local de descanso e alimentação de aves migratórias. Na Tatajuba, os rios com carnaubais típicos não estão representados no conjunto de paisagens de futura unidade de conservação, mas há carnaúbas em vários trechos com acúmulo sazonal de água ou sobre as restingas. Já os manguezais estão bem representados na área e são encontrados facilmente no curso do rio principal (figuras abaixo), com presença bastante marcante de *Laguncularia recemosa*, *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus* e algumas *Rhizophora mangle*.

Curiosamente, em decorrência da intensa dinâmica de movimentação de sedimentos na Tatajuba, observamos áreas que provavelmente já foram manguezais no passado mais remoto, mas que foram recobertas por dunas móveis, de modo que vários indivíduos de *Conocarpus erectus* estão crescendo também em áreas dunares e de restinga, além do manguezal, onde a espécie é comum.

Solo lamoso, com tocas de crustáceos e árvores de mangue na Tatajuba. A árvore ao fundo é uma *Rhizophora mangle*.



Áreas de manguezal na Tatajuba, com presença das espécies típicas do manguezal: *Laguncularia recemosa*, *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus* e *Rhizophora mangle*.



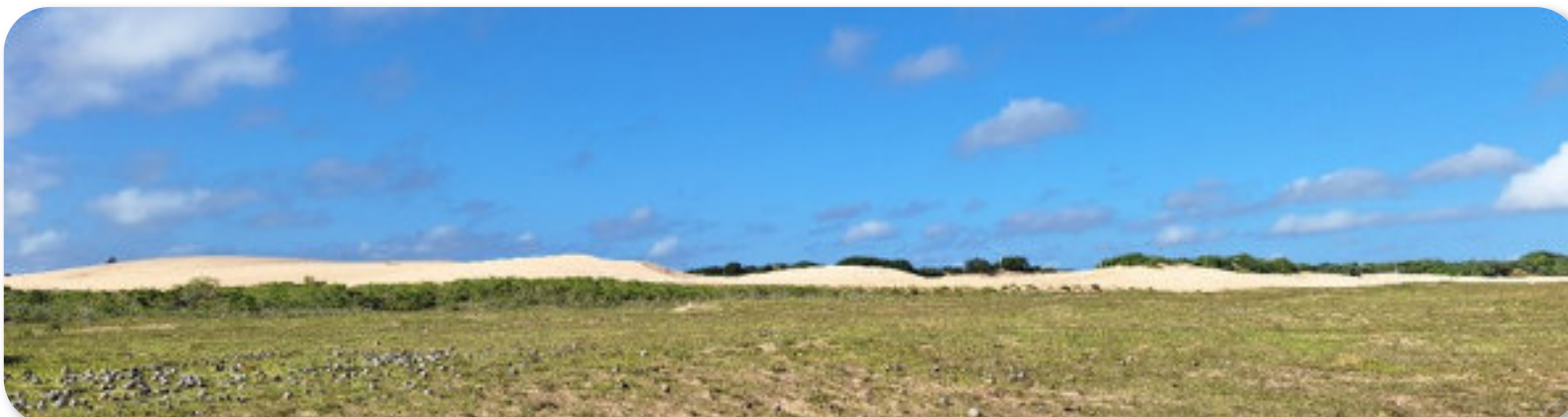
Dunas móveis e dunas fixas florestadas

Ao longo de boa parte da costa semiárida brasileira, ocorrem sistemas de dunas móveis, desprovidas de vegetação ou muito pouco recobertas por plantas. Essas dunas não constituem um tipo de vegetação em si (por não serem vegetadas), mas são um tipo bastante dinâmico de ecossistema, já que os ventos movem as dunas, fazendo com que mudem de posição ao longo dos anos. Já em trechos de dunas mais antigas, elas já foram (provavelmente há milhares de anos atrás) colonizadas pela vegetação, tornando-se dunas fixas, podendo apresentar vegetação campestre, arbustiva ou florestal. Nestes casos, temos um dos tipos característicos de vegetação costeira cearense: a vegetação de dunas fixas. Na Tatajuba, encontramos dunas móveis sobre a superfície de deflação, formando dunas isoladas, e um cordão de dunas móveis no limite sul da Tatajuba (figura inferior esquerda). Essas dunas móveis são limitadas por um segundo cordão de dunas vegetadas, mais ao sul, com uma floresta de dunas bem desenvolvida e de elevada riqueza de espécies (figura à direita).

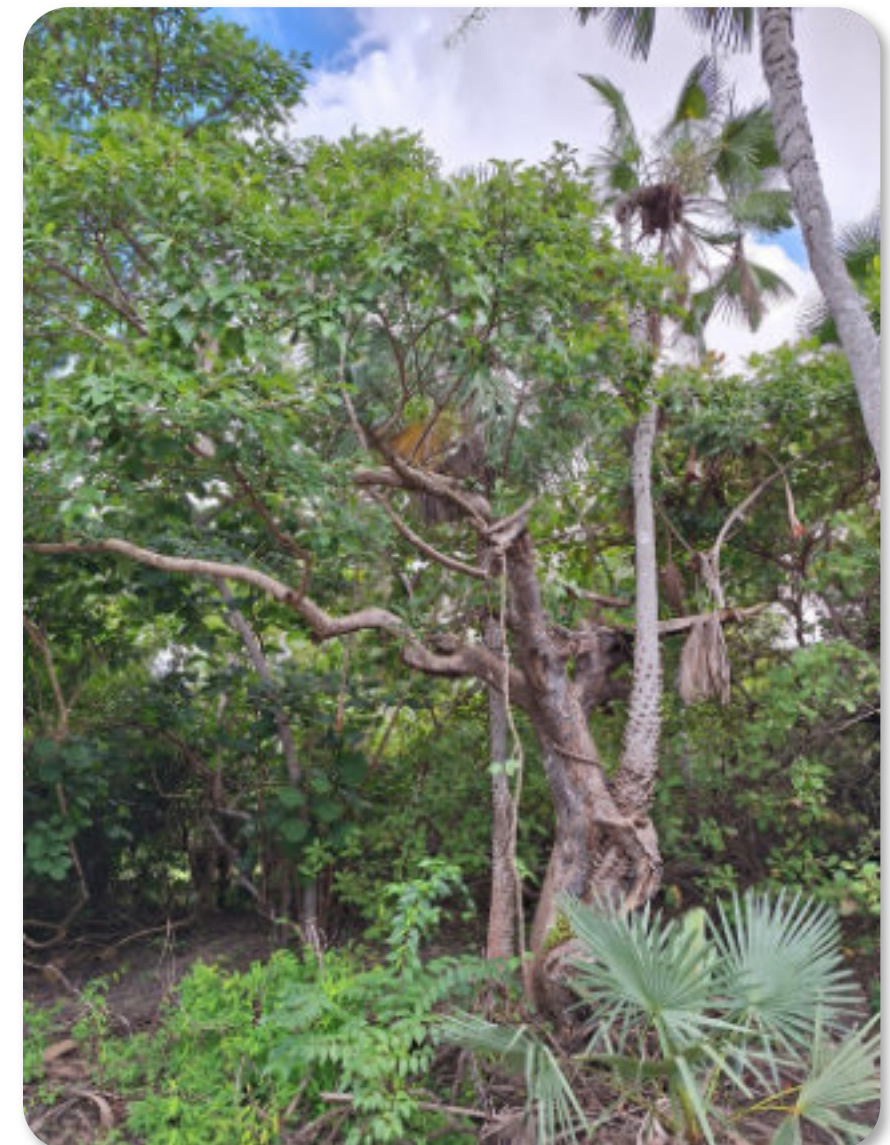
Superfície de deflação no primeiro plano com uma duna móvel se deslocando sobre ela.



Superfície de deflação no primeiro plano com um cordão de dunas móveis em plano intermediário e um cordão de dunas florestadas em último plano. Há na Tatajuba um cordão de dunas móveis delimitado pelo cordão florestado das dunas fixas por trás.



Floresta de dunas fixas, com carnaúba (*Copernicia prunifera*) e uma gameleira (*Ficus cf. elliotiana*) em primeiro plano.



Floresta de tabuleiro

Após sair das áreas de maior instabilidade e mais dinâmica ambiental, nas superfícies de deflação e sistema de dunas, entramos nos tabuleiros costeiros, sobre a Formação Barreiras. São ambientes mais estáveis, com solos de melhor qualidade e vegetação mais desenvolvida. A vegetação pode variar de florestas a savanas e arbustais dos tabuleiros. No caso da Tatajuba, os tabuleiros se posicionam logo ao sul das dunas fixas florestadas, apresentando vegetação de floresta dos tabuleiros (figuras abaixo). São florestas diversas, com centenas de espécies vegetais, e que cumprem funções importantíssimas no litoral, como estoque de carbono e habitat para a biodiversidade animal e vegetal.

A área da Tatajuba cobre diversos ecossistemas do litoral cearense representados, mas as matas de tabuleiro estão entre os menos representados, embora sejam locais de alta diversidade biológica. Uma importante adição à política de conservação seria ampliar a área de mata de tabuleiro protegida, aumentando a biodiversidade resguardada pela

Margem da mata de tabuleiro ao sul da Tatajuba.



Interior da mata de tabuleiro, com presença de um pau-marfim (*Agonandra brasiliensis*)



ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA

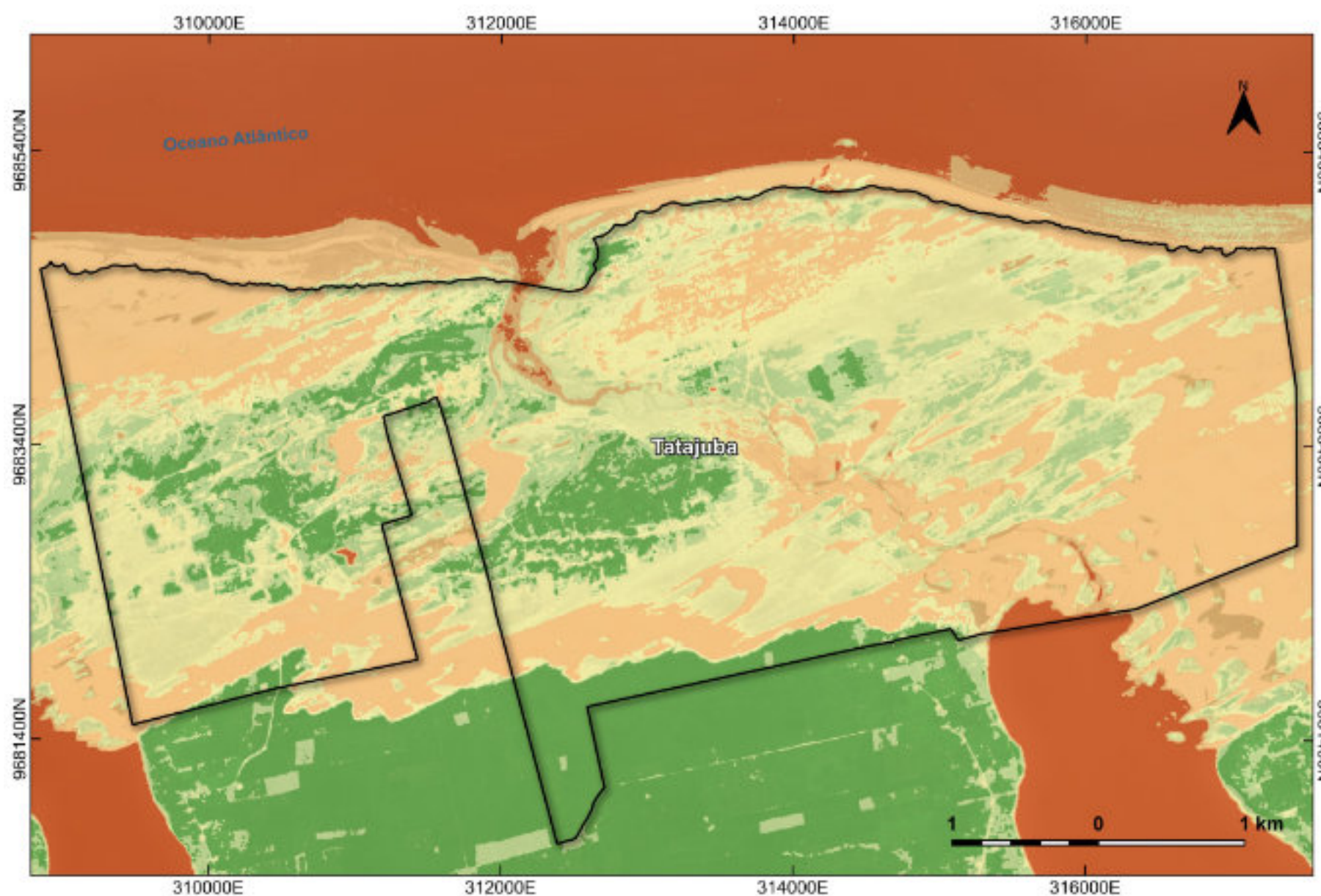
O mapeamento do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) representa etapa essencial para compreender a dinâmica da cobertura vegetal na Planície Costeira de Tatajuba. O NDVI é um indicador obtido com base no contraste entre as bandas do vermelho e do infravermelho próximo registradas por sensores orbitais, dando o ensejo de identificar áreas com maior ou menor vigor vegetativo. Por meio desse índice, é possível monitorar o estado da vegetação, avaliar processos sazonais, identificar áreas degradadas e acompanhar a regeneração natural ou a influência de usos do solo.

O mapa foi elaborado com a utilização das imagens do satélite PlanetScope, que oferece alta resolução espacial (aproximadamente 3 metros), ensejando a que se proceda a uma análise detalhada das áreas de vegetação nativa, campos de dunas, manguezais, áreas úmidas e setores agrícolas. Essa escala mais refinada contribui para uma representação precisa da realidade local, essencial para subsidiar o planejamento ambiental e o manejo sustentável do território.

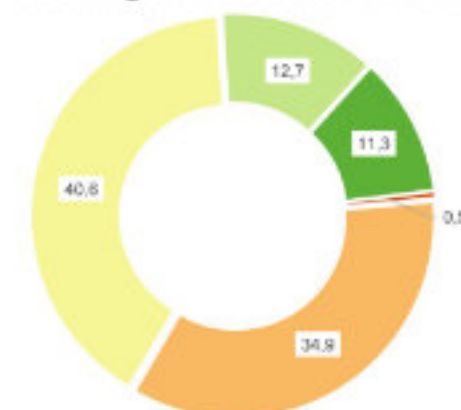
Percebe-se que as maiores concentrações de vegetação densa localizam-se nas vilas Nova e Baixa Tatajuba, com fragmentos nas demais vilas. A mata de tabuleiro no extremo sul do território denota considerável vegetação densa, associada às matas do tabuleiro litorâneo.



ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA



Porcentagem da área total da RDS:



Classe	Área (m²)
Corpos hídricos	116054,7
Solo exposto	7909139,6
Vegetação esparsa	9199540,6
Transição de vegetação	2884366,0
Vegetação densa	2563712,9

Organização:



Cartograma de localização:



Fonte de dados:
 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025)
 Instituto do Desenvolvimento Agrário do Ceará (IDACE, 2025)
 Google Earth Pro

Escala: 1:33.000

Sistema Geodésico de Referência: SIRGAS 2000 Zona 24 Sul
 Projeção: Transversa de Mercator (UTM)

Elaboração:
 Antônio Jeovah de Andrade Meireles
 Antonio Ferreira Lima Júnior
 Pedro Edson Face Moura



CLIMA

A dinâmica climática constitui-se como um dos principais elementos para a modelagem da paisagem, além de ter papel fundamental para as relações de convivência das comunidades com o meio. Para compreender os aspectos climáticos locais, foram analisados os principais elementos climáticos que impactam na região (temperatura, ventos e precipitação).

Para enfrentar a emergência climática, foram avaliadas as tendências dos elementos do clima e os eventos extremos. Os modelos globais de mudanças climáticas também foram fundamentais para entender os caminhos para a resiliência climática, subsidiando as ações de adaptação e mitigação.

Para compensar a ausência de dados meteorológicos locais, foram utilizados os dados do ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts), que integram as observações meteorológicas históricas em escala global. O produto utilizado foi o ERA5, com as análises de dados de temperatura do ar e velocidade do vento de 2001 a 2024. O banco de dados foi sistematizado no Google Earth Engine (GEE) e representado graficamente por meio de planilhas *online*. Para a precipitação, foi utilizado o produto CHIRPS, um recurso global de dados de precipitação que combinam informações obtidas por satélites e observações de estações meteorológicas.



TEMPERATURA DO AR

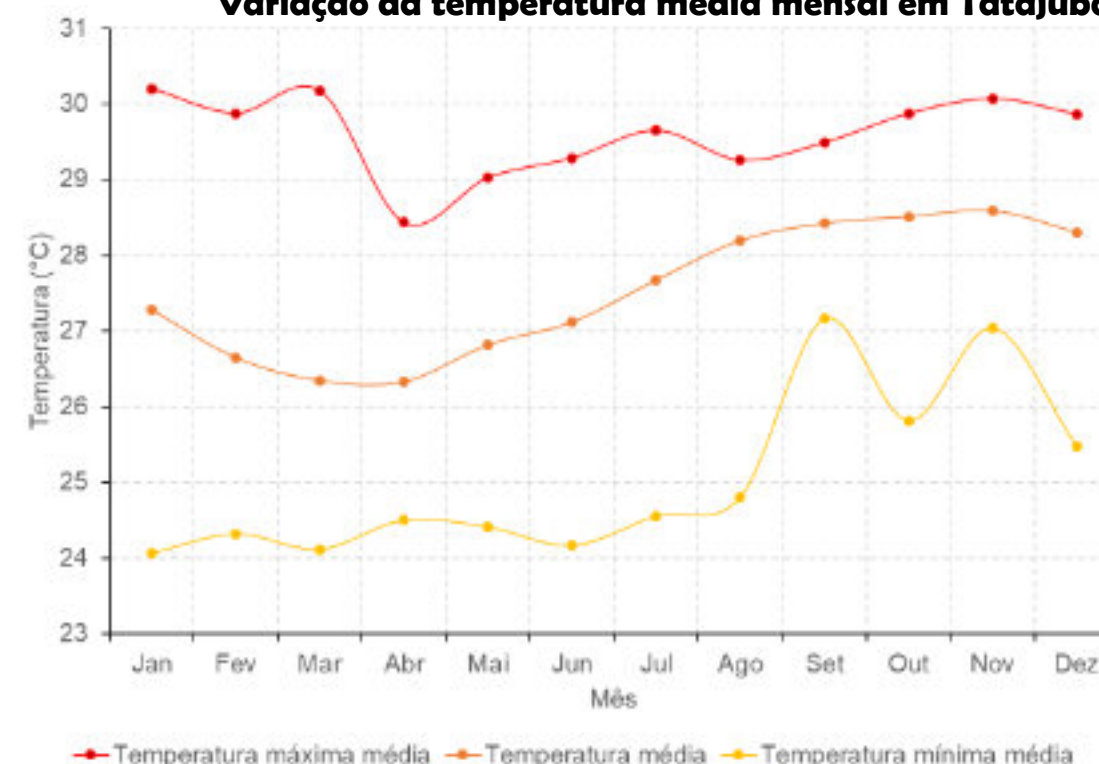
Por estar localizada em uma região de clima Tropical Quente Semiárido Brando (Ipece, 2018), Tatajuba exprime temperaturas elevadas com baixa variação intra anual.

O gráfico de temperatura mensal mostra uma variação de 2,3 °C da temperatura média, onde o mês de novembro é comumente o mais quente, enquanto março e abril os mais frescos. A temperatura mínima é que mais varia no decorrer dos meses, quando a diferença com maior e menor temperatura mínima média é de 3,1 °C.

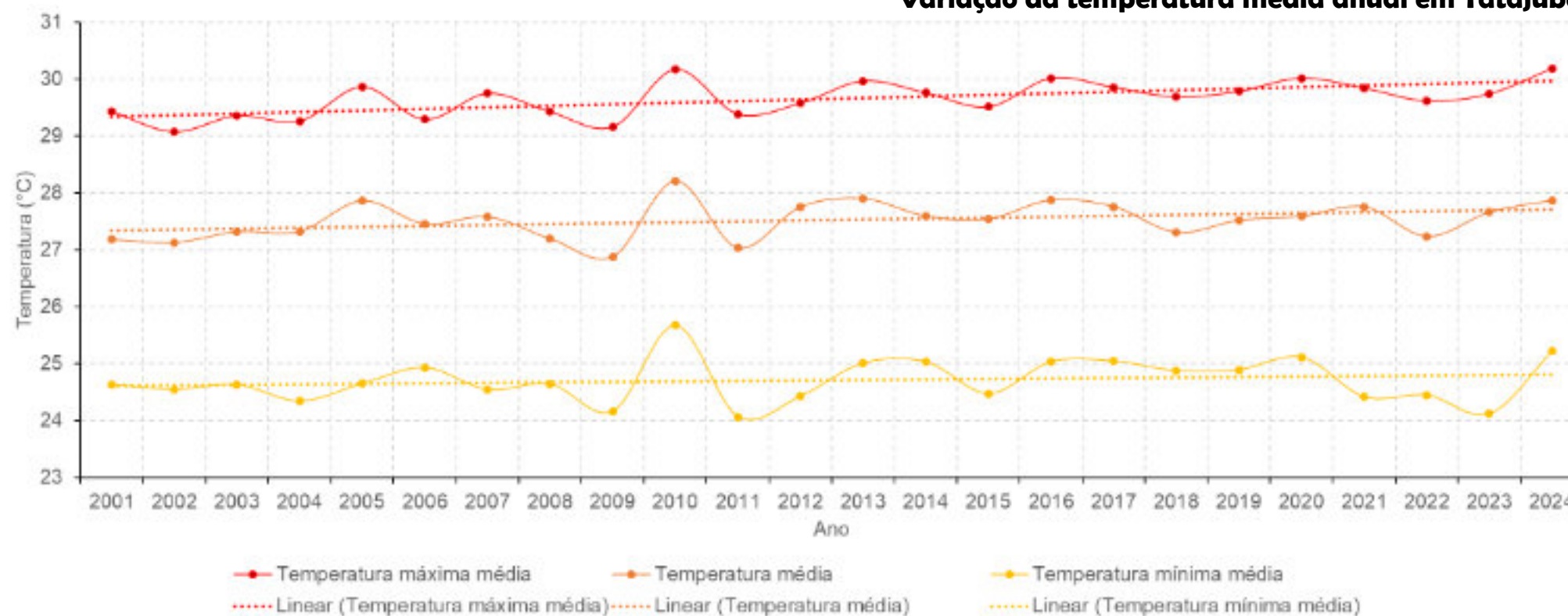
O gráfico da variação anual das temperaturas indica pouca variação entre os anos, cerca de 1,1 °C, 1,3 °C e 1,6 °C entre as temperaturas máxima média, média e mínima média, respectivamente. Destacam-se os anos de 2010 e 2024, como os mais quentes da série histórica, e o ano de 2009 foi o que registrou as menores médias térmicas.

As linhas sobre os valores da temperatura já evidenciaram, no intervalo de 23 anos, tendência crescente de elevação térmica, certamente já correlacionadas com os dados de subida global da temperatura atmosférica.

Variação da temperatura média mensal em Tatajuba



Variação da temperatura média anual em Tatajuba

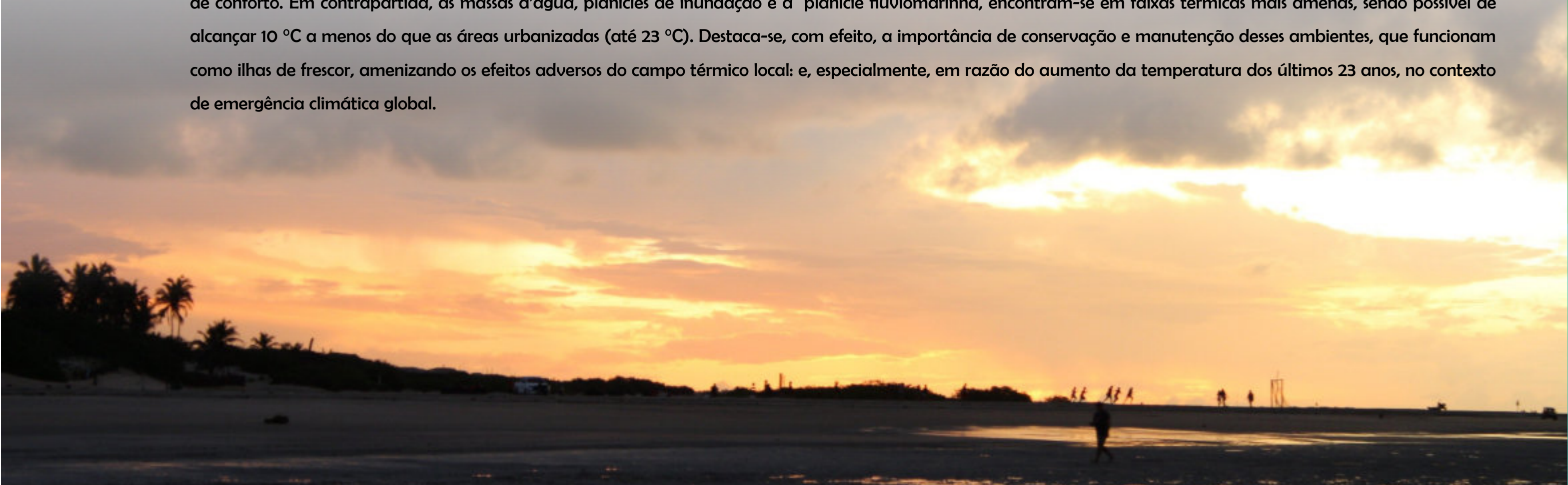


TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE DA TERRA

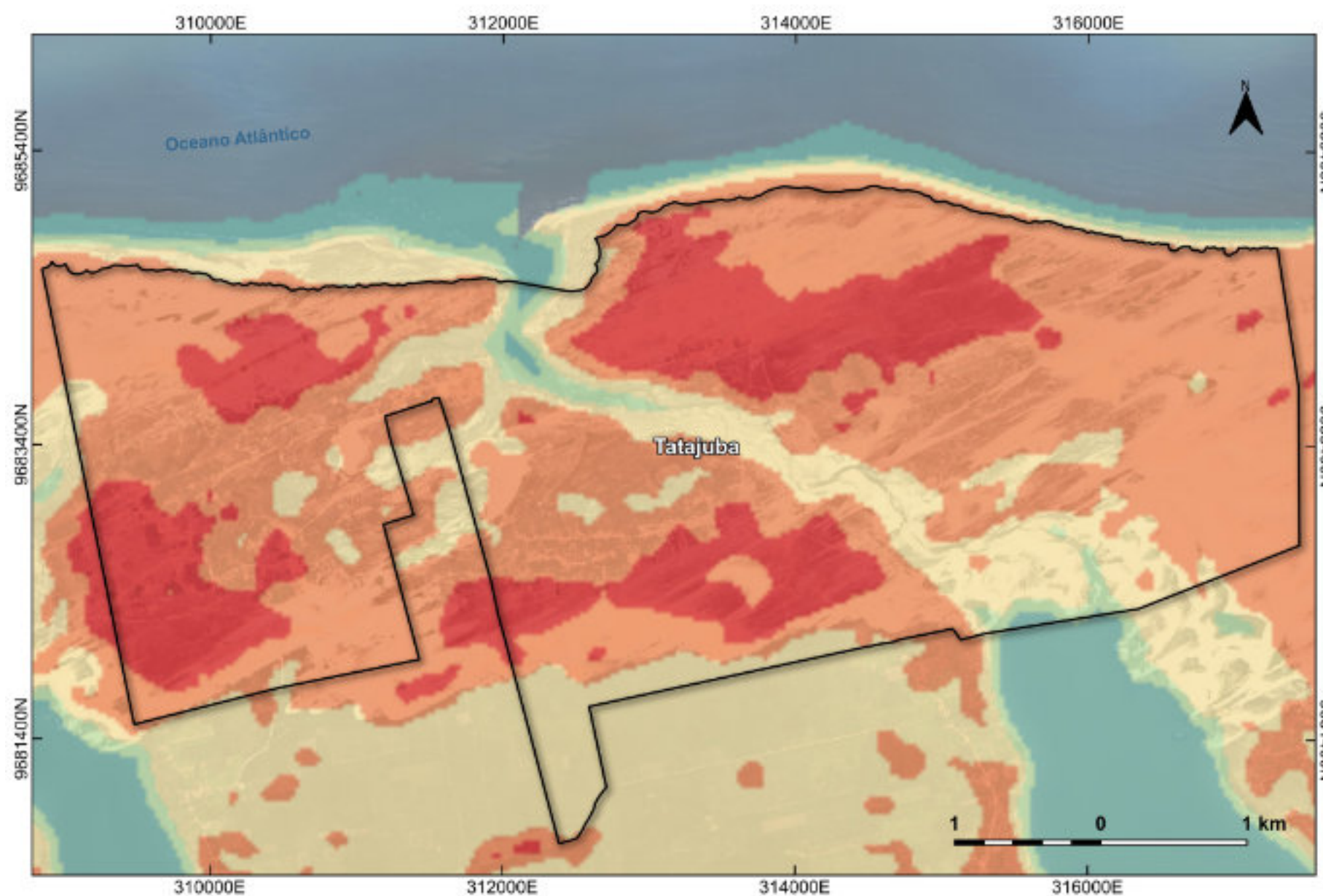
Para compreender a dinâmica microclimática, foi utilizada a Temperatura de Superfície da Terra (TST) obtida do satélite Landsat 8. A TST representa a relação entre a incidência de radiação solar e a resposta das superfícies terrestres, resultando no aquecimento diferenciado, desde a diversidade de componentes da paisagem e de distintos usos. O processamento foi realizado para o ano de 2024, considerando a mediana das imagens disponíveis (diurna, com aplicação de filtro de nuvens e representação em graus Celsius). A análise foi realizada utilizando geotecnologias dos ambientes SIG (Sistema de Informação Geográfica): Google Earth Engine (GEE) e Quantum GIS 3.40.7 (QGIS).

Por estar localizada na zona costeira, Tatajuba é influenciada pela predominância de materiais com baixo calor específico (aquecimento acelerado), como a areia e solo expostos, fazendo com que a temperatura superficial seja elevada em todo o território durante o dia. Os pontos mais críticos atingem temperaturas de até 36 °C, e correspondem às áreas das dunas, vilas e lotes com solo exposto na Baixa Tatajuba.

A maior parcela da comunidade (quase 60%) está inserida em TST de 30 a 33 °C, indicando preocupação eminente relacionada aos possíveis cenários de desconforto térmico humano. As vilas estão inseridas no intervalo de temperatura citado, indicando condições térmicas possivelmente inadequadas para o estabelecimento de faixas de conforto. Em contrapartida, as massas d'água, planícies de inundação e a planície fluviomarina, encontram-se em faixas térmicas mais amenas, sendo possível de alcançar 10 °C a menos do que as áreas urbanizadas (até 23 °C). Destaca-se, com efeito, a importância de conservação e manutenção desses ambientes, que funcionam como ilhas de frescor, amenizando os efeitos adversos do campo térmico local: e, especialmente, em razão do aumento da temperatura dos últimos 23 anos, no contexto de emergência climática global.



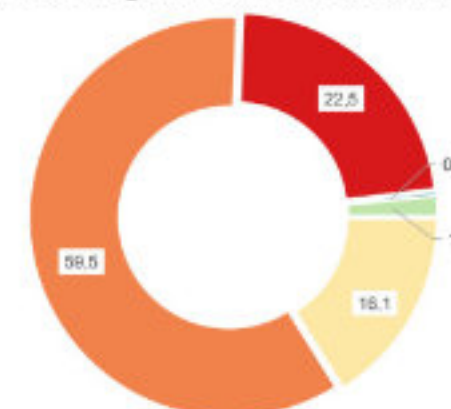
TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE (2024)



Legenda:

- Poligonal da RDS de Tatajuba
- Temperatura de Superfície (°C)
 - <= 25
 - 25 - 27
 - 27 - 30
 - 30 - 33
 - > 33

Porcentagem da área total da RDS:



Classe	Área (m²)
23 - 25 (°C)	78574,2
25 - 27 (°C)	366977,2
27 - 30 (°C)	3640292,9
30 - 33 (°C)	13483526,2
33 - 36 (°C)	5097502,9

Organização:



Cartograma de localização:



Fonte de dados:
 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025)
 Instituto do Desenvolvimento Agrário do Ceará (IDACE, 2025)
 Google Earth Pro

Escala: 1:33.000

Sistema Geodésico de Referência: SIRGAS 2000 Zona 24 Sul
 Projeção: Transversa de Mercator (UTM)

Elaboração:
 Antônio Jeovah de Andrade Meireles
 Antonio Ferreira Lima Júnior
 Pedro Edson Face Moura

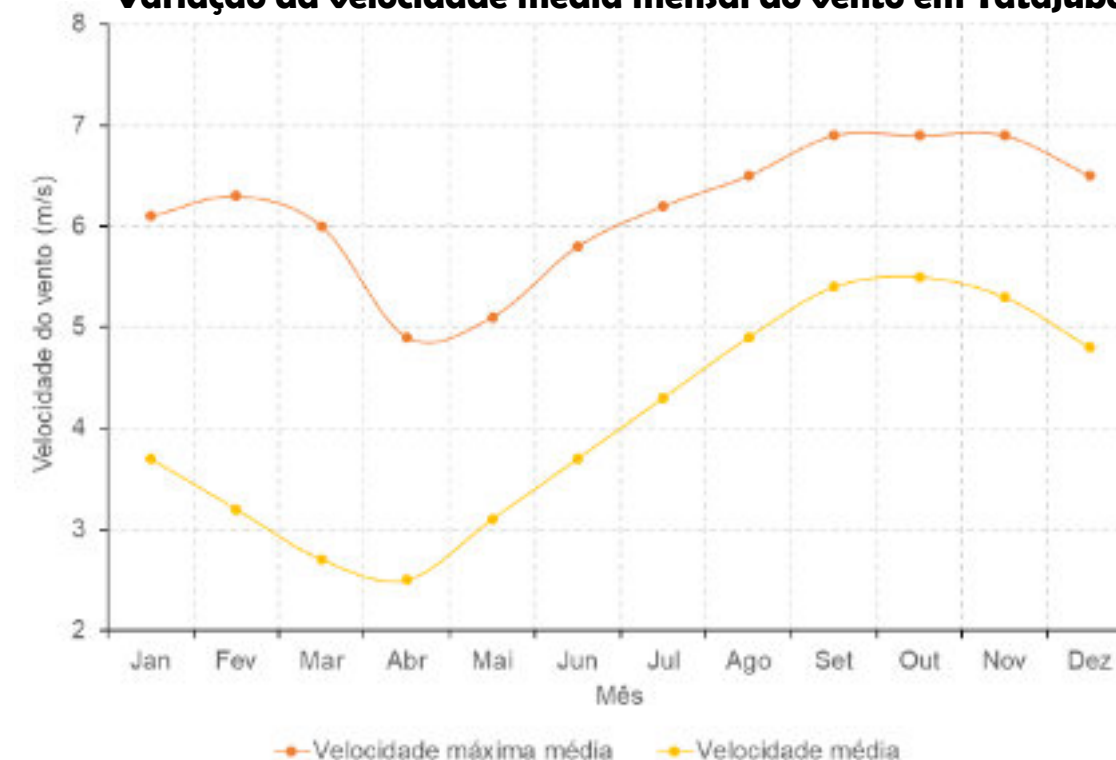
VELOCIDADE DO VENTO

Por sua localização na costa do Nordeste brasileiro, Tatajuba é privilegiada por um potencial eólico considerável, com velocidade do vento elevada durante grande parte do ano.

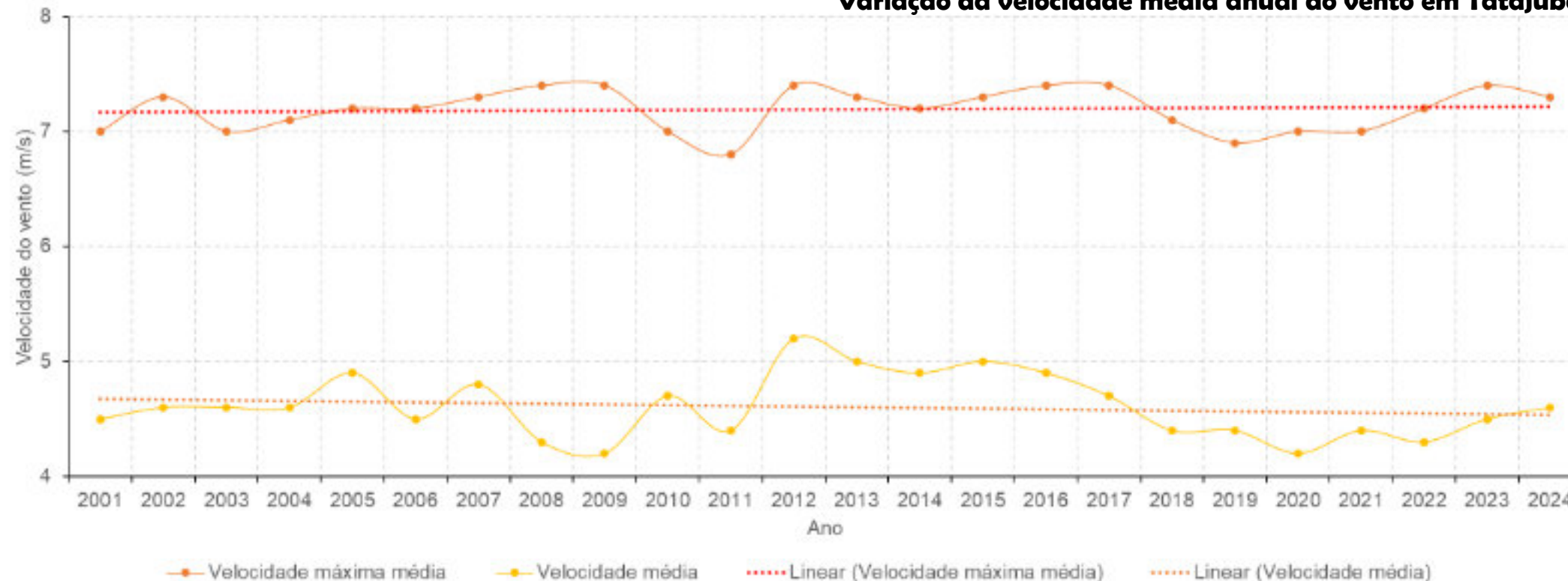
O gráfico de velocidade média mensal aponta que o segundo semestre do ano expressa os maiores valores médios, alcançando nos meses de setembro e outubro médias de 5,4 e 5,5 m/s, respectivamente. As máximas médias alcançam até 6,9 m/s nos meses de setembro, outubro e novembro, indicando o potencial eólico da região, relacionado com as atividades de ecoturismo e esportes náuticos.

O gráfico da variação anual da velocidade média indica inclinação visível para elevação no decorrer dos anos. A velocidade média histórica é de 4,1 m/s, enquanto a máxima média do período é de 6,7 m/s. Os ventos mais fortes, entre os anos de 2012 e 2017, foram relacionados à última estiagem prolongada. De acordo com os dados do IPCC (2023), as previsões de ventos com rajadas ainda mais fortes, influenciará na migração das dunas e nas demais morfologias da planície costeira.

Variação da velocidade média mensal do vento em Tatajuba



Variação da velocidade média anual do vento em Tatajuba



VELOCIDADE E DIREÇÃO DO VENTO

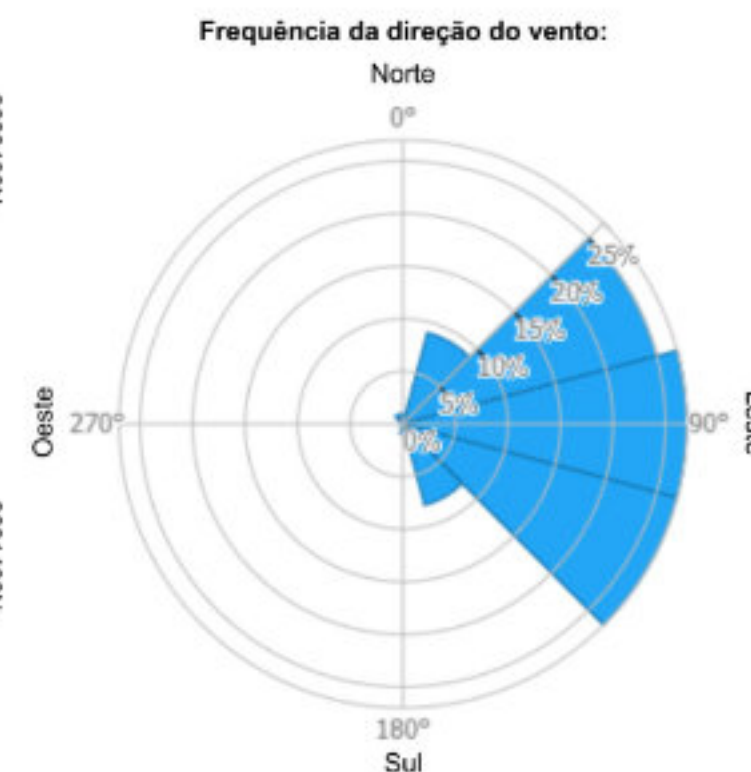
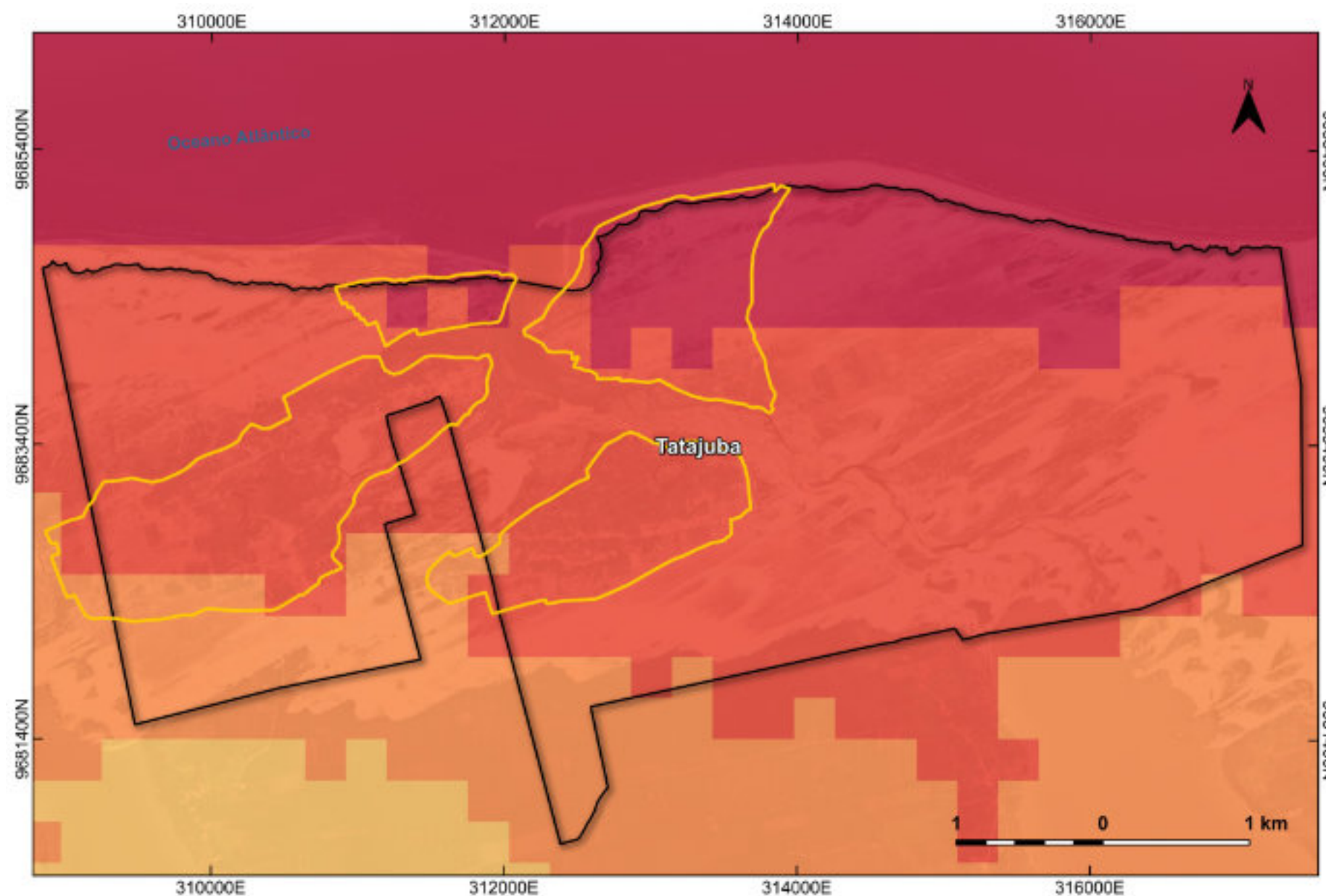
A espacialização da velocidade média do vento foi realizada com os dados do Global Wind Atlas. Os indicadores foram trabalhados no QGIS 3.40.7 e estão disponibilizados no banco de dados do Projeto. Foram utilizados para suprir a ausência de informações em superfície e como indicadores para interpretação dos ventos locais. A velocidade e direção indicam as características desse elemento a 10 metros de altura, o mais próximo da atmosfera inferior disponível.

Resta evidenciado que, quanto mais perto da linha de costa maior é a velocidade média do vento, contribuindo para o deslocamento dos sedimentos e alimentação do campo de dunas. O setor leste do território, que compreende a porções da vila São Francisco, exprimem as maiores velocidades médias do vento (acima de 7,5 m/s). A menor velocidade média em Tatajuba foi de 6,5 m/s, fortalecendo a análise temporal dos dados e indicando o potencial eólico verificado no território. Essa informação é importante, tendo em vista o potencial turístico impulsionado pela práticas de esportes náuticos dependentes do vento. Além disso, evidenciam-se tendência de elevação da velocidade de migração das dunas e a recarga sedimentar no setor destinado à manutenção do aporte hídrico para os aquíferos.

Seguindo o padrão verificado para todo o estado do Ceará, a direção predominante do vento em Tatajuba é predominantemente do setor leste. Devido a ação dos ventos alísios de sudeste, o descolamento destes em macro escala variam sua direção, sendo capaz de alternar entre as direções leste, sudeste e sul. Em determinados momentos, a depender da posição do ponto de convergência dos alísios, atuam os ventos alísios de nordeste, principalmente durante o primeiro semestre do ano.



VELOCIDADE MÉDIA DO VENTO



Organização:



Cartograma de localização:



Fonte de dados:
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025)
Instituto do Desenvolvimento Agrário do Ceará (IDACE, 2025)
Google Earth Pro

Escala: 1:33.000

Sistema Geodésico de Referência: SIRGAS 2000 Zona 24 Sul
Projeção: Transversa de Mercator (UTM)

Elaboração:
Antônio Jeovah de Andrade Meireles
Antonio Ferreira Lima Júnior
Pedro Edson Face Moura

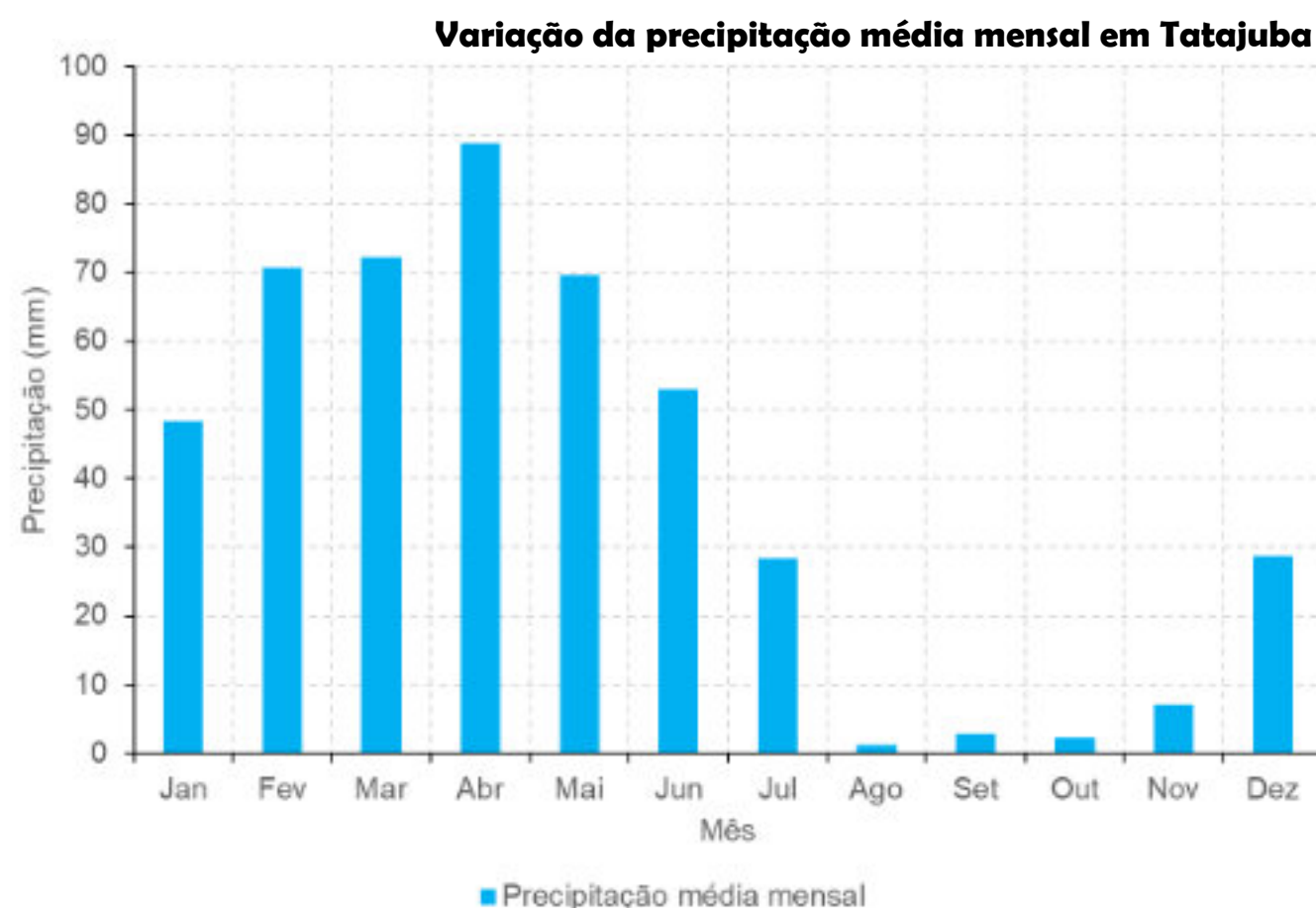
PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

A precipitação é o componente mais importante na definição da variabilidade climática da região Nordeste do Brasil. O comportamento mensal e anual desse elemento varia significativamente de acordo com as condições atmosféricas e oceânicas. Por se localizar no tipo climático Tropical Quente Semiárido Brando, a água é um sistema ambiental para o desenvolvimento econômico e social, dependendo majoritariamente da precipitação para alimentação dos sistemas hídricos locais e a recarga dos aquíferos.

Apesar do monitoramento da precipitação no Ceará, realizado pela Funceme, não é verificado nenhum posto pluviométrico na área do território de Tatajuba, sendo necessário recorrer a modelos globais de precipitação por intermédio de radar para fortalecer as análises e compreender a dinâmica pluviométrica local. O produto escolhido para análise foi o Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Stations (CHIRPS). Esse modelo consiste em um conjunto de dados de precipitação que combina mais dados de estação do que outros produtos, e com climatologia de fundo de alta resolução, definindo as melhores estimativas de médias e variações, resultando em um melhor estado hidrológico (Funk *et al.*, 2014; Shukla *et al.*, 2014;). Para o estado do Ceará, os dados CHIRPS das Regiões Pluviometricamente Homogêneas indicam correlação e elevada acurácia em relação a estações em superfície (Lima Júnior; Zanella; Sales, 2023).

Em conformidade com o padrão estabelecido para todo o estado do Ceará, o território de Tatajuba expressa dois períodos distintos (chuvoso e seco), quando os maiores volumes de chuva se concentram nos meses do primeiro semestre, enquanto no inteiro segundo semestre predomina a estabilidade para o tempo atmosférico.

A quadra chuvosa corresponde aos meses de fevereiro a maio, sendo o mês de abril, em média, o mais chuvoso (88,7 mm). Também se evidenciam dois períodos com registros de precipitação: pré-estação chuvosa (dezembro e janeiro) e pós-estação chuvosa (junho e julho). Os meses de agosto, setembro, outubro e novembro registram valores efêmeros de chuva, oportunidade em que o mês mais seco (agosto) tem média histórica de apenas 1,2 mm.



Seguindo o padrão do norte do Nordeste brasileiro, os principais sistemas atmosféricos causadores de precipitação no território de Tatajuba são:

Pré-estação chuvosa:

Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN)

Quadra chuvosa:

Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

Pós-estação chuvosa:

Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL)

Fonte: Ferreira; Mello, 2005; Monteiro, 2022.

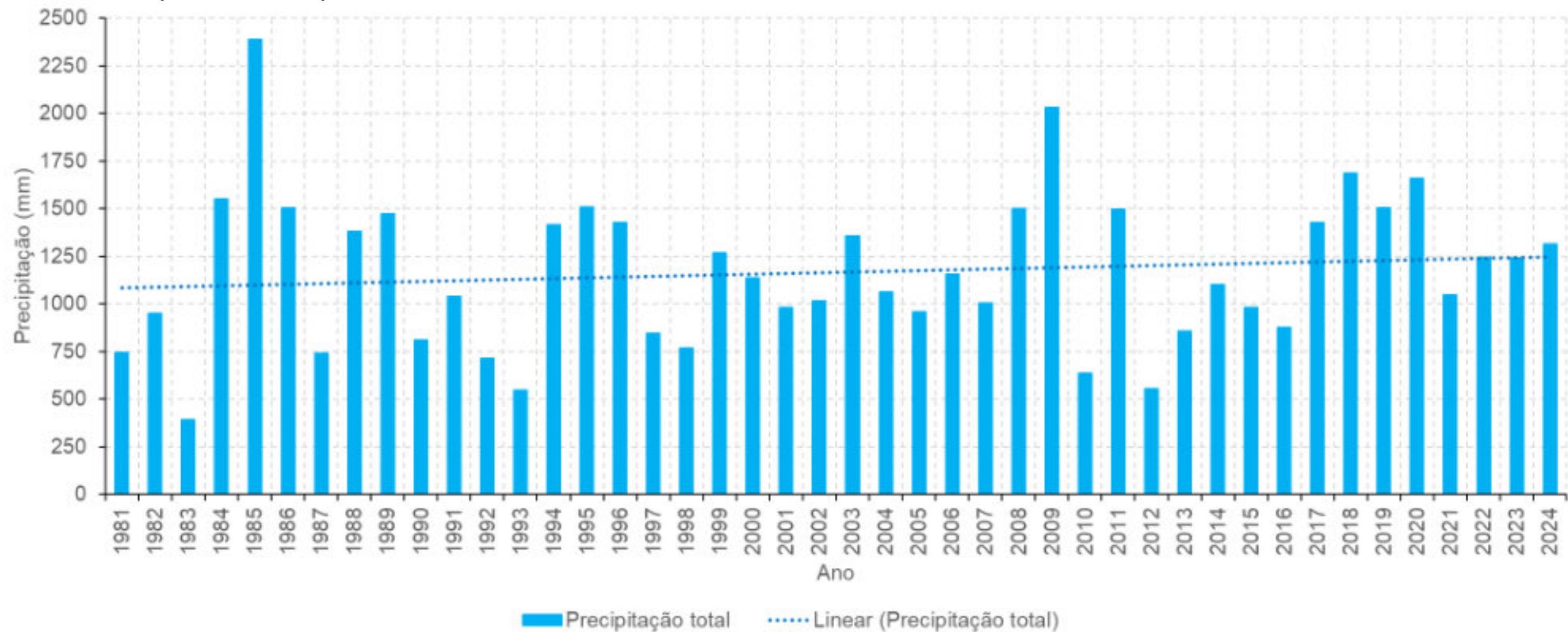
O comportamento temporal da precipitação pluviométrica interfere diretamente na dinâmica hídrica local, uma vez que a chuva, além de ser o principal aporte para os sistemas de abastecimento e consumo de água, é possível de promover eventos associados ao déficit e aos excedentes hídricos.

PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

Diferente da temperatura, a precipitação exprime maior variabilidade inter anual no território de Tatajuba. O gráfico a seguir ilustra a variação desse elemento no decorrer da série histórica avaliada. É possível notar sequências de anos secos sucedidos por anos habituais e chuvosos, indicando a característica cíclica deste elemento. 1985 foi o ano mais chuvoso da série histórica com 2.388,9 mm e seguido por 2009, 2018, 2020 e 1984, com 2.388,9 mm, 2.033,2 mm, 1.686,0 mm, 1.659,2 mm, 1.550,7 mm e 1.510,1 mm, respectivamente.

Em contrapartida, o ano mais seco da série histórica, atingiu valor acumulado de 390,7 mm em 1983. Também é possível destacar os anos de 1993, 2012 e 2010, tiveram acumulados anuais inferiores 650 mm. Esse padrão revela eminente preocupação concernente à resiliência e segurança hídrica dos ecossistemas locais, sendo necessárias ações de planejamento que considerem os períodos de estiagem e seus impactos sobre o abastecimento de água da comunidade. E com a formulação de estratégias para enfrentar períodos mais longos de estiagem e as chuvas concentradas associadas às enchentes e inundações.

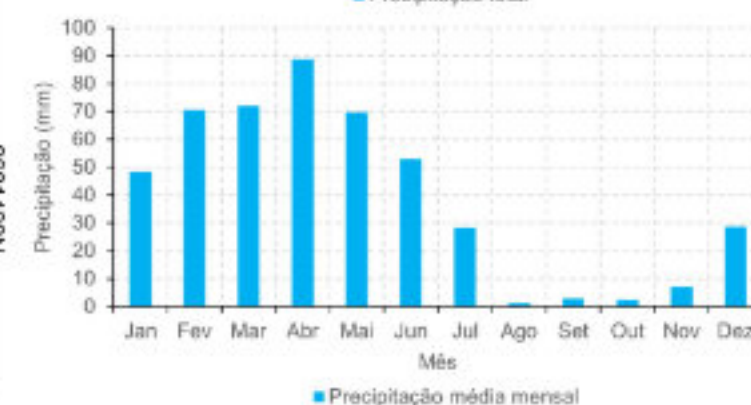
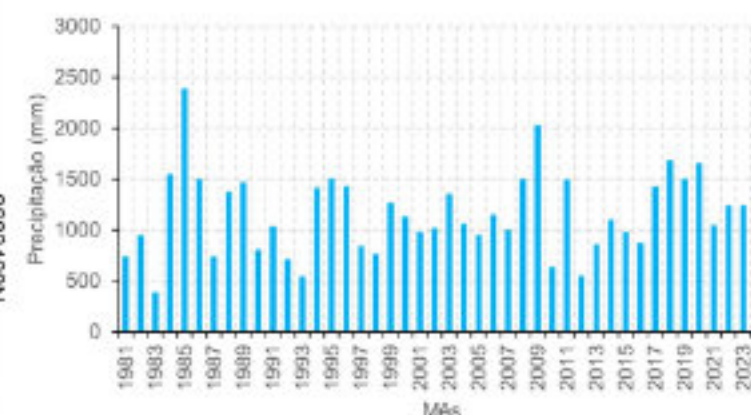
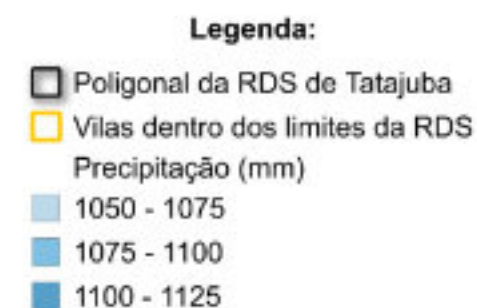
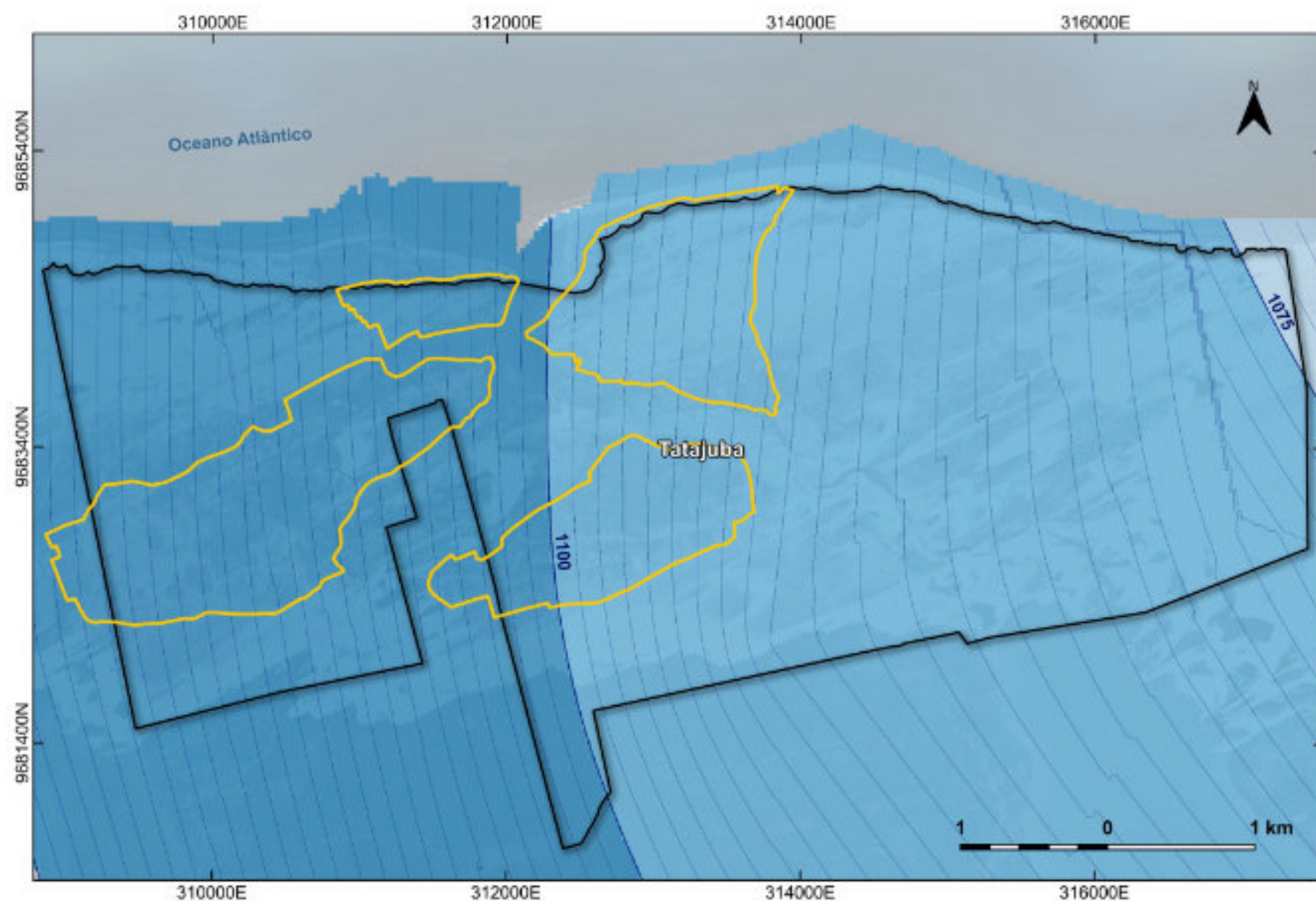
Variação da precipitação anual em Tatajuba



A variação espacial da precipitação no território de Tatajuba é pequena, uma vez que o território apresenta certa homogeneidade nos fatores geográficos capazes de interferir nesse elemento. Uma pequena porção do território, no extremo leste da área, registra média anual de chuva entre 1.050 e 1.075 mm. A maior parcela da porção leste do território, que compreende as vilas São Francisco e Vila Nova, registraram média anual de precipitação entre 1.075 e 1.100 mm. Correspondendo ao território da Vila Tatajuba e Baixa Tatajuba, o setor oeste registrou os maiores volumes de precipitação média anual, podendo chegar à 1.125 mm. Ou seja, a variação pode alcançar os 75 mm anuais médios, entre os extremos leste e oeste do território.



PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL (1981 – 2024)



Organização:



Cartograma de localização:



Fonte de dados:
 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025)
 Instituto do Desenvolvimento Agrário do Ceará (IDACE, 2025)
 Google Earth Pro

Escala: 1:33.000

Sistema Geodésico de Referência: SIRGAS 2000 Zona 24 Sul
 Projeção: Transversa de Mercator (UTM)

Elaboração:
 Antônio Jeovah de Andrade Meireles
 Antonio Ferreira Lima Júnior
 Pedro Edson Face Moura



VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

A variabilidade climática e as mudanças climáticas globais têm impactos diretos e indiretos sobre os ecossistemas costeiros e as comunidades que deles dependem. Na Planície Costeira de Tatajuba, compreender a dinâmica do clima é essencial para planejar o uso sustentável do território, fortalecer a resiliência das populações locais e proteger os recursos naturais que sustentam os modos de vida tradicionais. Essa compreensão envolve tanto a análise de tendências observadas nas últimas décadas quanto a projeção de cenários, considerando a influência de fenômenos climáticos regionais e globais.

Nesta seção, encontram-se gráficos que revelaram as tendências dos elementos climáticos e desde as séries históricas dos modelos globais e de reanálise. Tais análises deram oportunidade de identificar padrões e possíveis alterações, aspectos fundamentais para compreender a erosão costeira, incremento na movimentação das dunas e disponibilidade de sistemas hídricos superficiais e subterrâneos. Ademais, esses elementos contribuem para antecipar riscos e orientar estratégias de adaptação e mitigação perante extremos climáticos, incluindo a análise dos Índices de Precipitação Extrema.

Os cenários climáticos futuros elaborados através dos modelos globais e regionais, apontaram possíveis trajetórias de variação dos elementos climáticos nas próximas décadas. Esses cenários são especialmente relevantes para subsidiar políticas públicas, projetos comunitários e ações de manejo sustentável, fortalecendo a capacidade local de resposta diante das incertezas climáticas. Ao integrar dados passados, presentes e projeções, esta seção busca oferecer uma visão ampla e fundamentada dos desafios e oportunidades relacionados ao clima na Planície Costeira de Tatajuba.



TENDÊNCIAS

Para identificar e analisar tendências nas séries temporais dos produtos ERA5 (temperatura e vento) e CHIRPS (precipitação), foi aplicado o teste de Mann-Kendall e Pettitt, por intermédio do *software* estatístico RStudio, com nível de significância de 0,05.

Esse método consiste em um teste não paramétrico que avalia tendências monotônicas em séries temporais (Sneyers, 1975), sem pressupor uma distribuição específica. A hipótese nula (H_0) estabelece que não existe tendência significativa na série temporal analisada. Para verificar essa hipótese, o valor de p (significância) calculado foi confrontado com o nível de significância de 0,05. Quando p é menor ou igual a 0,05, considera-se que há evidências estatísticas de uma tendência, e o sinal do estatístico Z (direção da tendência) aponta se essa tendência é de aumento (positivo) ou de redução (negativo). Demais disso, utiliza-se o valor absoluto de Z como critério adicional: valores superiores a 1,96 (ou inferiores a -1,96) indicam que a tendência é estatisticamente significativa ao nível de 5%. Em outras palavras, esses valores sugerem que a tendência observada não se deve ao acaso, mas reflete uma mudança real no comportamento da variável à medida do tempo. O trabalho de Hiera, Lima Júnior e Zanella (2021), analisou a tendência para 12 postos pluviométricos no estado do Ceará utilizando o teste de Mann-Kendall, demonstrando aplicabilidade para a região analisada.

O teste de Pettitt é um método estatístico não paramétrico que se baseia em uma adaptação da estatística de Mann-Whitney. Foi utilizado para avaliar se duas amostras pertencem ou não à mesma população. Esse procedimento consiste em contabilizar quantas vezes os valores da primeira parte da série são maiores que os da segunda, ensejando identificar mudança brusca no comportamento dos dados (Pettitt, 1979; Liu et al., 2013). A hipótese nula (H_0) do teste pressupõe que inexistente um ponto de mudança na série temporal. De tal modo, definiram-se o instante mais provável dessa ruptura e o valor de p , que representa o nível de significância estatística dessa mudança. Quando o valor de p obtido é menor ou igual ao nível de significância adotado (0,05), considera-se que há indícios robustos de uma alteração significativa na média da série, não atribuível apenas ao acaso. Por esse motivo, o teste de Pettitt é amplamente utilizado em estudos climáticos e ambientais, como meio essencial para detectar mudanças estruturais capaz de refletir transformações nos padrões climáticos ou impactos humanos no ambiente.

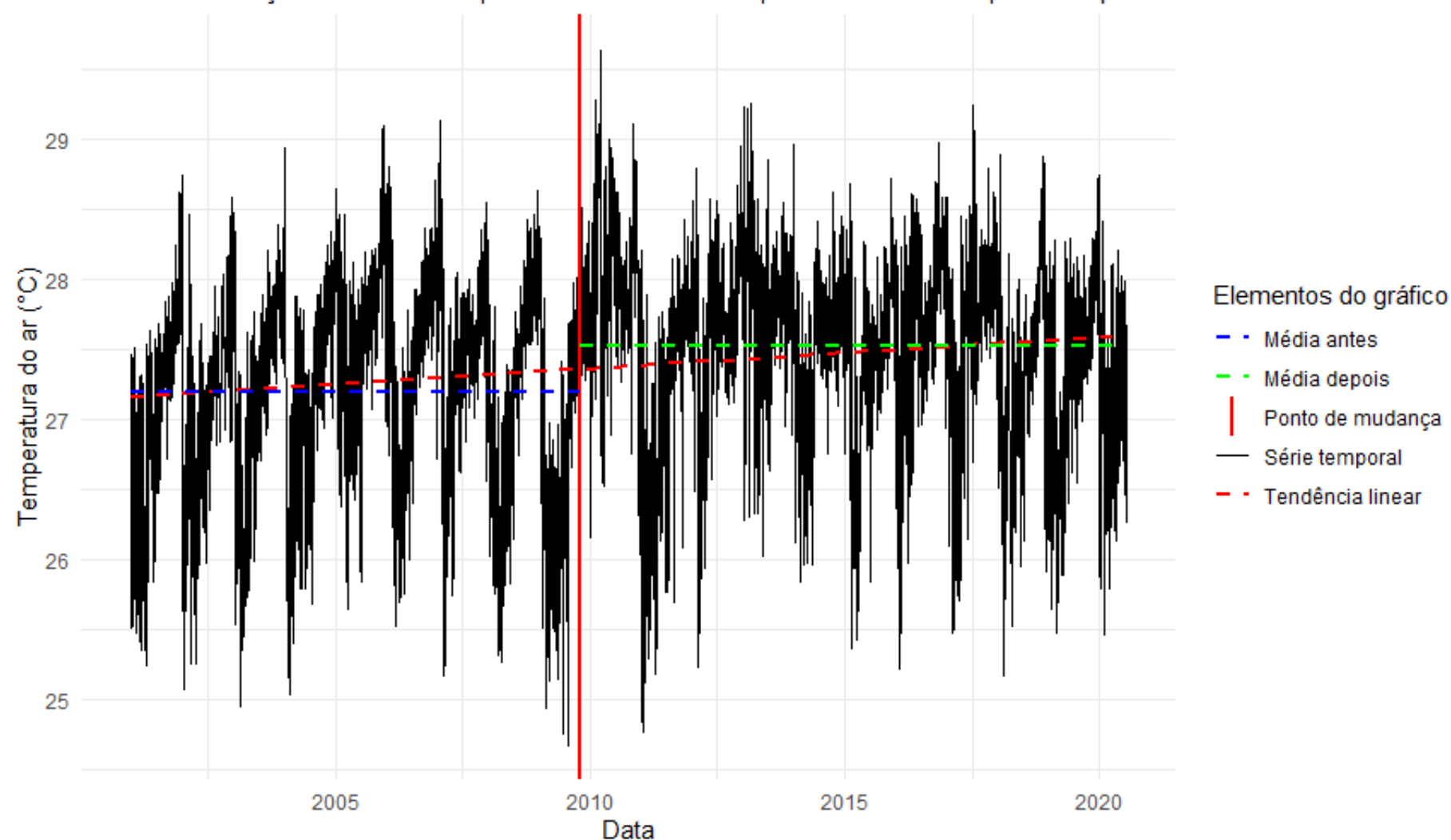
TEMPERATURA DO AR

A análise para a temperatura do ar indica robusta tendência à elevação dessa variável no decorrer dos anos. O valor de Z do teste de Mann-Kendall aponta vigorosa significância estatística (14,77). O teste de Pettitt identificou o ano de 2009 como o marco para essa mudança relevante, quando a temperatura média se elevou cerca de 0,33 °C em menos de 25 anos de análise, demonstrando preocupação iminente, tendo em vista os cenários futuros apresentados.

A elevação consistente da temperatura média do ar identificada em Tatajuba é possível de desencadear uma série de impactos socioambientais relevantes. O aquecimento tende a intensificar a evaporação dos corpos d'água superficiais e reduzir a disponibilidade hídrica, afetando diretamente a agricultura de subsistência e o manejo dos sistemas naturais de fruição comunitária. Essas transformações climáticas, representam ameaça concreta à conservação dos ecossistemas costeiros e à manutenção dos modos de vida tradicionais.

Tendência da temperatura do ar

Ponto de mudança em: 2009-10-24 | Z Mann-Kendall = 14.77 | Média antes = 27.2 | Média depois = 27.53



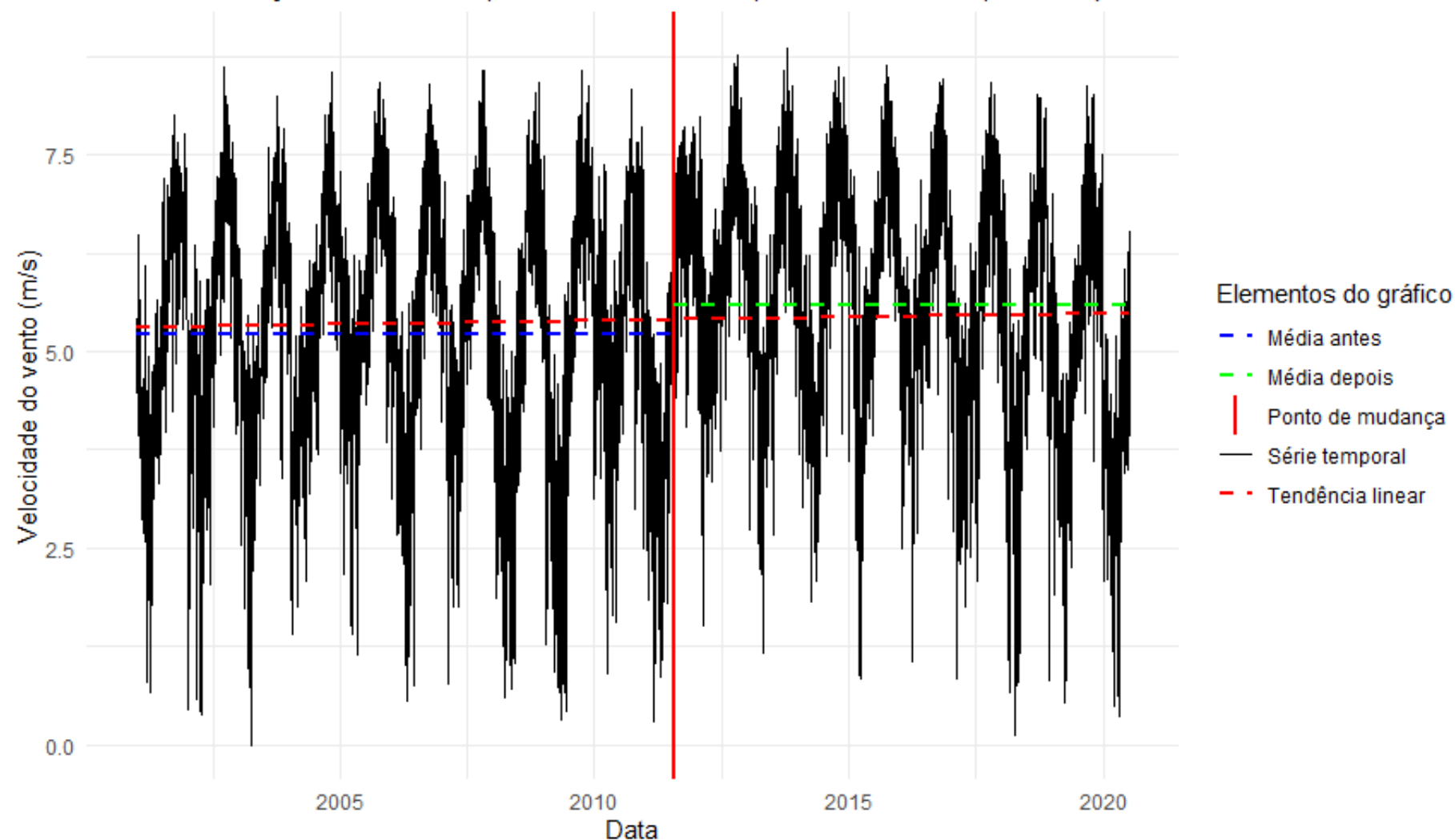
VELOCIDADE DO VENTO

O resultados dos testes para a velocidade médio vento, também indicam tendência estatisticamente significante. O valor de Z foi de 3,15, o que representa um desvio positivo na linha de tendência, ou seja, a velocidade do vento tende a aumentar no decorrer dos anos. O marco de mudança para essa variável foi o ano de 2011, onde a velocidade do vento aumentou cerca de 0,36 m/s quando comparadas as médias antes e depois do marco temporal identificado pelo teste de Pettitt.

O aumento na velocidade média do vento pode trazer efeitos tanto positivos quanto desafiadores. De um lado, o maior potencial eólico pode favorecer a prática de esportes náuticos e ecoturismo, importantes atrativos já verificado no território. Por outro lado, ventos mais intensos podem acelerar a erosão e incrementar a migração das dunas e interferir nas áreas habitadas, estradas e outras infraestruturas costeiras. Além disso, a maior velocidade do vento pode afetar a dinâmica das comunidades vegetais nativas, bloquear o canal estuarino, aumentar o volume sedimentar sobre as áreas úmidas das vazantes e roçados e incrementar a exposição de cultivos agrícolas ao estresse físico.

Tendência da velocidade do vento

Ponto de mudança em: 2011-07-29 | Z Mann-Kendall = 3.15 | Média antes = 5.23 | Média depois = 5.59



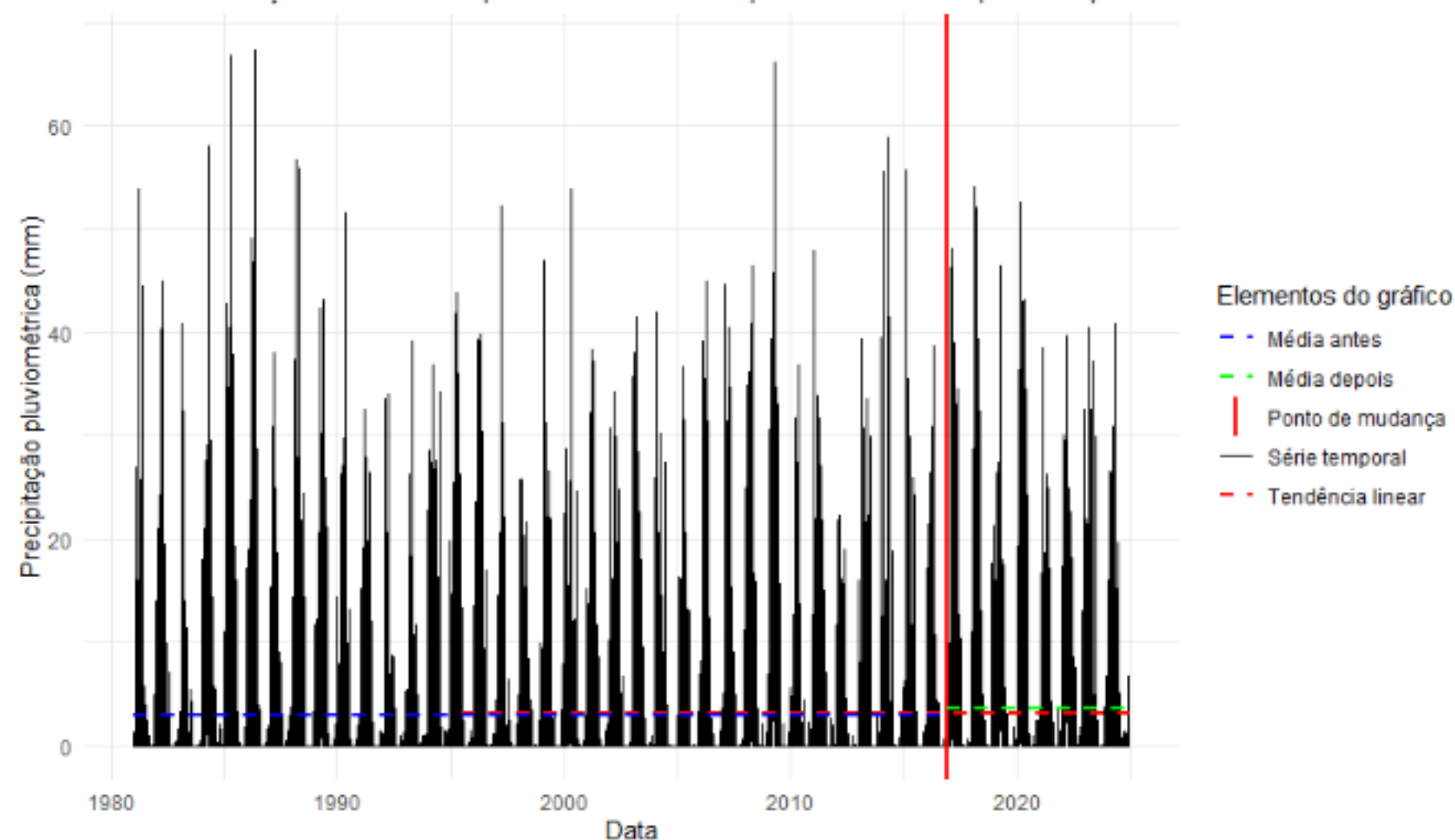
PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

A precipitação pluviométrica também tende a aumentar no decorrer do tempo. De acordo com o teste de Mann-Kendall, os resultados foram de menor significância, quando comparado com os outros elementos ($Z = 2,52$). O teste de Pettitt revela um marco temporal em 2016, com uma diferença de apenas 0,69 mm. O leve aumento identificado em Tatajuba pode representar mudanças sutis, mas ainda relevantes para os ecossistemas costeiros e as atividades humanas locais.

Embora a variação seja modesta, a tendência de maior volume de chuvas pode contribuir para a recarga dos aquíferos e beneficiar práticas agrícolas de subsistência. Por outro lado, mesmo incrementos relativamente pequenos na precipitação, quando associados ao aumento da intensidade de eventos extremos, podem intensificar a erosão do solo e impactar as áreas utilizadas para a produção de alimentos e as urbanizadas. Esses possíveis impactos reforçam a importância do monitoramento contínuo e do planejamento territorial sensível às variações climáticas na Planície Costeira de Tatajuba.

Tendência da precipitação pluviométrica

Ponto de mudança em: 2016-12-15 | Z Mann-Kendall = 2.52 | Média antes = 2.91 | Média depois = 3.6



ÍNDICES DE PRECIPITAÇÃO EXTREMA

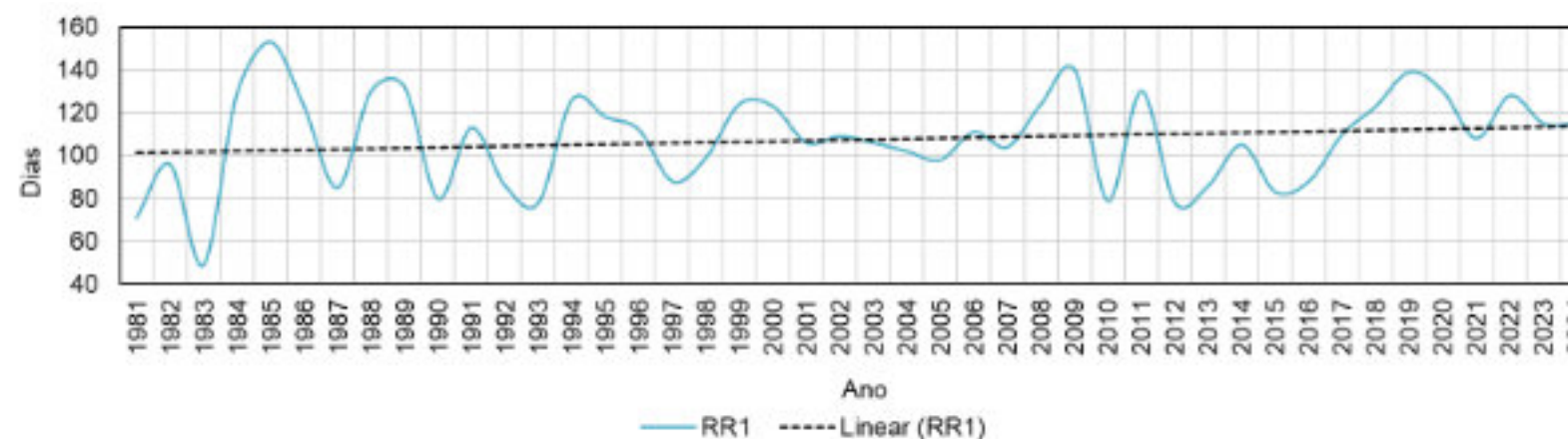
Para compreender melhor a dinâmica e os padrões de eventos pluviométricos na Planície Costeira de Tatajuba, foram calculados seis índices de precipitação extrema recomendados pelo Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI). Estes ajudam a caracterizar aspectos como frequência, intensidade e distribuição temporal das chuvas, oferecendo uma visão mais detalhada dos riscos associados à variabilidade climática, tais como secas prolongadas ou chuvas intensas concentradas em poucos dias. A seguir, apresentamos cada um dos índices considerados:

- **RR1 (Number of Rainy Days):** contabiliza o número anual de dias com precipitação diária superior a 1 mm. Esse índice indica a frequência de dias chuvosos no decurso, dando oportunidade de identificar períodos mais úmidos ou secos.
- **CDD (Consecutive Dry Days):** representa o maior número de dias consecutivos em que a precipitação diária ficou abaixo de 1 mm. É um indicador da duração máxima dos períodos secos, importante para avaliar a suscetibilidade a estiagens.
- **CWD (Consecutive Wet Days):** corresponde ao maior número de dias consecutivos com precipitação diária igual ou superior a 1 mm. Este índice permite identificar a extensão máxima dos períodos úmidos, relevantes para compreender riscos de enchentes ou saturação do solo.
- **Rx1day (Maximum 1-Day Precipitation):** registra o maior valor de precipitação acumulada em um único dia do ano. É útil para avaliar a intensidade de eventos extremos de chuva, que podem causar enxurradas e alagamentos.
- **SDII (Simple Daily Intensity Index):** calcula a média da intensidade diária da chuva, considerando apenas os dias chuvosos ($RR \geq 1$ mm). Este índice indica se as chuvas tendem a ocorrer de forma mais concentrada ou distribuída ao longo dos dias.
- **PRCPTOT (Total Annual Wet-Day Precipitation):** soma total da precipitação anual registrada apenas nos dias com chuva ($RR \geq 1$ mm). Ele fornece uma medida do volume efetivo de chuvas que contribui para o balanço hídrico da região.

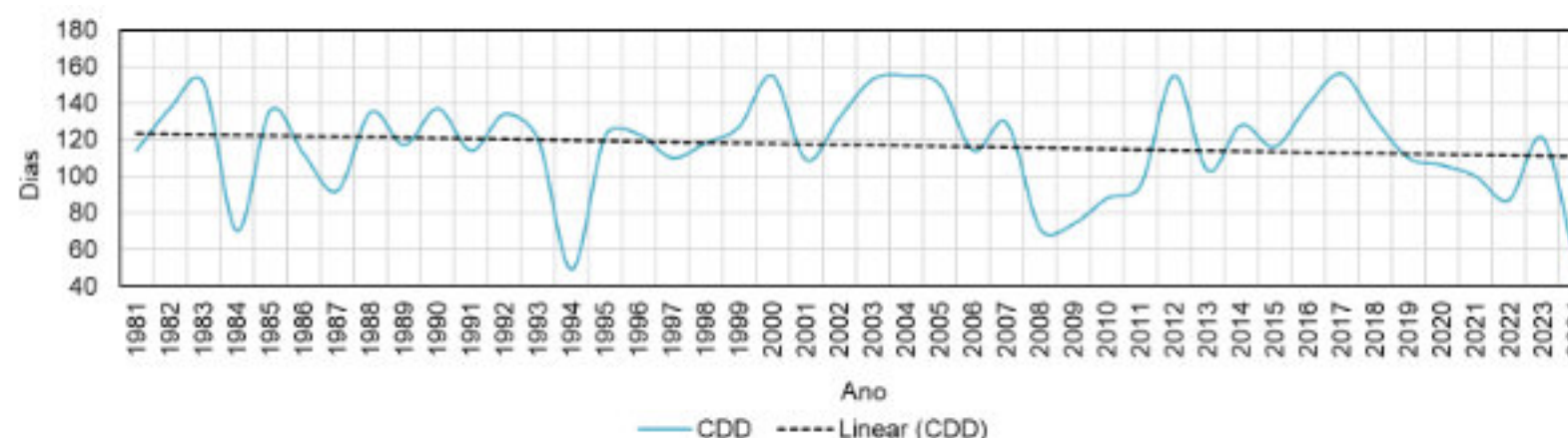
Esses índices possibilitam analisar não apenas quanto chove à proporção do tempo, mas, também, como a chuva está distribuída, quais os períodos mais críticos e qual o potencial impacto para o território, subsidiando estratégias de adaptação e planejamento para a comunidade de Tatajuba.

ÍNDICES DE PRECIPITAÇÃO EXTREMA

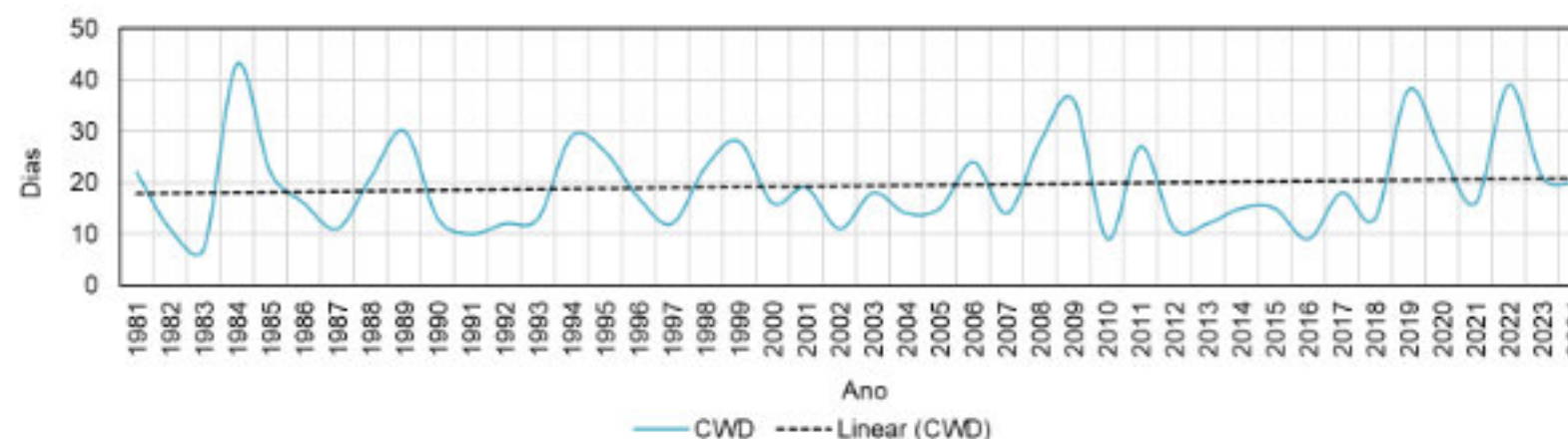
Os valores dos dias chuvosos variam de 49 (1983) a 153 (1985), indicando anos com significativa variação na frequência de dias chuvosos, sugerindo condições mais úmidas. Apesar de apresentar elevação visual da linha de tendência, não há significância estatística.



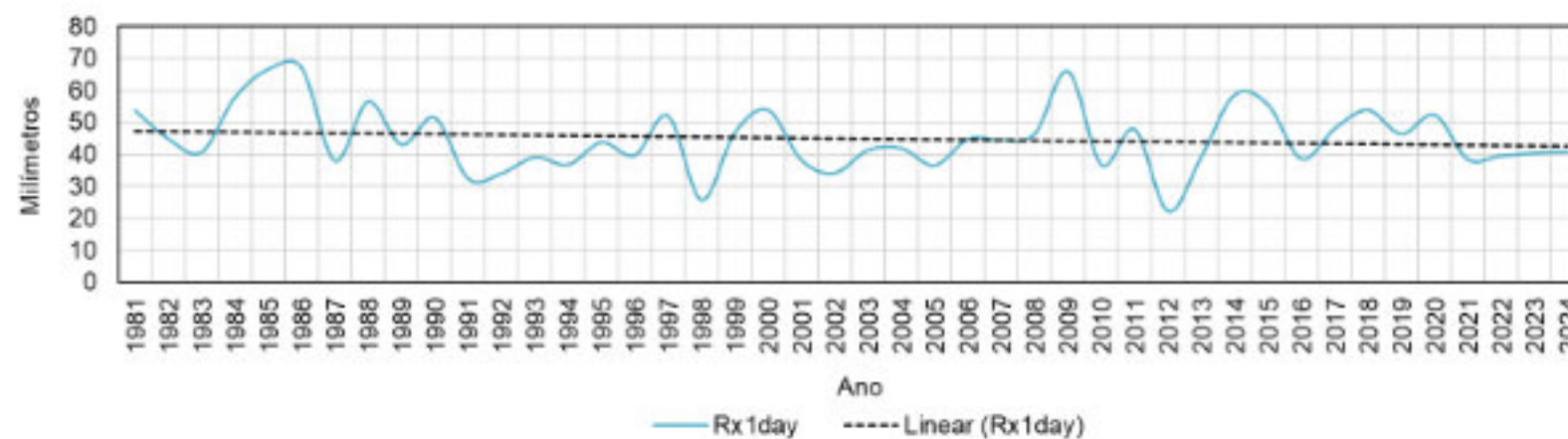
Os valores de dias secos flutuam entre 70 a 151, com 1983 se destacando como um ano de seca mais prolongada. Isso pode estar relacionado a eventos de El Niño e Dipolo do Atlântico Sul positivo, que geralmente reduzem as chuvas no norte do Nordeste Brasileiro. Nota-se que, existe uma inclinação ao decréscimo desse índice, mas sem significância estatística.



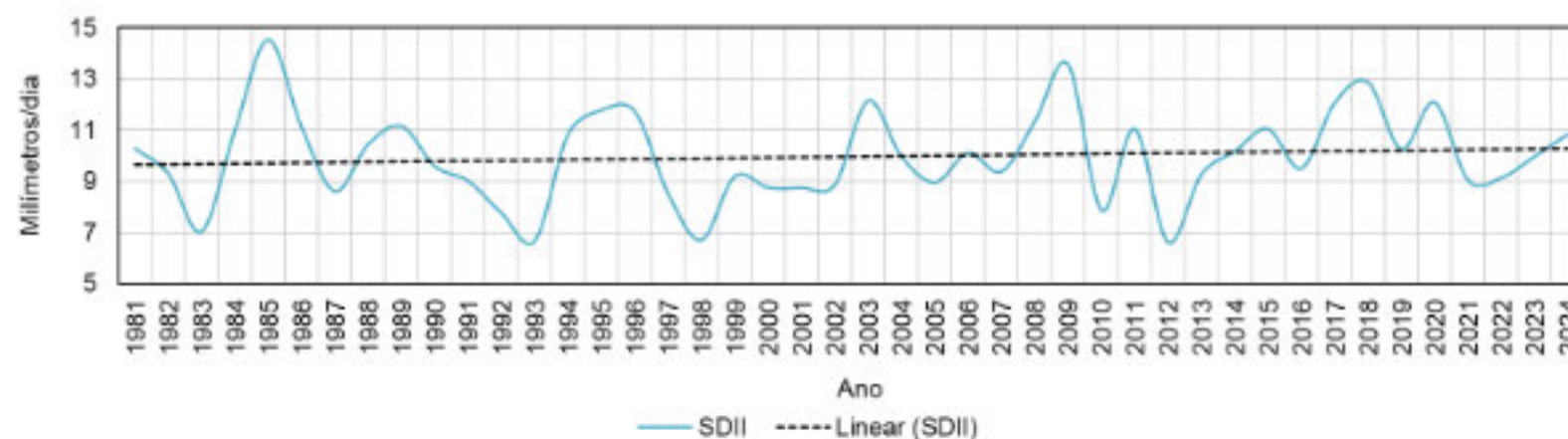
Esse índice variou entre 7 (1983) e 43 (1984), com grandes flutuações interanuais. O ano de 1984 se destaca por longos períodos contínuos de chuva, o que pode ter contribuído para o elevado PRCPTOT daquele ano. A linha de tendência indica leve inclinação positiva (sem significância), podendo demonstrar potencial de aumento desse índice.



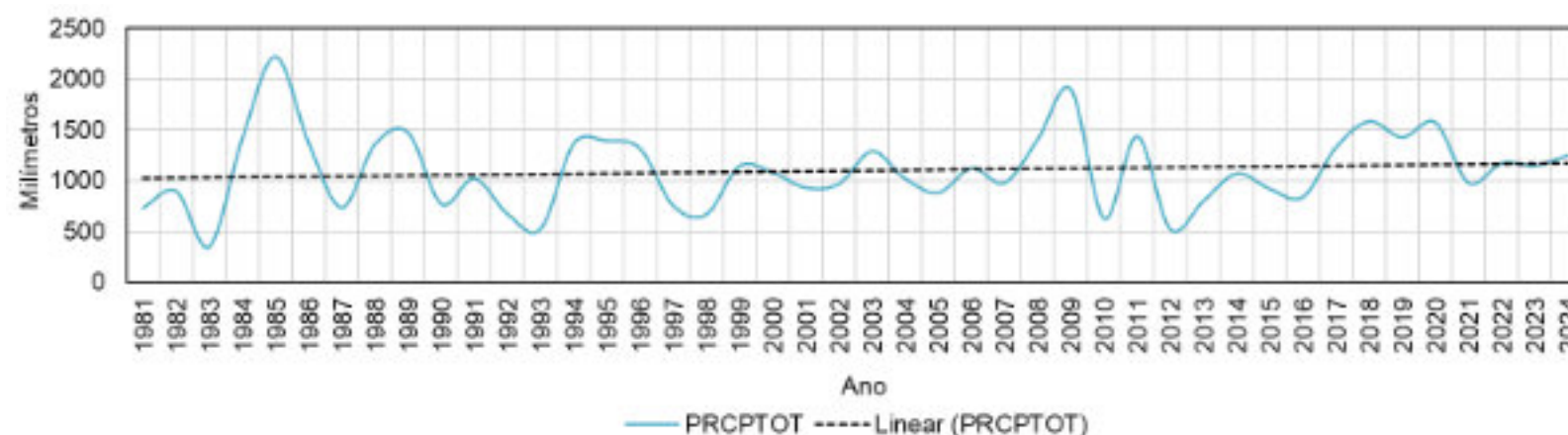
ÍNDICES DE PRECIPITAÇÃO EXTREMA



O Índice varia entre aproximadamente 40 mm e 67 mm, mostrando eventos significativos de chuva concentrada em dia único, com picos em 1984 e 1985. A linha de tendência é objeto de leve inclinação negativa no decorrer do tempo, indicando que, apesar de sem significância, os acumulados em 24 horas são suscetíveis de estar reduzindo no decorrer dos anos.



Valores mais baixos (ex: ~7 mm/dia em 1983) indicam chuvas leves e mais espaçadas, enquanto valores mais altos (ex: ~14,5 mm/dia em 1985) apontam chuvas mais intensas. Esse índice denota linha de tendência em crescimento, mesmo que sem significância estatística.



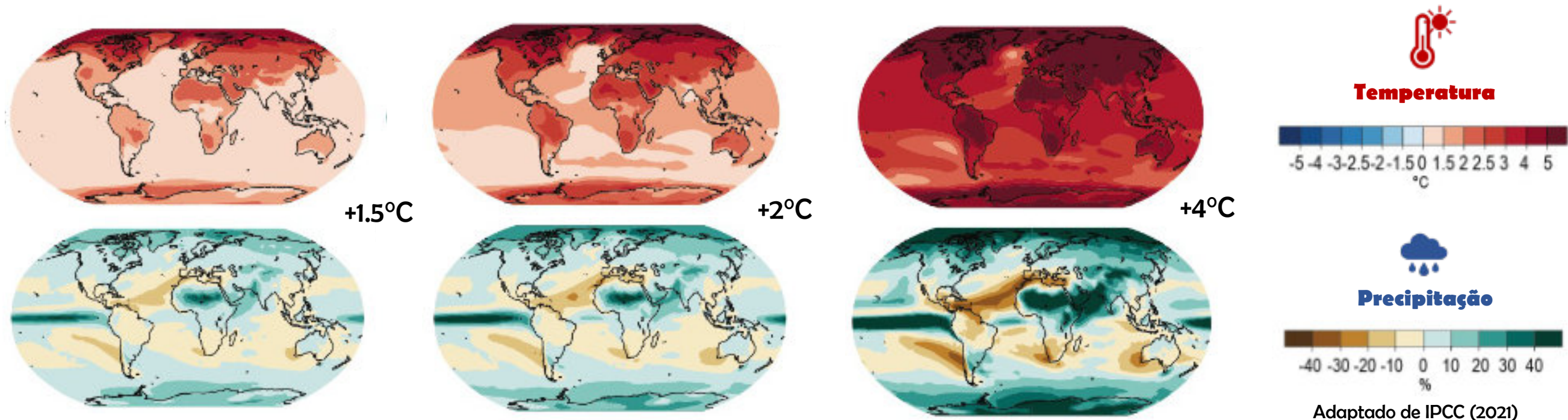
Há grande variação entre anos, de cerca de 345 mm (1983) até mais de 2200 mm (1985), refletindo anos extremamente secos e por demais chuvosos, respectivamente. Esse índice demonstra a grande variabilidade temporal das precipitações, o que capaz de ser intensificado no decorrer dos anos.

CENÁRIOS CLIMÁTICOS FUTUROS

As mudanças climáticas representam uma das maiores ameaças globais na atualidade, sendo causadas, sobretudo, pela emissão de gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO₂). Estão alterando os padrões de temperatura do ar e de pluviosidade em todo o mundo, intensificando os eventos climáticos extremos e os desastres a eles associados em termos de frequências e magnitudes de ocorrência.

PROJEÇÕES CLIMÁTICAS

70

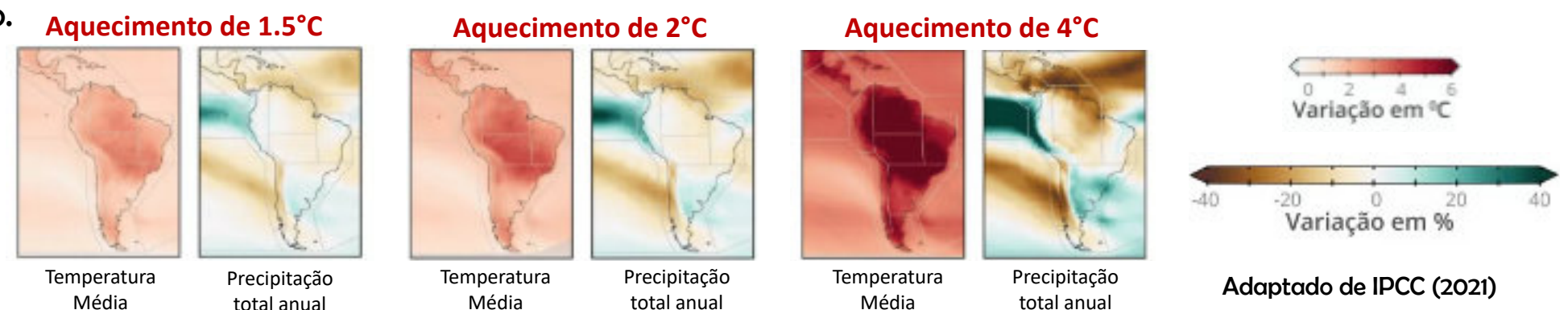


América do Sul

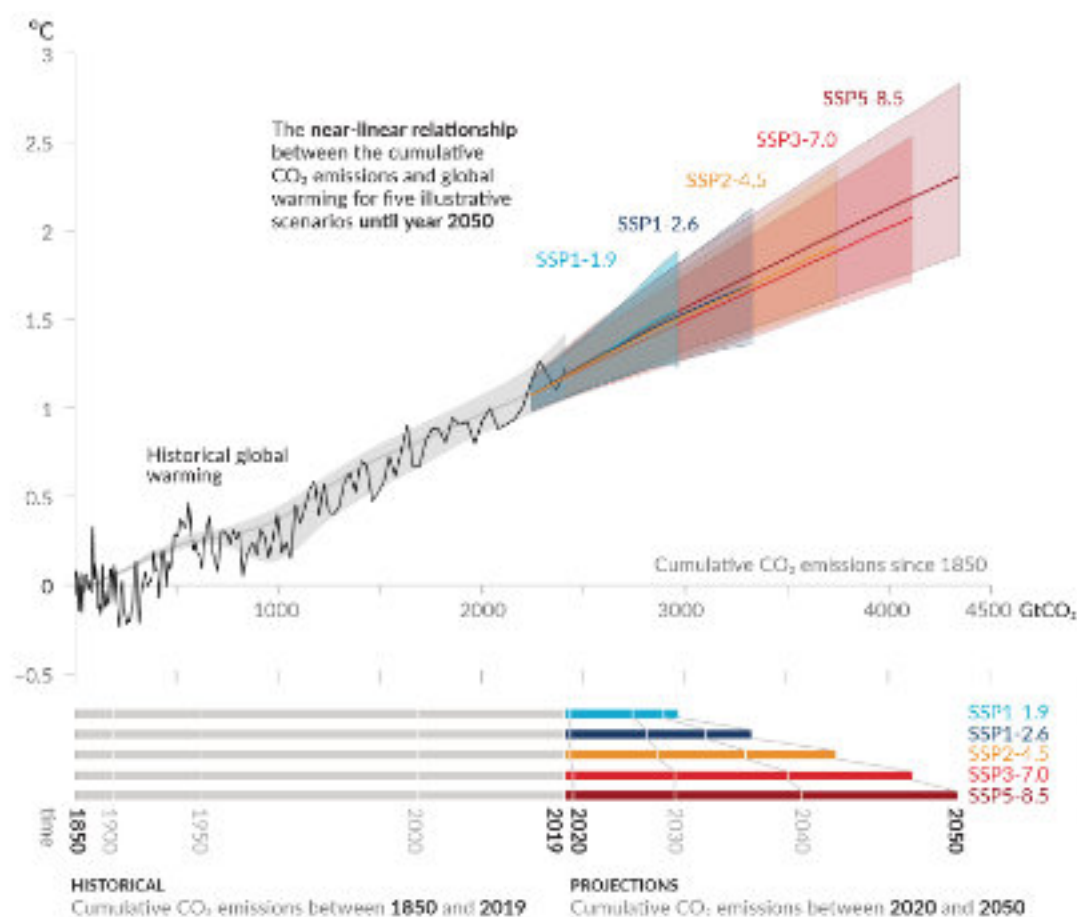


Para o **Nordeste da América do Sul**, as projeções climáticas do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2021) indicam os seguintes aspectos: aumento da temperatura do ar, do calor extremo e de ondas de calor, diminuição das precipitações médias, aumento de eventos pluviais extremos, da aridez e de condições de seca, aumento da velocidade média do vento e de parâmetros oceânicos, como nível do mar, inundação costeira, erosão costeira, ondas de calor marinhas e acidez dos oceanos. Estas condições alteram os padrões de eventos climáticos extremos e são propícias a intensificar a salinização dos aquíferos da região.

projeções
climáticas



Cenários de emissão de gases de efeito estufa

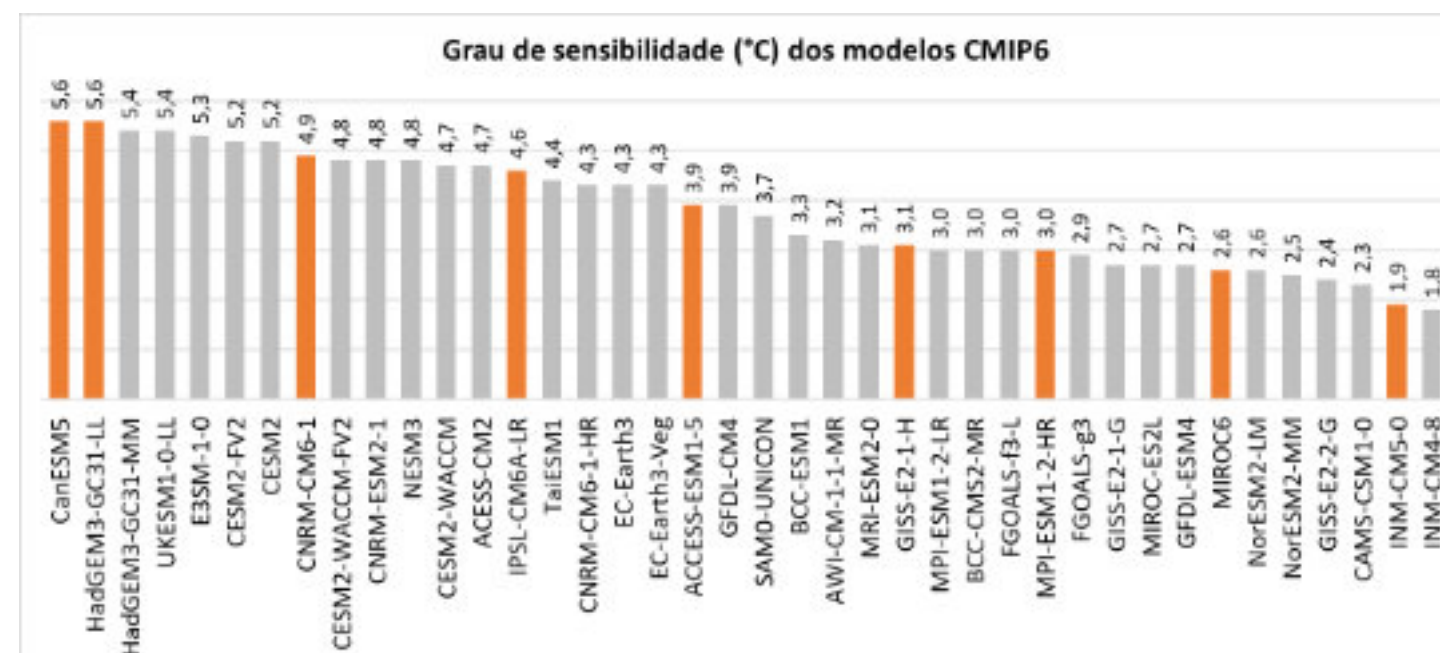


Adaptado de IPCC (2021)



Os cenários climáticos futuros para Tatajuba foram analisados com base em modelos climáticos do CMIP6 (Coupled Model Intercomparison Project), atrelados ao último relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2021).

Os dados dos modelos foram coletados na plataforma WorldClim, com resolução espacial de 2,5 minutos (cerca de 5 km), para os períodos de 2021- 2040 (curto prazo), 2041-2060 (médio prazo) e 2081-2100 (longo prazo), sendo considerados os cenários moderado (ssp2-4.5) e pessimista (ssp5-8.5) de emissão de gases de efeito estufa (O'Neill, 2014). Foram selecionados 9 modelos, com distintas sensibilidades climáticas (em laranja na figura), sendo estes canadenses, ingleses, franceses, estadunidenses, australianos, alemães, japoneses e russos. As projeções foram comparadas com as médias históricas de 1970 a 2000, disponíveis na base de dados do WorldClim, na mesma resolução espacial (Fick; Hijmans, 2017).



Adaptado de: <https://www.carbonbrief.org/cmip6-the-next-generation-of-climate-models-explained/>
Elaboração: Goudard (2025)

TEMPERATURAS MÁXIMAS

As temperaturas máximas foram marcadas por projeções de aumentos no curto (2021 – 2040), médio (2041- 2060) e longo (2081-2100) prazo, nos dois cenários (ssp245 - moderado e ssp585 - pessimista) de emissões de gases de efeito estufa considerados neste estudo. Os maiores aumentos térmicos são esperados para os meses de outono e inverno – maio a agosto (verão – dezembro a fevereiro), em comparação ao período histórico (1970 - 2000).

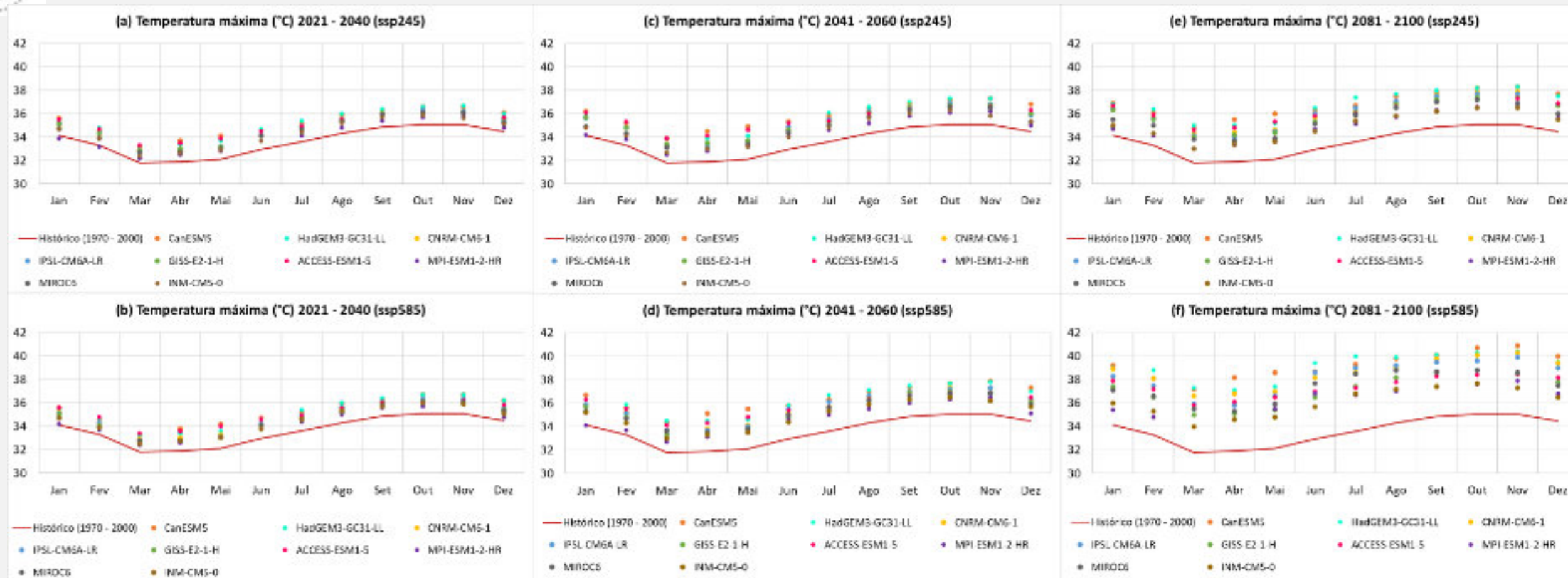
Os meses de maio, junho e julho foram os que exibiram os maiores aumentos previstos, com valores médios de 1.2°C e 1.3°C em 2021 – 2040, 1.7°C e 2.2°C em 2041-2060 e, 2.5°C e 4.5°C em 2081-2100, para os cenários moderado e pessimista, respectivamente. Os meses de verão mostraram os menores aumentos: 0.9°C e 1°C para o curto prazo, 1.4°C e 1.7°C para o médio prazo, e 2.1°C e 3.7°C no longo prazo, para os cenários moderado e pessimista, respectivamente, em comparação a 1970-2000.



CURTO PRAZO (2021 – 2040)

MÉDIO PRAZO (2041 – 2060)

LONGO PRAZO (2081 – 2100)



LEGENDA: cenários futuros (a) temperaturas máximas (°C) mensais para o período de 2021 – 2040 (cenário moderado ssp245), (b)) temperaturas máximas (°C) mensais para o período de 2021 – 2040 (cenário pessimista ssp585), (c) temperaturas máximas (°C) mensais para o período de 2041 – 2060 (cenário moderado ssp245), (d) temperaturas máximas (°C) mensais para o período de 2041 – 2060 (cenário pessimista ssp585), (e) temperaturas máximas (°C) mensais para o período de 2081 – 2100 (cenário moderado ssp245) e (f) temperaturas máximas (°C) mensais para o período de 2081 – 2100 (cenário pessimista ssp585). O período histórico considerado para as análises de anomalias foi de 1970 a 2000. Elaboração: Goudard (2025).

TEMPERATURAS MÍNIMAS

As temperaturas mínimas foram marcadas por projeções de aumentos no curto (2021 – 2040), médio (2041- 2060) e longo (2081-2100) prazo, nos dois cenários (ssp245 - moderado e ssp585 - pessimista) de emissões de gases de efeito estufa considerados neste estudo. Os maiores (menores) aumentos térmicos são esperados para os meses de outono e inverno – maio a julho (verão e primavera – janeiro, fevereiro e setembro), em comparação a 1970 – 2000.

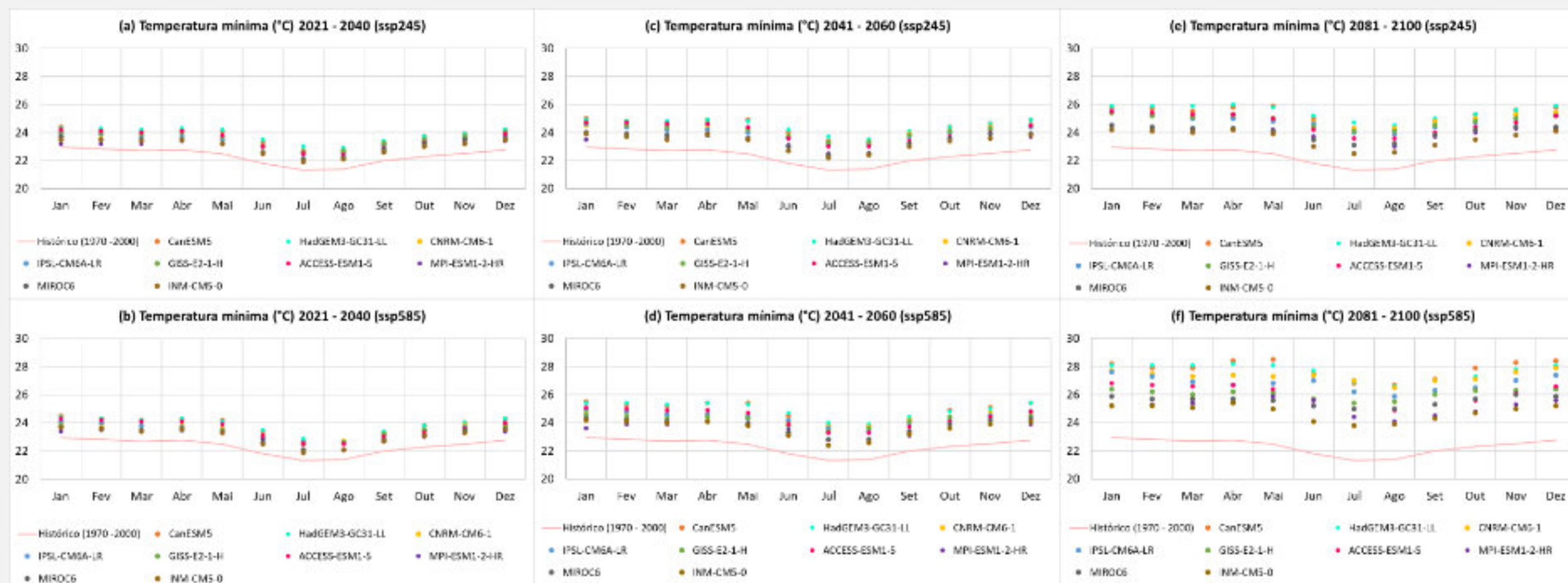
Os meses de maio, junho e julho foram os que apresentaram os maiores aumentos previstos, com valores médios de 1.1°C e 1.2°C em 2021 – 2040, 1.7°C e 2.0°C em 2041-2060 e 2.4°C e 4.3°C em 2081-2100, para os cenários moderado e pessimista, respectivamente. Os meses de janeiro, fevereiro e setembro foram os que expressaram os menores acréscimos térmicos médios: 1°C no curto prazo, 1.5°C (ssp245) e 1.8°C (ssp585) no médio prazo e, 2.2°C (ssp245) e 3.8°C (ssp585) no longo prazo.



CURTO PRAZO (2021 – 2040)

MÉDIO PRAZO (2041 – 2060)

LONGO PRAZO (2081 – 2100)



LEGENDA: cenários futuros (a) temperaturas mínimas (°C) mensais para o período de 2021 – 2040 (cenário moderado ssp245), (b)) temperaturas mínimas (°C) mensais para o período de 2021 – 2040 (cenário pessimista ssp585), (c) temperaturas mínimas (°C) mensais para o período de 2041 – 2060 (cenário moderado ssp245), (d) temperaturas mínimas (°C) mensais para o período de 2041 – 2060 (cenário pessimista ssp585), (e) temperaturas mínimas (°C) mensais para o período de 2081 – 2100 (cenário moderado ssp245) e (f) temperaturas mínimas (°C) mensais para o período de 2081 – 2100 (cenário pessimista ssp585). O período histórico considerado para as análises de anomalias foi de 1970 a 2000. Elaboração: Goudard (2025).

PRECIPITAÇÕES

Do ponto de vista da pluviosidade, os modelos indicaram maiores variações de cenários. Os meses de junho a dezembro não exibiram variações expressivas entre o período histórico (1970 a 2000) e os cenários futuros de pluviosidade de curto, médio e longo prazos. Em janeiro e fevereiro, os modelos apontaram para aumentos na pluviosidade, ainda que pouco expressivos. Em contrapartida, nos meses de março, abril e maio, verificaram-se variações entre os padrões pluviais esperados, de modo que alguns modelos indicaram aumentos pluviais na quadra chuvosa e outros destacaram prognósticos de diminuições. Tendo em vista a média dos modelos analisados, em Tatajuba verificaram-se aumentos de precipitação de janeiro a março e diminuições em maio. Os cenários são condizentes com aqueles expressos pelo IPCC (2021), os quais sugerem maiores variações das precipitações e de eventos extremos, com reflexos na ocorrência de inundações e secas mais frequentes e intensas.

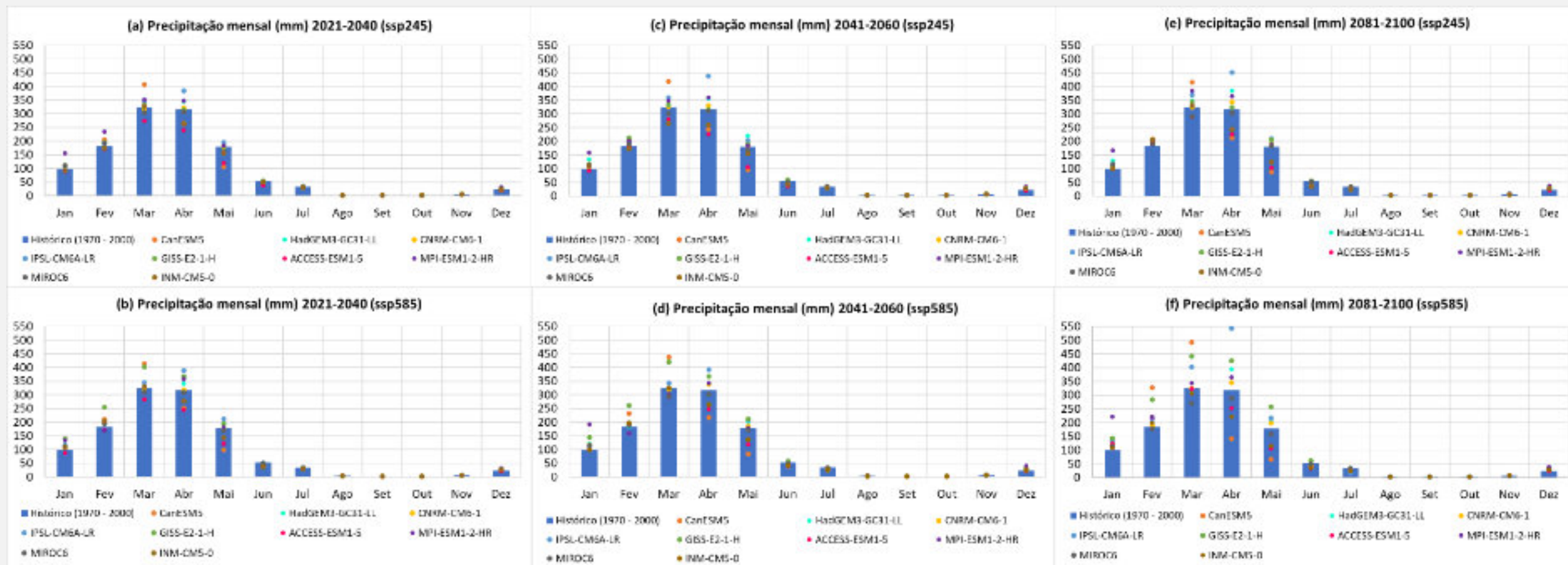


74

CURTO PRAZO (2021 – 2040)

MÉDIO PRAZO (2041 – 2060)

LONGO PRAZO (2081 – 2100)



LEGENDA: cenários futuros (a) pluviosidade (mm) mensal para o período de 2021 – 2040 (cenário moderado ssp245), (b) pluviosidade (mm) mensal para o período de 2021 – 2040 (cenário pessimista ssp585), (c) pluviosidade (mm) mensal para o período de 2041 – 2060 (cenário moderado ssp245), (d) pluviosidade (mm) mensal para o período de 2041 – 2060 (cenário pessimista ssp585), (e) pluviosidade (mm) mensal para o período de 2081 – 2100 (cenário moderado ssp245) e (f) pluviosidade (mm) mensal para o período de 2081 – 2100 (cenário pessimista ssp585). O período histórico considerado para as análises de anomalias foi de 1970 a 2000. Elaboração: Goudard (2025).

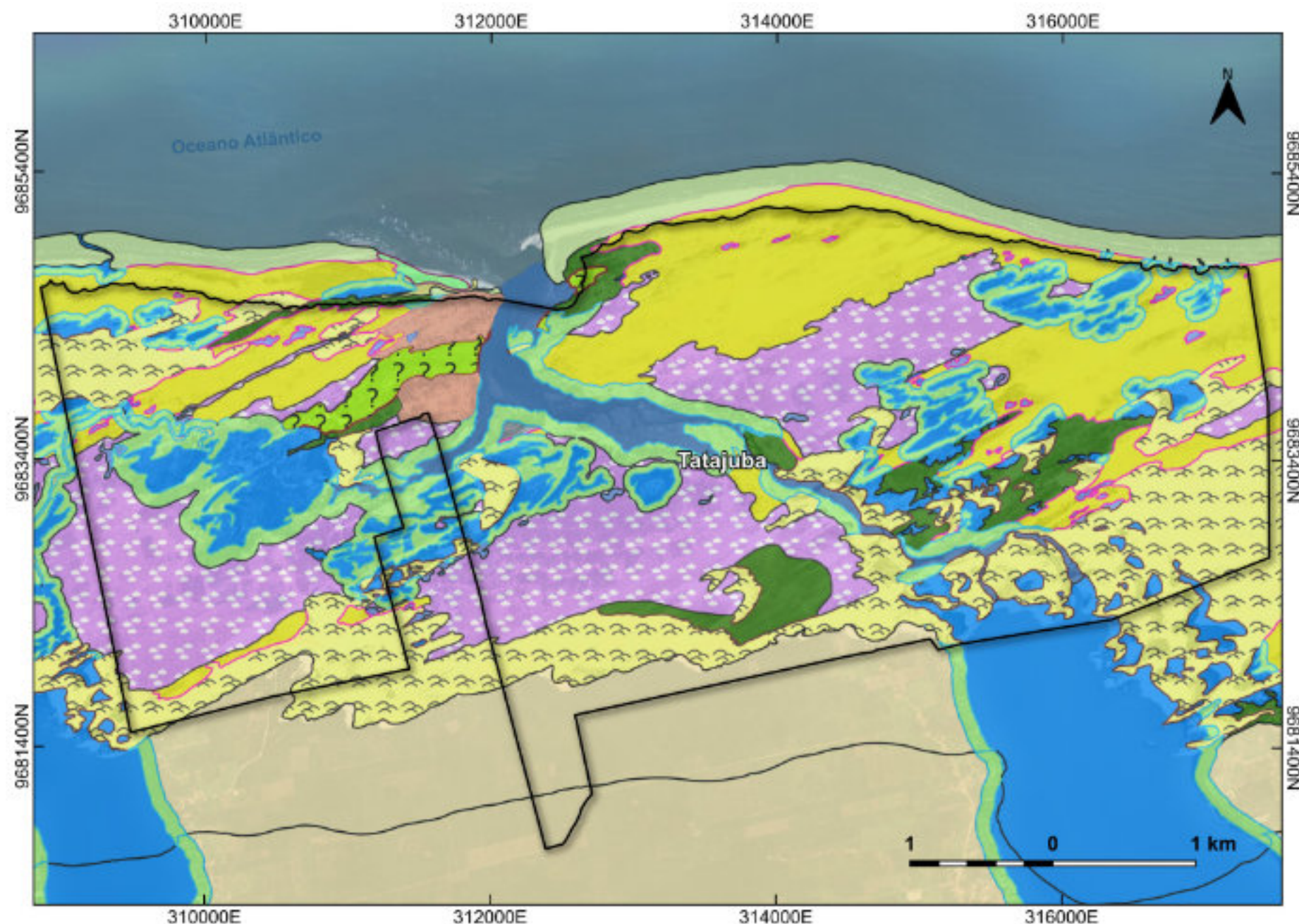


ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO

O ZEE é um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981) que atua na organização territorial. Deve estabelecer medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, dos sistemas hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento socioambiental e a melhoria das condições de vida da população, em consonância com as diretrizes do Zoneamento Ecológico-Econômico do Território Nacional, como mecanismo de apoio às ações de monitoramento, licenciamento, fiscalização e gestão.

A Política Estadual de Gerenciamento Costeiro – PEGC e o Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Costeira do Estado do Ceará – ZEEC, aprovada em 6 de julho de 2025, representam instrumentos de regulação territorial da zona costeira do Ceará (LEI Nº 19.294, de 06 de junho de 2025. (D.O.E., 09.06.25).





Legenda:

Poligonal de Tatajuba

Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Costeira do Ceará:

- Alagado
- Curso d'água
- Lagoa/Laguna
- Rio
- Subzona de Preservação Ambiental da Faixa Praial
- Subzona de Preservação Ambiental de Dunas fixas
- Subzona de Preservação Ambiental de Dunas móveis
- Subzona de Preservação Ambiental de Manguezais Degradados
- Subzona de Preservação Ambiental de Planícies Fluviais e Lacustres
- Subzona de Preservação Ambiental de Restingas e Ilhas Arenosas
- Subzona de Uso Restrito de Superfícies de Deflação Ativas
- Subzona de Uso Sustentável de Ocupação Urbana
- Subzona de Uso Sustentável de Superfícies de Deflação Estabilizadas
- Subzona de Uso Sustentável de Tabuleiros

Organização:



Cartograma de localização:



Fonte de dados:
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025)
Instituto do Desenvolvimento Agrário do Ceará (IDACE, 2025)
Google Earth Pro

Escala: 1:35.000

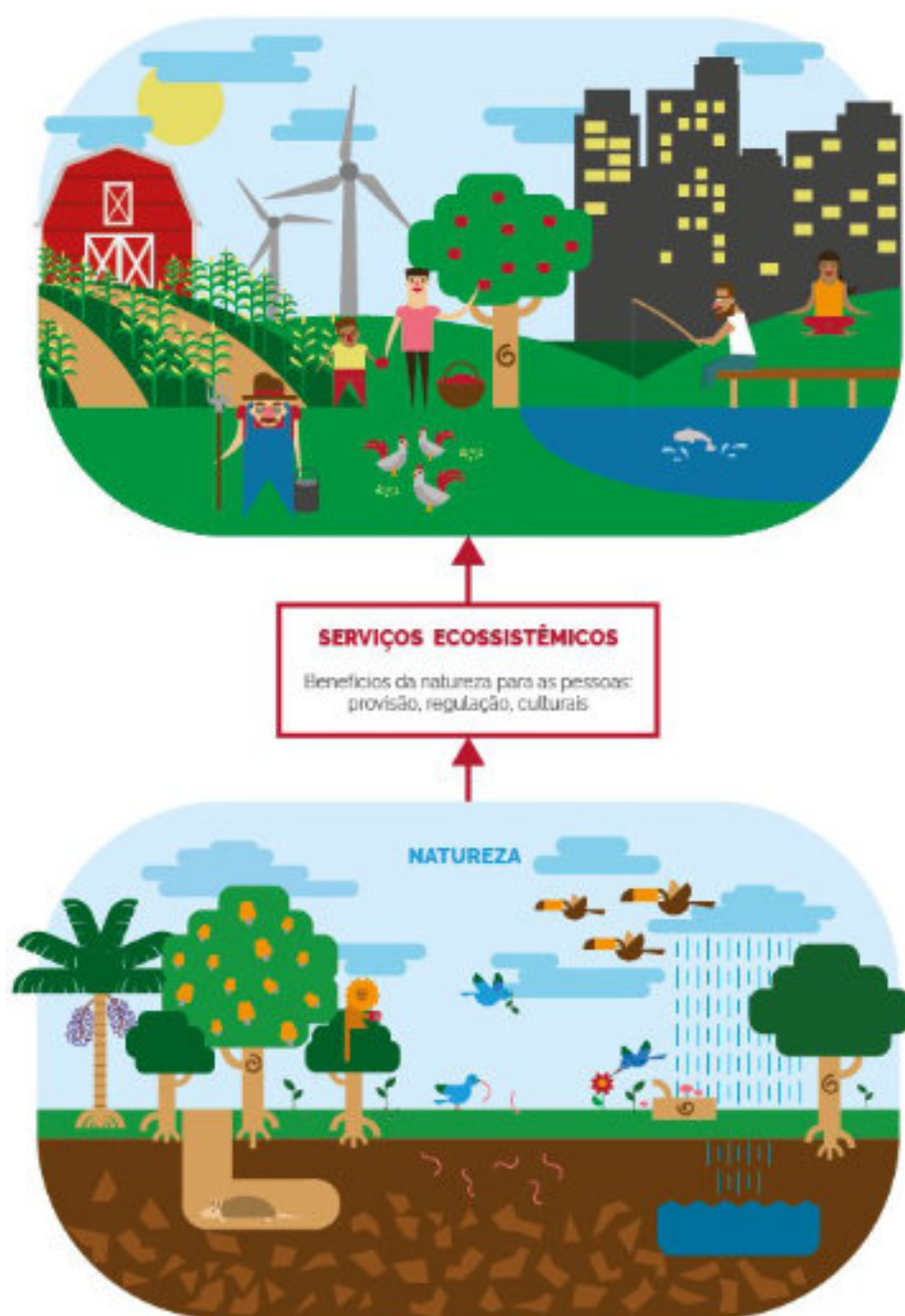
Sistema Geodésico de Referência: SIRGAS 2000 Zona 24 Sul
Projeção: Transversa de Mercator (UTM)

Elaboração:
Antônio Jeovah de Andrade Meireles
Antonio Ferreira Lima Júnior
Pedro Edson Face Moura



SERVIÇOS ECOLÓGICOS

Serviços Ecológicos ou Ecosistêmicos são benefícios fundamentais para a sociedade gerados pelos ecossistemas, em termos de manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais, refletindo diretamente na qualidade de vida das pessoas.



Fonte: Ministério do Meio Ambiente

REGULAÇÃO

São relacionados à manutenção da estabilidade dos processos ecossistêmicos, tais como a purificação do ar, a manutenção do equilíbrio do ciclo da água, entre outros.

HABITAT

São os serviços que mantêm a vida na Terra, tais como a decomposição de resíduos, a fertilidade do solo, a polinização, o controle de pragas e doenças, entre outros.

PROVISÃO

São os que fornecem bens ou produtos ambientais utilizados pelo ser humano para consumo ou comercialização, tais como água, alimentos, madeira, entre outros.

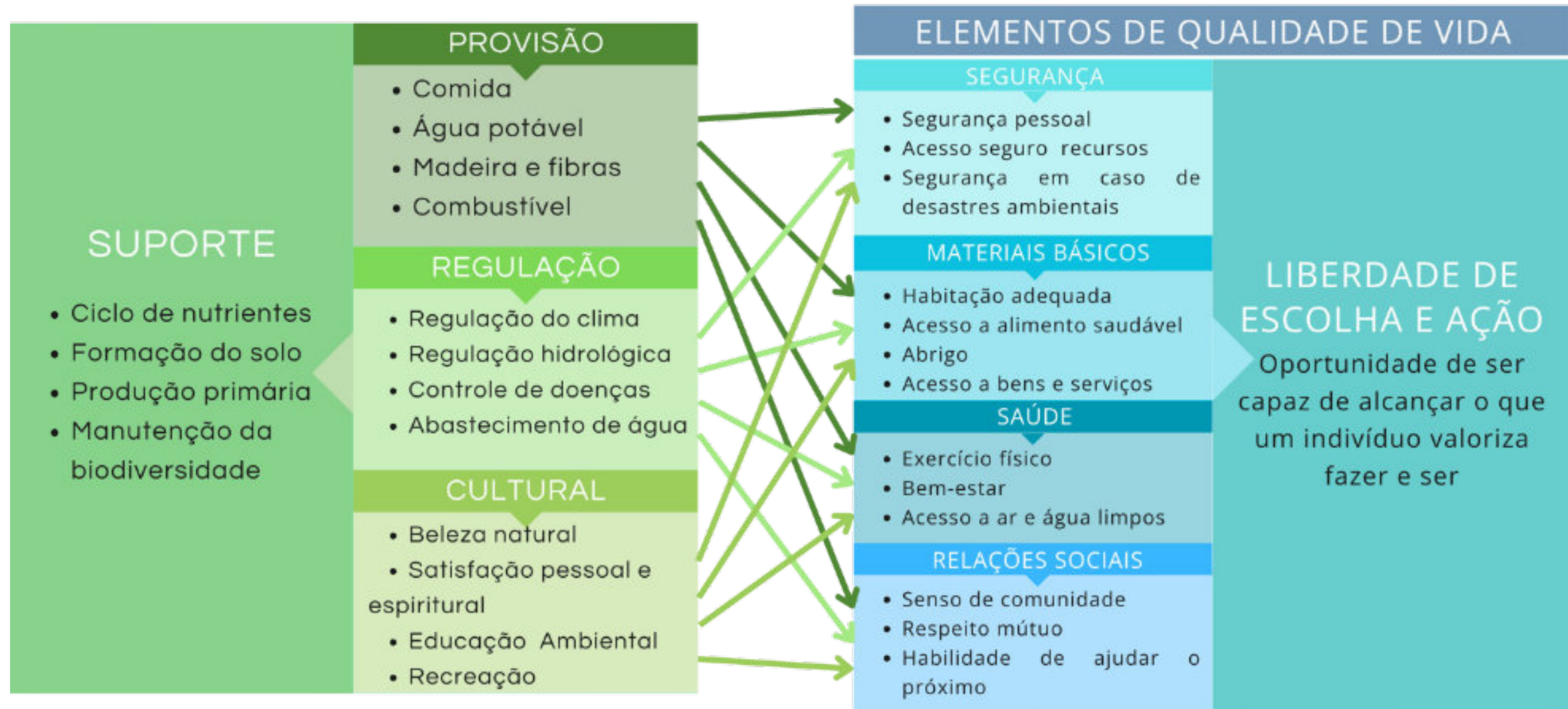
CULTURAL

São os que constituem benefícios não materiais providos pelos ecossistemas, por meio da recreação, do turismo, da identidade cultural, entre outros.

PRODUTOS SOCIOAMBIENTAIS

É o que se consegue extrair da natureza para consumo direto ou indireto, daí a pergunta se volta aos produtos e onde eles são extraídos.

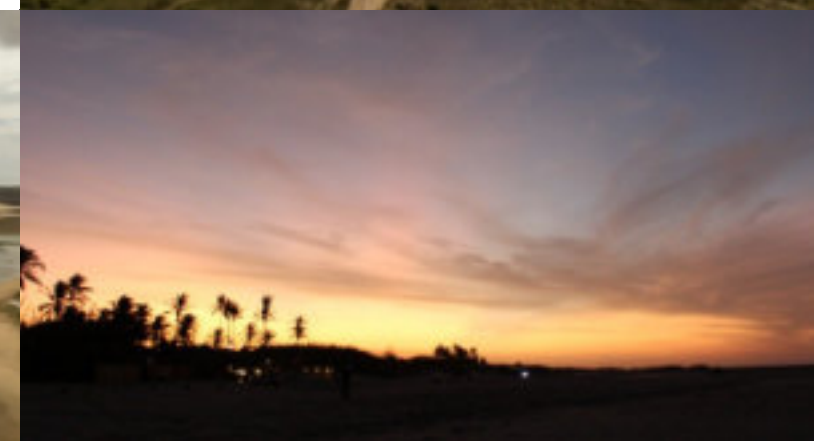
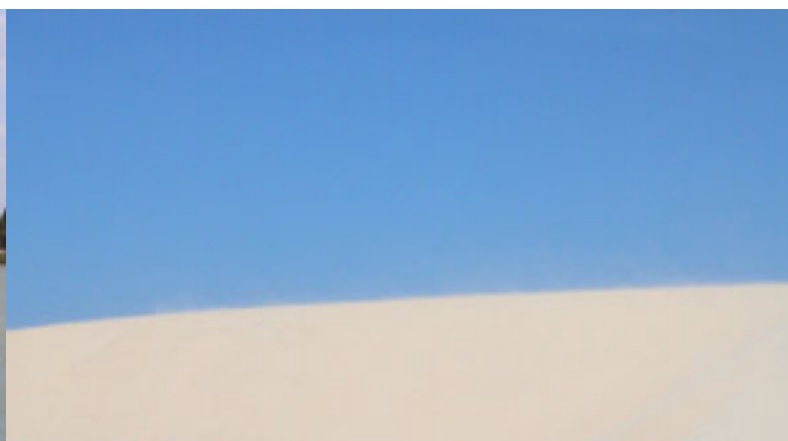
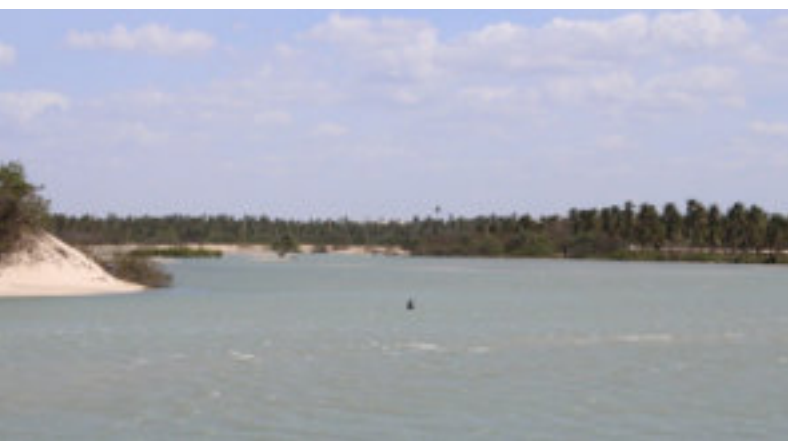
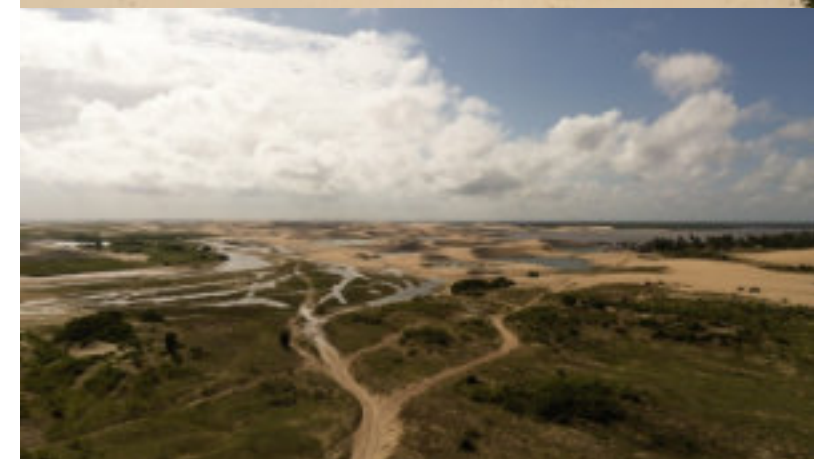
QUAL A RELAÇÃO ENTRE OS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS E A QUALIDADE DE VIDA DAS PESSOAS?



Fonte: Adaptado de Millennium Ecosystem Assessment, 2005.

OS ECOSSISTEMAS DA TATAJUBA

PRAIA
MAR
CANAIS DE MARÉ
DUNAS MÓVEIS
DUNAS FIXAS
LAGOAS
LAGOAS INTERDUNARES
MANGUEZAL
SÍTIOS
ROÇADOS
CÓRREGOS
TABULEIRO



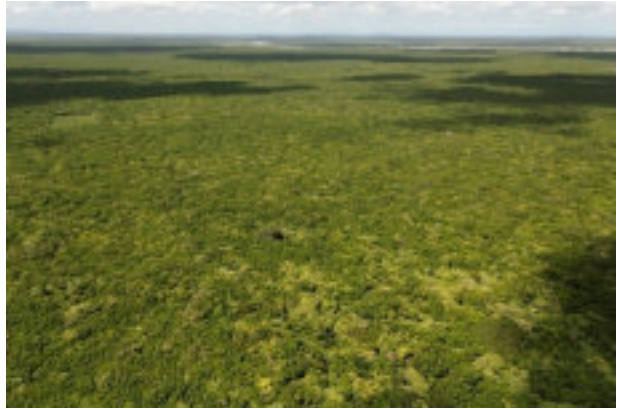
Sistemas Socioambientais observados em Tatajuba



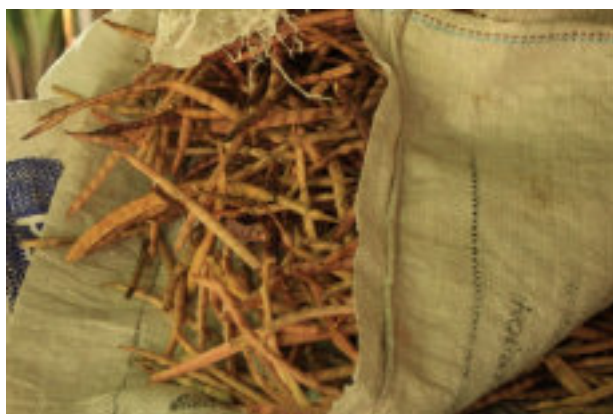
Sistemas	Observações e Relatos
Mar	Locais de pesca artesanal, abastecimento das famílias, recreação, turismo e regatas.
Praia	Área de turismo e contemplação; utilizada em passeios e lazer, barracas de praia e contemplação
Canais de Maré	Associados a processos das variações das marés, da biodiversidade e pesca.
Dunas (fixas e móveis)	Espaços contemplativos e lazer, são alvo de invasões com a especulação imobiliária e a degradação em razão do trânsito de veículos.
Lagoas (inclusive nas dunas)	Locais de pesca artesanal, abastecimento e lazer. Associados à especulação imobiliária e de veículos.
Manguezal	Associado a regulação hídrica e retenção de nutrientes. Fundamental para a soberania alimentar. É alvo de desmatamentos e ocupações irregulares.
Rios, riachos e córregos	Abastecimento hídrico e regulação de ciclos. Pesca, lazer, ecoturismo e educação ambiental
Sítios e Roçados	Produção alimentar (feijão, mandioca, milho, jerimum) — associados a quintais produtivos, vazantes e roçados nas áreas úmidas.
Tabuleiro	Espaço produtivo; lazer, plantas medicinais, fauna e flora exuberantes. São setores ameaçados pelo desmatamento.



Serviços Ecossistêmicos Identificados



Categoria	Exemplos em Tatajuba	Sistemas Relacionados
Regulação	Regulação climática, controle de salinidade, fertilização de solo, proteção contra erosão.	Manguezais, dunas, vegetação do tabuleiro. Por vezes, quase todos os sistemas foram relacionados a regulação do clima.
Habitat	Refúgio para aves, fauna marinha, reprodução de peixes e caranguejos.	Manguezais, lagoas, dunas, rios.
Provisão	Alimentos (peixes, crustáceos, vegetais), água, lenha, medicinais.	Mar, lagoas, sítios, roçados, mangue.
Culturais	Turismo comunitário, lazer, pesca artesanal, espiritualidade.	Dunas, praia, mar, lagoas, canal, tabuleiro.
Produtos Socioambientais	Artesanato, quintais produtivos, roçados, produção de alimentos.	Sítios, quintais, casa de farinha, fábrica de gelo e pequenos comércios.



Impactos identificados em Tatajuba

Descarte indevido de Resíduos Sólidos

Componente Ambiental	Impactos do Descarte de Resíduos	Consequências Ambientais
Recursos Hídricos	Resíduos levados pelas marés e chuvas aos oceanos, rios e lagoas costeiras	Poluição da água, contaminação por microplásticos e toxinas, ameaça à vida aquática
Vegetação (Restingas, Dunas, Manguezais)	Acúmulo de lixo sufoca raízes e impede crescimento	Degradação de habitats naturais, erosão costeira, perda de espécies nativas
Animais Marinhos e Terrestres	Ingestão de plásticos e enredamento em resíduos	Asfixia, intoxicação, morte de animais, desequilíbrio ecológico
Qualidade do Solo	Acúmulo de lixo interfere na permeabilidade e na composição do solo	Redução da fertilidade, aumento da impermeabilização e risco de contaminação
Paisagem e Turismo	Poluição visual e degradação do ambiente natural	Redução do valor turístico, perda de atrativos naturais, queda na economia local
Saúde Pública	Presença de resíduos orgânicos, plásticos e metais pesados	Proliferação de vetores de doenças, risco de contaminação por contato ou ingestão
Infraestrutura Urbana e Drenagem	Resíduos entopem sistemas de escoamento e canais naturais	Aumento de alagamentos e prejuízos em eventos extremos (chuvas, marés altas)
Clima e Resiliência Costeira	Comprometimento dos ecossistemas que atuam como barreiras naturais	Redução da capacidade de mitigação dos impactos climáticos e elevação do nível do mar



Impactos identificados em Tatajuba

Especulação Imobiliária

URBANIZAÇÃO DESORDENADA

Ocupação intensa e muitas vezes irregular de áreas costeiras sensíveis, como dunas, manguezais, lagoas costeiras e interdunares e manguezais.

DESTRUIÇÃO AMBIENTAL

Supressão de vegetação nativa, degradação de ecossistemas, aumento da erosão na praia e nos canais de maré e riachos e risco de alagamentos com o agravamento dos extremos climáticos.

IMPACTOS SOCIAIS E CULTURAIS

Perda de identidade local e aumento da desigualdade social. Conflitos sobre a posse da terra e vendas clandestinas de terrenos.

TURISMO ELITIZADO E EXCLUDENTE

Valorização de áreas para empreendimentos de luxo, restringindo o acesso público às praias. Construções irregulares.

DÉFICE DE PLANEJAMENTO E FISCALIZAÇÃO

Falta de políticas públicas eficazes, permitindo ocupações irregulares e pressão sobre os sistemas naturais.



Impactos Ambientais e Sociais Apontados

Tipo	Impactos	Causa Relacionada
Ambientais	Salinização da água dos poços, diminuição de peixes (cavala), diminuição de garças, erosão no canal estuarino e da faixa de praia, resíduos sólidos, contaminação dos aquíferos com a falta de saneamento.	Pesca predatória, avanço das dunas, desmatamento de mangue, subida do nível do mar, ocupações irregulares, falta de saneamento ambiental.
Sociais	Perda de modos de vida tradicionais, dificuldade de acesso à água potável, alterações humanas e empobrecimento da paisagem	Mudança climática local, turismo desordenado, falta de políticas públicas, saneamento integral.

RECOMENDAÇÕES

1. Fortalecer ações de Educação Ambiental para valorização dos saberes tradicionais;
2. Monitorar a pesca predatória e demandar por opções sustentáveis;
3. Implantar programas de turismo de base comunitária com foco na preservação ecológica e ampla participação comunitária;
4. Investir em tecnologias sociais de abastecimento de água e saneamento dada a salinização dos poços; e energia solar, áreas protegidas da especulação imobiliária para a produção familiar com os quintais produtivos e agroecologia.
5. Políticas formuladas com a participação popular para a proteção aos ecossistemas frágeis, como as dunas móveis, as lagoas e manguezais.



ZONEAMENTO SOCIOAMBIENTAL DE TATAJUBA

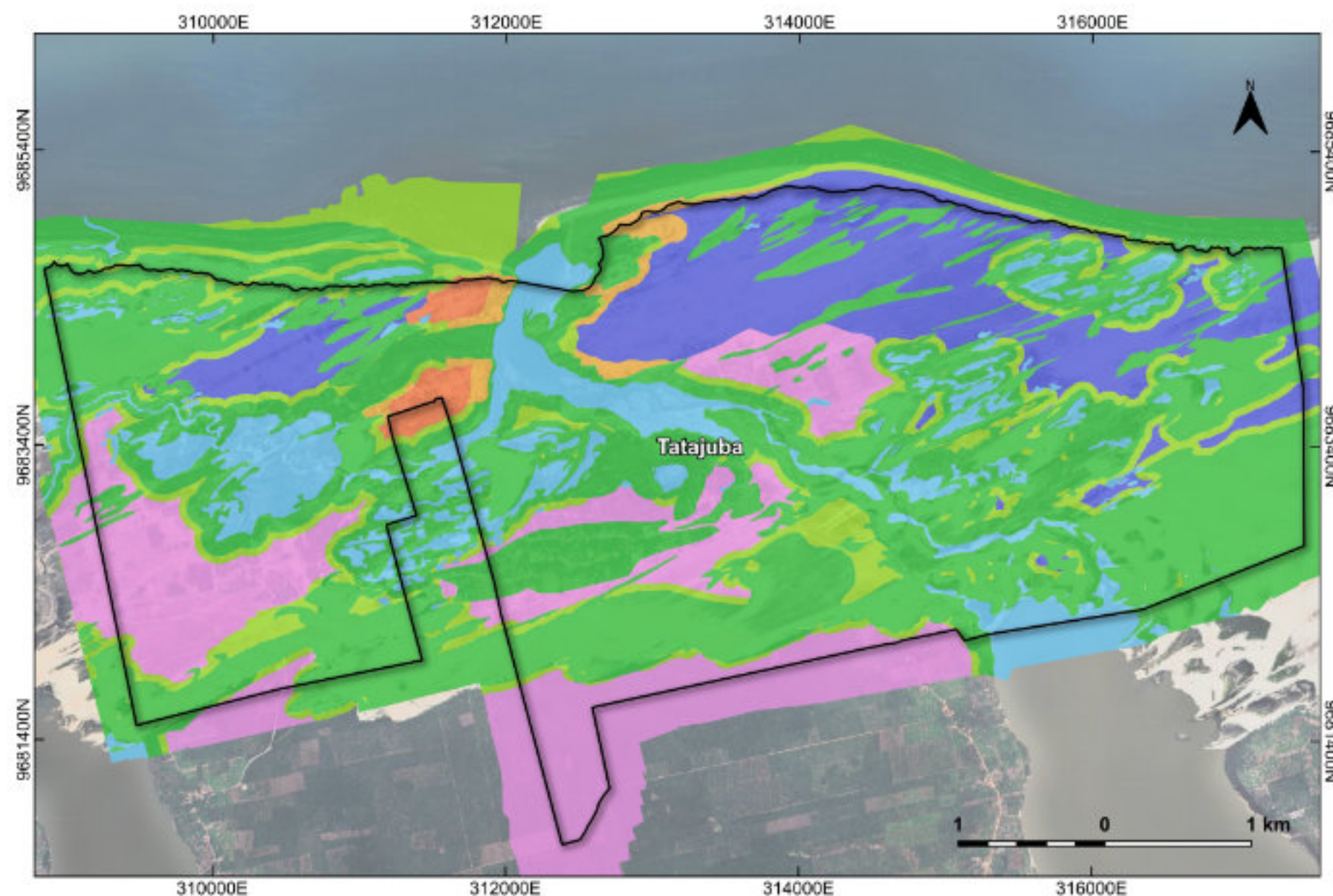
O Zoneamento Sociambiental constitui um importante instrumento de organização do território da Planície Costeira da Tatajuba, orientado para conciliar a conservação ambiental, os usos tradicionais, as atividades econômicas e desenvolvimento socioambiental. Essa abordagem busca reconhecer e valorizar os variados espaços e funções ecológicas, sociais e produtivas, com as diretrizes que auxiliem na gestão dos sistemas naturais e na proteção dos ecossistemas sensíveis.

Resultou da integração das diversas informações — dados climáticos, mapeamentos geoambientais, drenagem superficial e aquíferos, análises da cobertura vegetal, dos dados de campo e as interpretações das imagens de satélite. Foram identificadas áreas com características ambientais semelhantes e individualizadas as zonas que exigem maior atenção em decorrência da sua fragilidades ecológica, geoambiental, dos sistemas hidrológicos e dos setores de produção de alimentos, a importância para a biodiversidade e a relevância para as atividades tradicionais, comunitárias e as do turismo local.

88

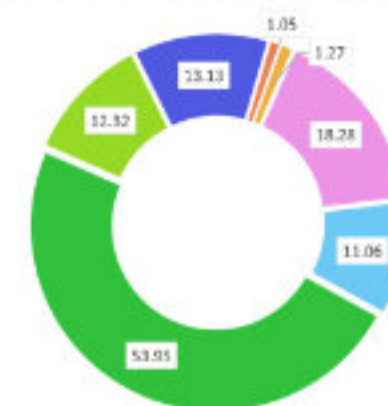
Mais do que delimitar espaços, o zoneamento socioambiental intenta apoiar decisões coletivas sobre o uso e manejo sustentável do território, servindo como meio para orientar políticas públicas, projetos comunitários e as iniciativas locais de preservação. Com efeito, contribui para fortalecer a governança territorial, garantindo que as futuras intervenções respeitem as especificidades ambientais, sociais e culturais que tornam Tatajuba um território singular.





- Legenda:**
- ▣ Poligonal da RDS de Tatajuba
 - Zoneamento Socioambiental:**
 - Massas d'água e alagados
 - Zona Intangível
 - Zona Primitiva
 - Zona de Uso Sustentável
 - Zona de Ocupação Diferenciada
 - Zona de Recarga e Berçário de Dunas
 - Zona de Interesse Agroecológico

Porcentagem da área total da RDS:



Classe	Área (m²)
Massas d'água	3091129.9
Zona Intangível	15071442
Zona Primitiva	3441452.1
Zona de Recarga e Berçário de Dunas	3667392.3
Zona de Uso Sustentável	294000.13
Zona de Ocupação Diferenciada	354918.91
Zona de Interesse Agroecológico	5108135.7

Organização:



Cartograma de localização:



Fonte de dados:
 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025)
 Instituto do Desenvolvimento Agrário do Ceará (IDACE, 2025)
 Google Earth Pro

Escala: 1:33.000

Sistema Geodésico de Referência: SIRGAS 2000 Zona 24 Sul
 Projeção: Transversa de Mercator (UTM)

Elaboração:
 Antônio Jeovah de Andrade Meireles
 Antonio Ferreira Lima Júnior
 Pedro Edson Face Moura

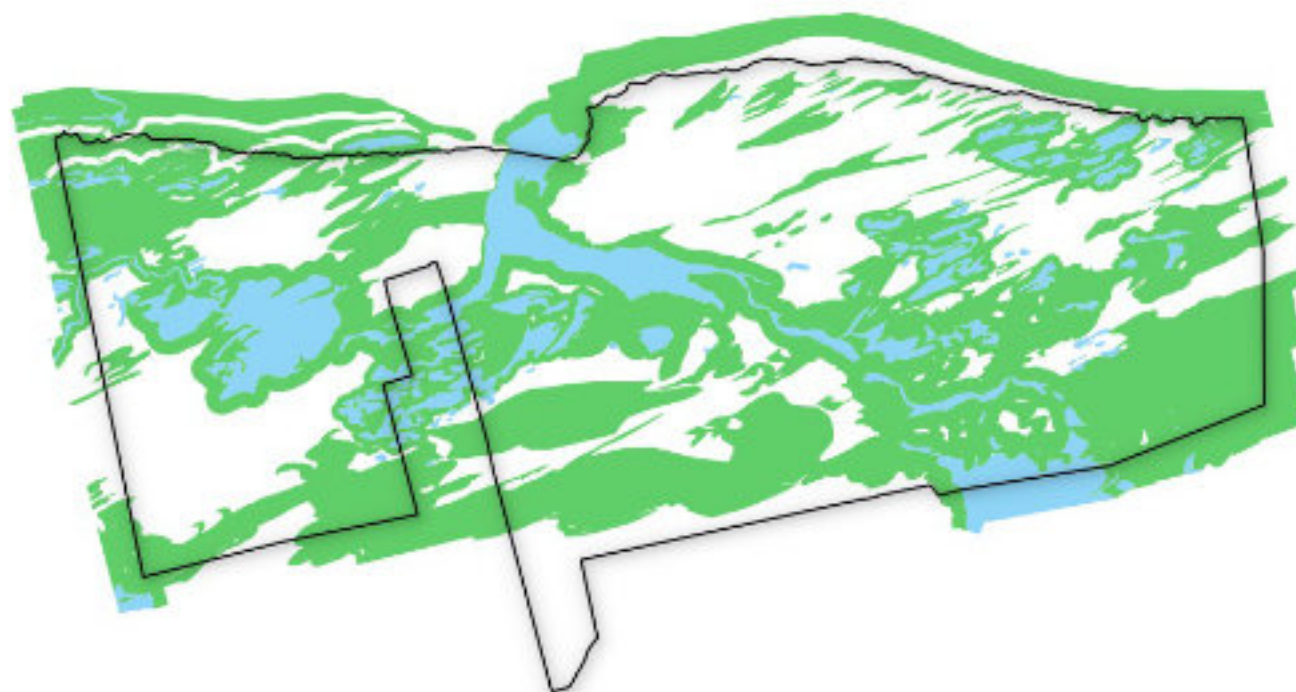
ZONA INTANGÍVEL

A **Zona Intangível** abrange ambientes frágeis e Áreas de Preservação Permanente (APP), legalmente protegidas, cuja gestão deve priorizar a integridade ecológica e a conservação dos sistemas naturais.

As diretrizes para essa zona incluem:

- Preservar as funções ecológicas essenciais dos ecossistemas, assegurando a manutenção dos serviços ambientais como proteção de nascentes, controles da erosão da faixa de praia, solos e da salinização dos aquíferos costeiros e regulação microclimática.
- Proteger de maneira efetiva os geossistemas, ecossistemas e a biodiversidade, evitando intervenções que possam comprometer sua integridade e a continuidade da evolução integrada da planície costeira.
- Promover o reflorestamento e a substituição da vegetação invasora — especialmente as que demarcam os terrenos vinculados à especulação imobiliária — por plantas nativas e a recuperação ambiental dos bosques de manguezais e da mata de restinga que foram objeto de descaracterização, visando a restaurar corredores ecológicos, a produtividade dos ecossistemas e fortalecer a resiliência da paisagem. Além de potencializar o ecoturismo, turismo de observação de aves e a produção de nutrientes para a diversificada fauna e flora.
- Os sítios arqueológicos mapeados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan) deverão ser preservados e amplamente relacionados com as atividades de educação ambiental e patrimonial, envolvendo as escolas, as demais associações comunitárias e as atividades de ecoturismo.
- Elaborar e implementar planos de ação preventiva, com foco em mitigar e adaptar os efeitos dos extremos climáticos, antecipando riscos e fortalecendo estratégias de adaptação comunitária.

Essas diretrizes visam a garantir que a Zona Intangível cumpra sua função primordial de proteger os ecossistemas mais sensíveis e estratégicos da Planície Costeira de Tatajuba, assegurando a sustentabilidade ambiental para as gerações presentes e futuras.



ZONA PRIMITIVA

A **Zona Primitiva** compreende a faixa de transição que envolve a Zona Intangível, funcionando como uma área de amortecimento destinada a reduzir pressões externas e proteger os ecossistemas mais sensíveis. Seu papel é equilibrar a conservação ambiental com usos restritos e compatíveis, garantindo a manutenção das funções ecológicas e a proteção gradual das áreas centrais de maior fragilidade.

As diretrizes para esta zona incluem:

- Controlar e orientar os usos e intervenções de modo a evitar impactos que comprometam a integridade da Zona Intangível, permitindo apenas atividades de baixo impacto ambiental, como pesquisa científica, monitoramento ambiental, educação ambiental, ecoturismo e visitação controlada.
- Fortalecer a conectividade ecológica entre distintos ecossistemas, criando corredores naturais que favoreçam o fluxo gênico e a conservação da biodiversidade local.
- Realizar ações de recuperação ambiental nas áreas degradadas localizadas na zona de amortecimento, com ênfase em reflorestamentos e manejo sustentável da vegetação nativa e controle de espécies invasoras.
- Integrar estratégias de adaptação às mudanças climáticas, com medidas que reforcem a resiliência da paisagem, reduzam riscos ambientais e minimizem vulnerabilidades, especialmente no que é atinente à erosão costeira, salinização do aquífero doce e ao incremento no avanço das dunas com os ventos cada vez mais fortes.

Por seu caráter estratégico, a Zona Primitiva deve ser planejada como um espaço de proteção ativa, onde o equilíbrio entre conservação e uso sustentável contribua para a preservação do patrimônio natural da Planície Costeira de Tatajuba.



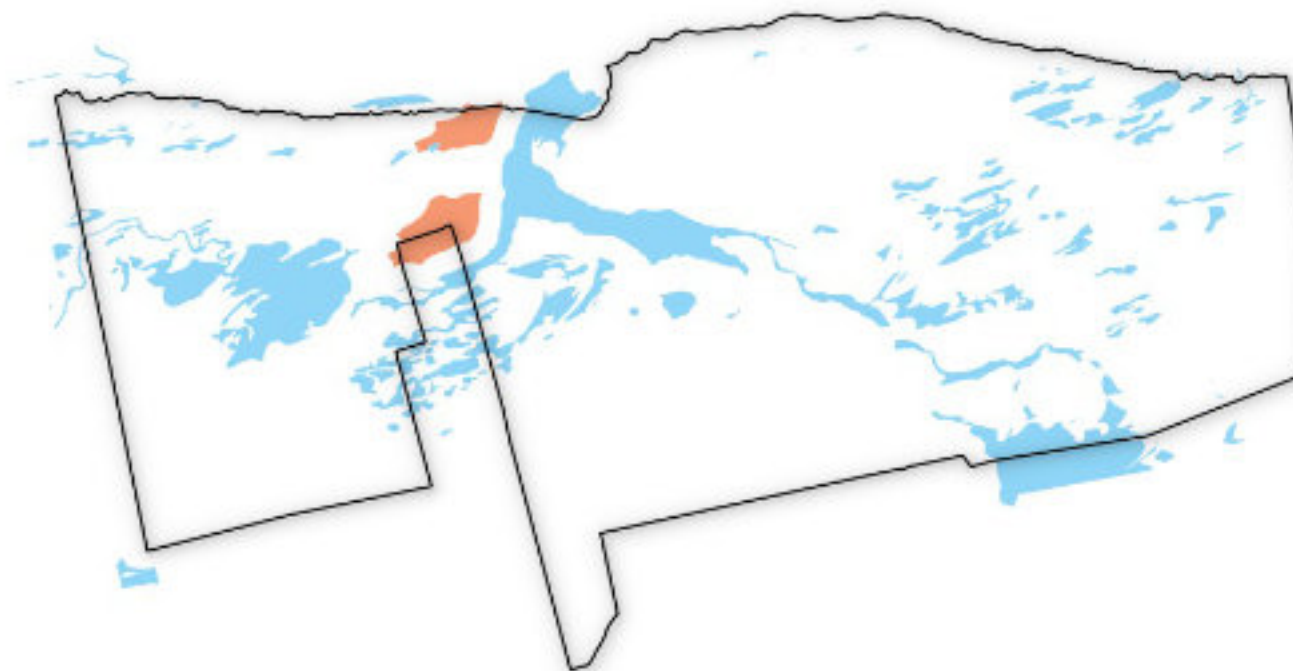
ZONA DE USO SUSTENTÁVEL

A **Zona de Uso Sustentável** abrange os setores urbanizados e áreas destinadas à consolidação urbana. Essa zona é planejada para concentrar atividades residenciais, comerciais, de serviços e de lazer, garantindo condições adequadas de infraestrutura, segurança e sustentabilidade.

As diretrizes para essa zona são:

- Direcionar o crescimento urbano para os territórios previamente definidos como adequados à expansão, evitando a ocupação de áreas ambientalmente frágeis, APPs, zonas sujeitas a inundações, soterramentos pelas dunas móveis, erosão da faixa de praia, dinâmica morfológica dos canais de marés e outros riscos naturais.
- Implantar e ampliar equipamentos públicos e infraestrutura urbana com base em princípios de sustentabilidade, priorizando soluções baseadas na natureza, como drenagem urbana sustentável, calçadas verdes, áreas de lazer arborizadas e sistemas de aproveitamento de águas pluviais e residuais.
- Concentrar novas ocupações em áreas mais estáveis, distantes de áreas suscetíveis a riscos ambientais e setores com histórico de alagamentos e enchentes associadas a eventos extremos de precipitação e soterramento das áreas urbanizadas pelas dunas, garantindo maior segurança para a população.
- Incentivar projetos urbanísticos que valorizem a identidade cultural e paisagística local, preservando elementos naturais significativos e integrando-os aos espaços públicos urbanos.
- Fomentar o uso de técnicas construtivas e materiais adequados ao clima costeiro e que concorram para reduzir ilhas de calor e ampliar o conforto térmico das edificações.
- Estabelecer normas de ocupação e uso do solo que promovam densidades equilibradas, preservem áreas verdes urbanas e ampliem os espaços de convivência comunitária, assegurando qualidade de vida aos moradores.
- As vias e demais equipamentos de mobilidade e acessibilidade capazes de ordenar os acessos, evitando o incremento de erosão, especialmente nos setores associados às marés e a faixa de praia.
- Os resíduos sólidos deverão ser coletados e transportados para aterros municipais, com coletas sistemáticas e a seleção dos materiais recicláveis. Ações derivadas da participação popular, das escolas, moradores e turistas. A retirada dos pontos de resíduos deverá ser efetivada para imprimir a qualidade dos ecossistemas.

Estas diretrizes tencionam orientar o desenvolvimento urbano de forma ordenada, segura e sustentável, garantindo que a expansão da Zona de Uso Intensivo ocorra em harmonia com as características ambientais e culturais que definem a singularidade do território de Tatajuba.



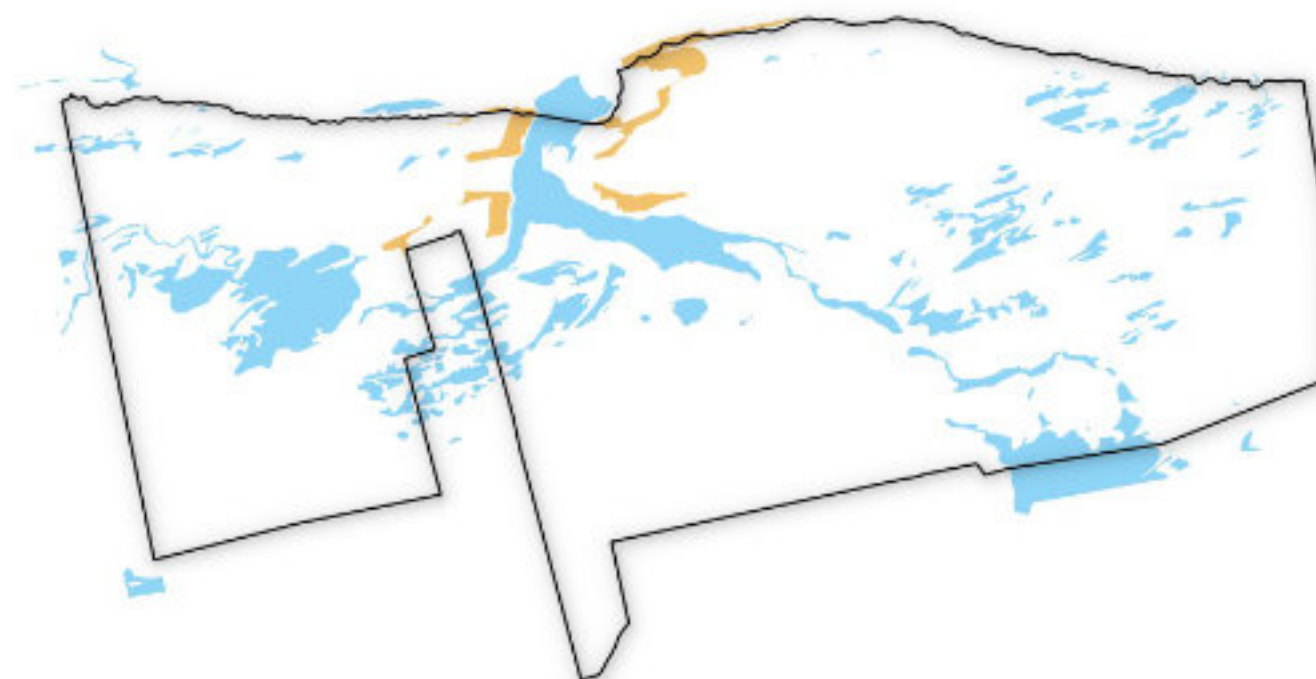
ZONA DE OCUPAÇÃO DIFERENCIADA

A **Zona de Ocupação Diferenciada** corresponde a setores que denotam ocupação humana consolidada, mas que estão inseridos em ambientes considerados mais frágeis do ponto de vista ambiental. Essa zona exige cuidados especiais para compatibilizar a presença humana com a conservação dos ecossistemas e a redução de riscos.

As diretrizes para essa zona são:

- Regularizar, ordenar e monitorar as ocupações, procurando adequá-las a critérios técnicos de segurança, de um território de reforma agrária, de uma unidade de conservação do topo RDS, sustentabilidade ambiental e respeito às características naturais locais.
- Limitar novas ocupações e ampliações, autorizando apenas intervenções de baixo impacto que não agravem a erosão, a movimentação das dunas, assoreamento e riscos de contaminação das águas superficiais e subterrâneas.
- Adotar medidas de adaptação ambiental como reflorestamento com espécies nativas, implantação de barreiras vivas contra erosão no canal principal, drenagem sustentável e manutenção da vegetação fixadora de solos e dunas.
- Incentivar a requalificação urbana e paisagística das áreas já ocupadas, substituindo práticas e materiais construtivos inadequados por soluções mais resilientes e adaptadas às condições do território e do clima futuro.
- Promover programas de educação ambiental e patrimonial, capacitação comunitária e fortalecer as manifestações culturais, ecoturismo e agricultura familiar, consolidando a sabedoria comunitária e as informações técnicas sobre os riscos coletivos associados à ocupação de áreas frágeis e a importância da preservação dos ecossistemas.

Essas diretrizes têm o propósito de garantir que a ocupação humana na Zona de Ocupação Diferenciada ocorra de forma responsável, minimizando impactos e riscos, e contribuindo para a proteção e valorização dos ambientes frágeis que integram a paisagem única da Planície Costeira de Tatajuba.



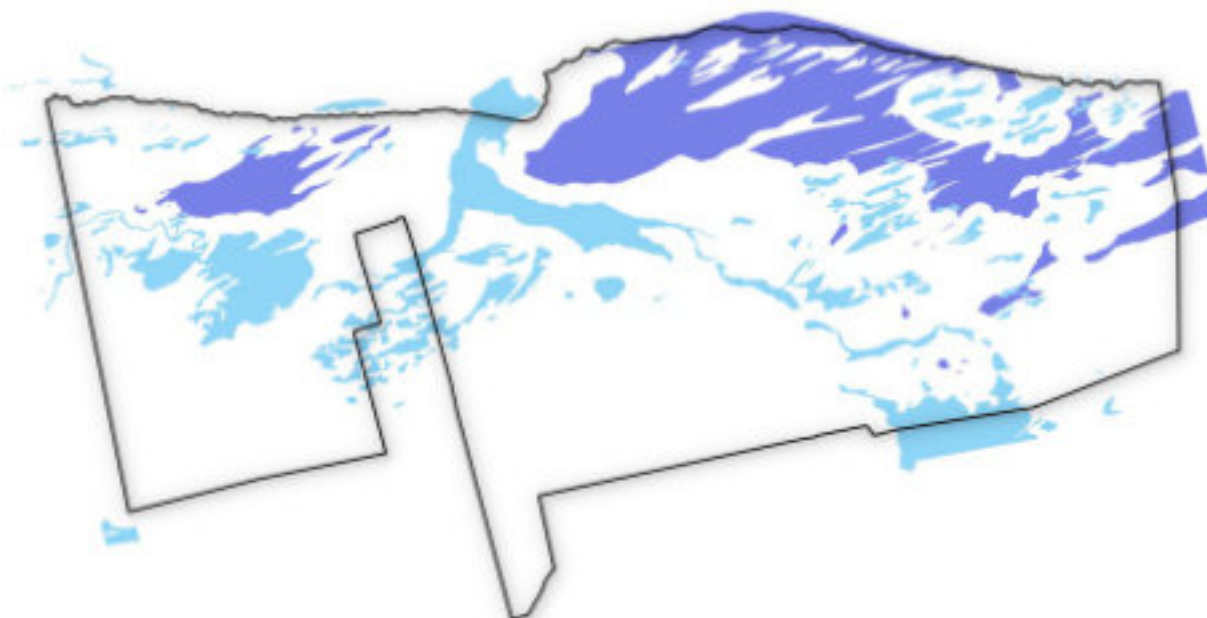
ZONA DE RECARGA E BERÇÁRIO DE DUNAS

A **Zona de Recarga** compreende os ambientes estratégicos para a manutenção e incremento da recarga do aquífero que abastece o Município, sendo essencial para garantir a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos subterrâneos ao longo do tempo e, especialmente, disponibilizar setores para a continuidade da recarga dos aquíferos.

As diretrizes para esta zona têm como foco equilibrar conservação, uso sustentável e gestão integrada da água, e são as seguintes:

- Proteger de maneira permanente os ambientes naturais de recarga, como áreas de dunas, planícies aluviais, restingas, zonas úmidas e demais depósitos geológicos que favorecem a infiltração das águas pluviais.
- Disciplinar a ocupação e o uso do solo, definindo regras claras para construções, loteamentos e atividades produtivas, priorizando práticas que mantenham a permeabilidade do solo e evitem a compactação e impermeabilização excessivas.
- Implantar corredores ecológicos e mosaicos de vegetação nativa, de modo a ampliar a capacidade de infiltração das águas e fortalecer os serviços ecossistêmicos associados à recarga dos aquíferos e que impedem a salinização em áreas com a erosão da faixa de praia consolidada.
- Adotar medidas de prevenção à superexploração do aquífero, como controle da quantidade de captações, definição de vazões máximas e estímulo a práticas de uso racional da água.
- Recuperar a dinâmica hídrica de setores alterados, removendo bloqueios artificiais que prejudiquem os fluxos fluviais, lacustres e estuarinos, favorecendo a recarga natural, a melhoria da qualidade da água e o equilíbrio entre variegados usos do território.
- Orientar o trânsito de veículos para evitar a compactação e a poluição do solo.

Essas diretrizes reforçam a importância da Zona de Recarga como espaço prioritário para a conservação dos aquíferos, assegurando sustentabilidade hídrica para as populações locais e para os ecossistemas que dependem diretamente das águas subterrâneas.



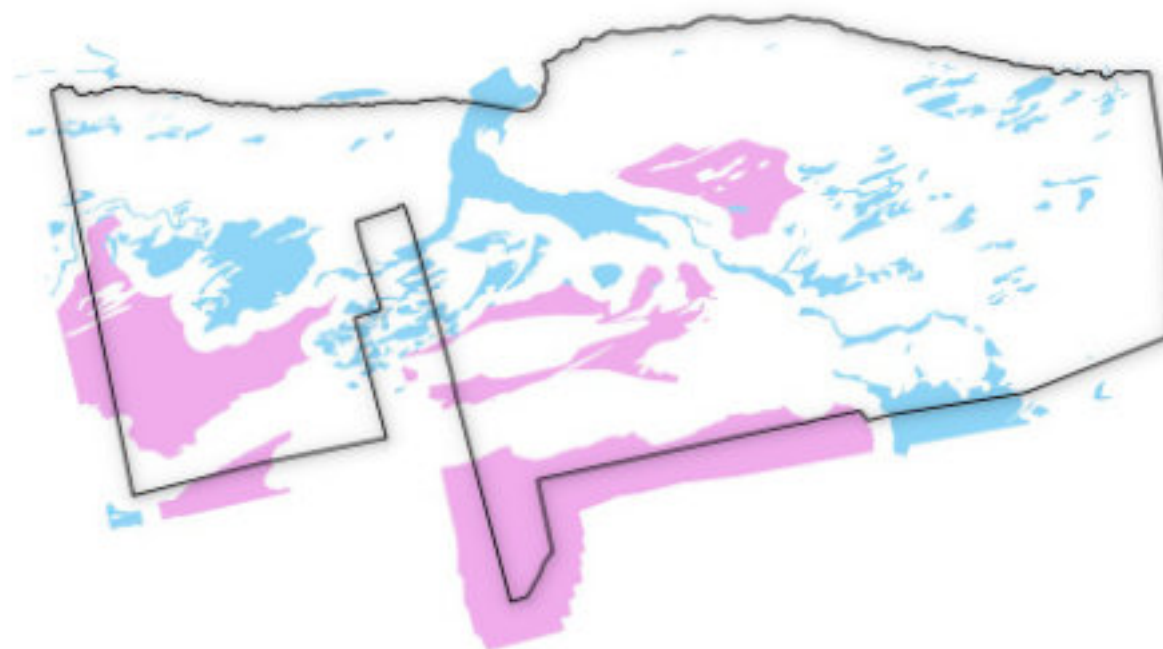
ZONA DE INTERESSE AGROECOLÓGICO

As **Zonas de Interesse Agroecológico** englobam áreas de vegetação mais densa, que desempenham funções ecológicas relevantes. Nessas zonas, as atividades humanas devem ocorrer de maneira cuidadosa e integrada ao ambiente, priorizando a produção de alimentos e outros usos de baixo impacto que evitem a supressão da vegetação e o uso de agrotóxicos.

As diretrizes para essas zonas são:

- Compatibilizar a produção agroecológica e extrativista com a conservação da cobertura vegetal, incentivando práticas tradicionais de baixo impacto, agroflorestas e manejo sustentável dos sistemas naturais.
- Evitar a supressão vegetal significativa, restringindo desmatamentos e desbastes a casos estritamente necessários, sempre condicionados a planos de manejo que considerem a capacidade de regeneração natural.
- Manter e recuperar corredores ecológicos e mosaicos de vegetação nativa que conectem essas áreas a outras zonas ambientalmente relevantes, favorecendo a biodiversidade e o equilíbrio dos ecossistemas.
- Promover programas de educação ambiental, patrimonial e capacitação técnica, fortalecendo o conhecimento local sobre manejo sustentável, conservação da biodiversidade e recuperação de áreas degradadas.
- Monitorar o estado da vegetação, a fim de avaliar a efetividade das ações de manejo, detectar riscos de degradação e orientar ajustes nas práticas produtivas.
- Realizar atividades de educação ambiental com ênfase na agricultura familiar para viabilizar a inclusão social e demonstrar a diversidade da produção de alimentos agroecológicos e dos quintais produtivos.

Estas diretrizes têm por finalidade garantir que as Zonas de Uso Espacial funcionem como áreas produtivas sustentáveis, conciliando a manutenção da vegetação densa com atividades econômicas de baixo impacto, essenciais para o equilíbrio ambiental e a valorização dos saberes tradicionais da comunidade de Tatajuba.





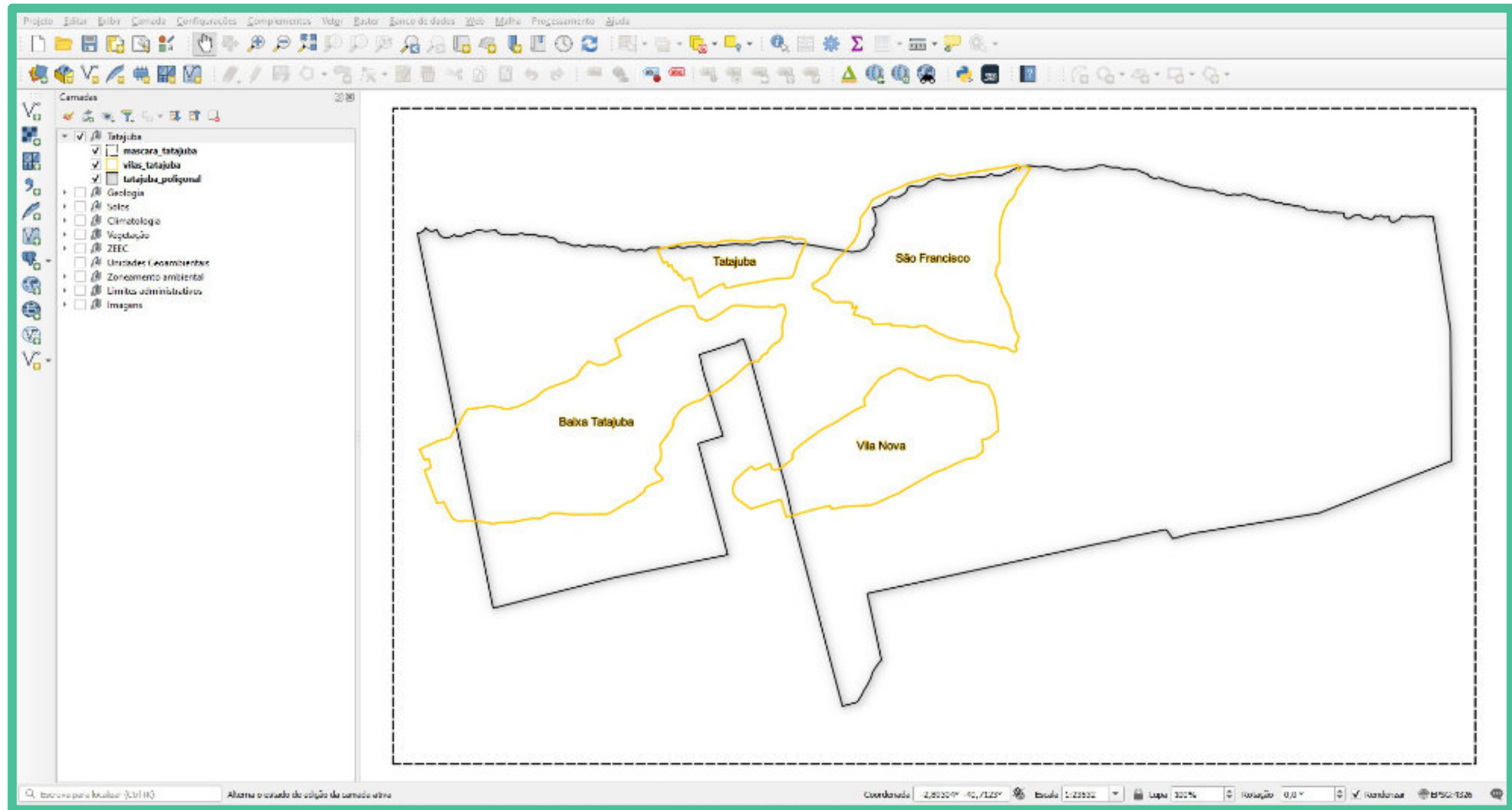
BANCO DE DADOS GEOESPACIAL

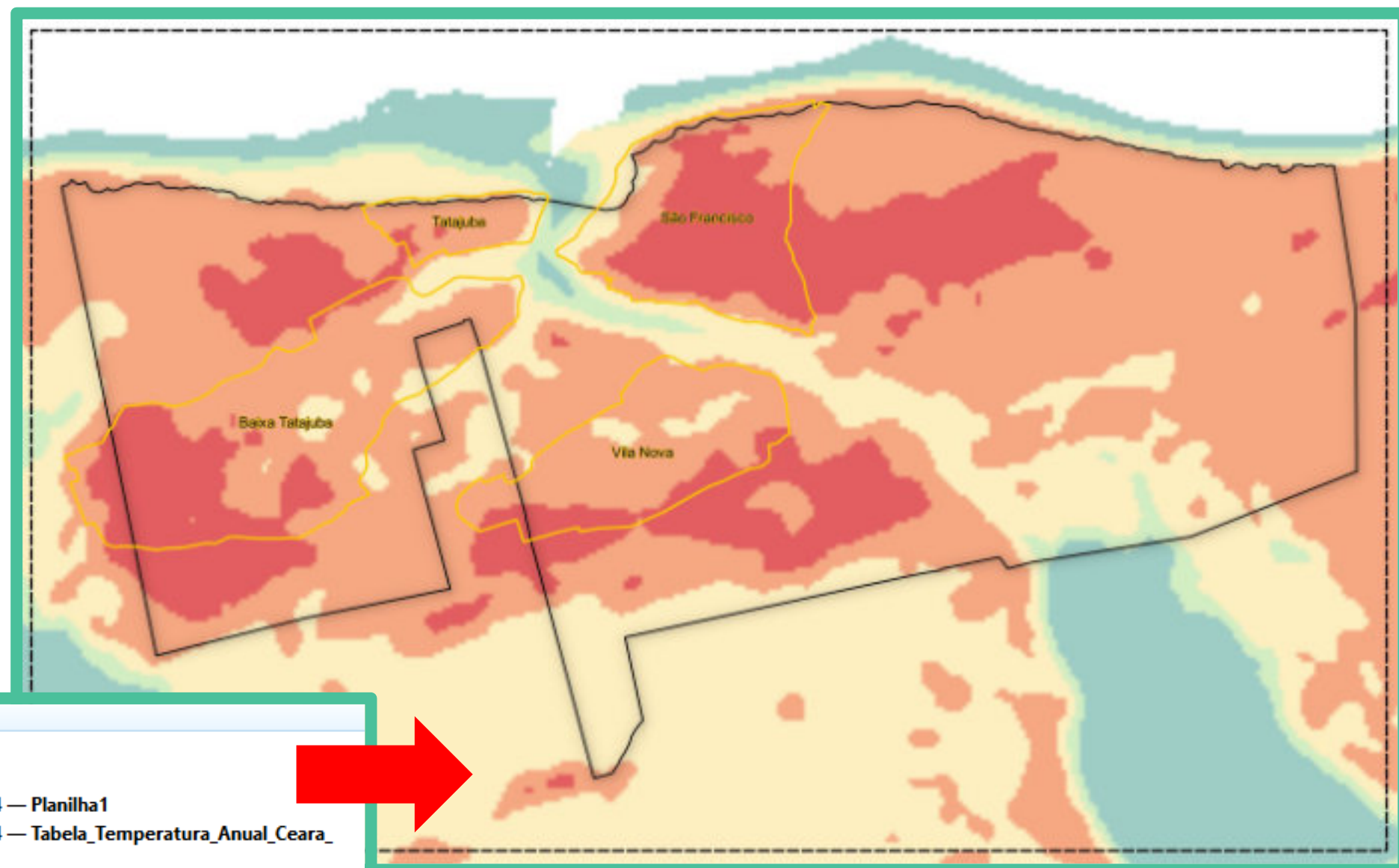
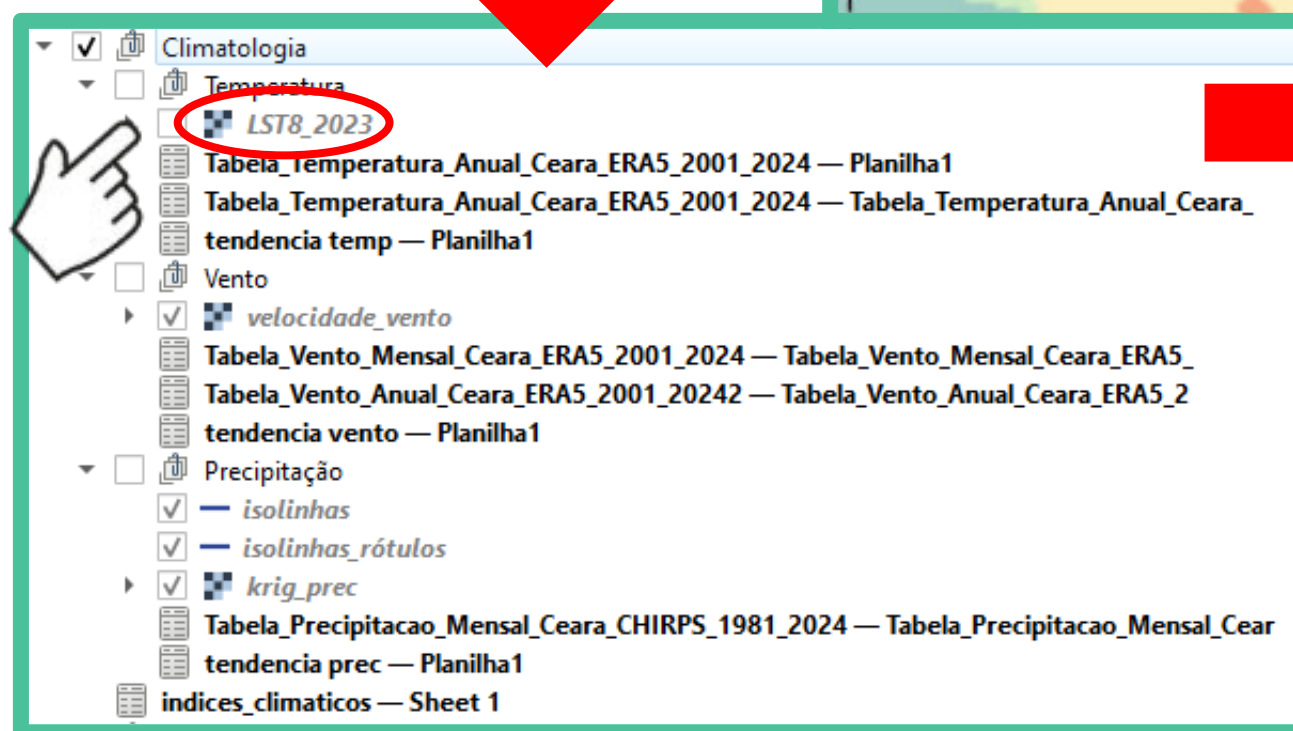
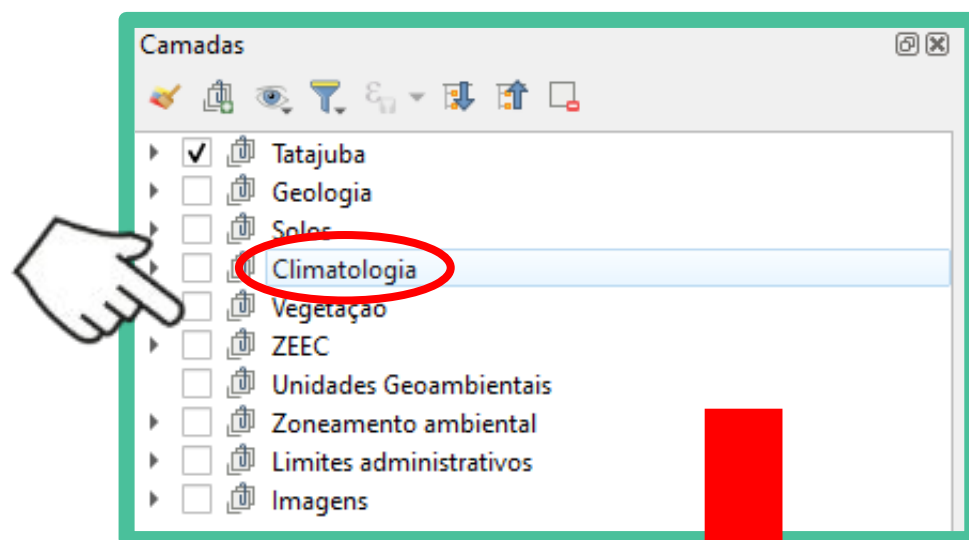
O Atlas conta com um robusto banco de dados geoespacial desenvolvido no ambiente do QGIS 3.40.7, reunindo informações de natureza espacial essenciais para compreender e planejar o território. Este banco de dados agrega dados sobre a geologia, clima, solos, cobertura do solo, zoneamento, áreas ambientalmente sensíveis, entre outros temas. Sua estrutura foi pensada para garantir acessibilidade, organização e atualização contínua, permitindo consultas, análises e cruzamentos que fundamentam estudos técnicos e apoiam a tomada de decisão.

A construção desse banco de dados representa um avanço significativo para a gestão territorial participativa. Por meio dele, técnicos, gestores públicos, comunidades locais e variados setores da sociedade podem ter acesso a informações qualificadas sobre o território, ampliando a transparência e favorecendo o diálogo nas etapas de planejamento, ordenamento territorial e definição de políticas públicas. A visualização e o compartilhamento desses dados também estimulam processos educativos e de conscientização sobre o valor do patrimônio natural local.

Para o Instituto do Desenvolvimento Agrário do Ceará (Idace), o banco de dados geoespacial assume papel estratégico ao subsidiar programas de regularização fundiária, gestão de áreas rurais, projetos de desenvolvimento sustentável e ações de combate aos extremos climáticos. Além disso, possibilita ao Idace monitorar transformações no território à extensão do tempo, avaliar impactos de políticas públicas e orientar investimentos futuros, sempre com base em dados atualizados e espacialmente referenciados. Com efeito, contribui para fortalecer o planejamento territorial integrado, democrático e dirigido à valorização das potencialidades regionais.

BANCO DE DADOS GEOESPACIAL







REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. **Litoral do Brasil**. Metalivros. 2001. São Paulo.
- AB'SÁBER, A. N.. **Brasil: paisagens de exceção**: o litoral e o pantanal mato-grossense: patrimônios básicos. Ateliê Editorial, 2006a.
- AB'SÁBER, A. N.. **Ecossistemas do Brasil**. Metalivros, 2006b. São Paulo
- BARBOSA, J. S. de A. Análise do Sistema Costeiro e Oceânico no Registro Geológico Sedimentar do Complexo Estuarino de Tutóia, no Delta do Parnaíba, estado do Maranhão. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 12, 2023. DOI: <https://doi.org/10.51891/rea.v9i12.12790>.
- CARVALHO, D. A. P.; PINHEIRO, L. S.; SOUSA, P. H. G. de O. A morfodinâmica da praia de Paracuru - CE e suas Implicações no surgimento das áreas de riscos e segurança no banho de mar. In: **VI Simpósio Nacional de Geomorfologia - SINAGEO**, Goiânia, 2006.
- CASTRO, A. S. F.; MORO, M. F.; MENEZES, M. O. T. O Complexo Vegetacional da Zona Litorânea no Ceará: Pecém, São Gonçalo do Amarante. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 1, p. 108–124, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000100013>.
- CLAUDINO-SALES, V.; CARVALHO, A. M.; PEDROSA, A. Caracterização Geomorfológica dos Eolianitos do estado do Ceará, Brasil. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 15, n. 2, p. 56–67, 2021. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/rga/article/view/7198>. Acesso em: 27 jul. 2025.
- FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. da S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a Região Nordeste do Brasil e a influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n.1. p. 15-26, 2005.
- FICK, S.E.; HIJMANS, R.J. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 37, n. 12, p. 4302-4315, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1002/joc.5086>.
- FIGUEIREDO, M. A. **A cobertura vegetal do Ceará (Unidades Fitoecológicas)**. In IPLANCE (Ed.), Atlas do Ceará. Governo do Estado do Ceará; IPLANCE, 1997.
- FUNK, C. C.; PETERSON, P. J.; LANDSFELD, M. F.; PEDREROS, D. H.; VERDIN, J. P.; ROWLAND, J. D.; ROMERO, B. E.; HUSAK, G. J.; MICHAELSEN, J. C.; VERDIN, A. P. A quasi-global precipitation time series for drought monitoring. **US Geological Survey**, n. 832, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3133/ds832>.
- HIERA, M. D.; LIMA JÚNIOR, A. F.; ZANELLA, M. E. Análise da tendência da precipitação no estado do Ceará no período 1974 a 2016. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 24, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5380/abclima.v24i0.54207>.
- IBGE. **Atlas geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011.
- IBGE. **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil**: compatível com a escala 1:250 000. IBGE, 2019.
- IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. IBGE, 2012.

REFERÊNCIAS

- IPCC. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, In press, DOI: 10.1017/9781009157896.
- LACERDA, L. D. Mangrove Ecosystems: functioning and management. **Springer Berlin Heidelberg**, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-04713-2>.
- LEVIN, N.; TSOAR, H.; MAIA, L. P.; CLAUDINO-SALES, V.; HERRMANN, H. Lagoas Costeiras Interdunares e Branqueamento de Dunas no Nordeste Brasileiro (coastal interdune ponds and whitening of dunes in North-east Brazil). **Mercator**, Fortaleza, v. 7, n. 14, p. p. 143 a 166, 2009.
- LIMA JÚNIOR, A. F.; ZANELLA, M. E.; SALES, M. C. L. Avaliação do desempenho da precipitação estimada pelo CHIRPS para o Estado do Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 32, p. 363-382, 2023. DOI: <https://doi.org/10.55761/abclima.v32i19.16143>.
- LIU, X.; DAI, X.; ZHONG, Y.; LI, J.; WANG, P. Analysis of changes in the relationship between precipitation and streamflow in the Yiluo River, China. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 114, n. 1-2, p. 183-191, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00704-013-0833-0>.
- LOPES, D. N. **Análise da dinâmica costeira e vulnerabilidade do município de São Gonçalo do Amarante - CE**. 2021. 79 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.
- MAIA, R. P. **Falésia**: origem, evolução e risco. Fortaleza: editora UFC, 2022.
- MEIRELES, A. J. A. Geodinâmica dos Campos de Dunas Móveis de Jericoacoara/CE-BR. **Mercator**, v. 10, n. 22, 2011.
- MEIRELES, A. J. A. **Introdução a Geomorfologia Costeira Cearense**: Evidências de flutuações do nível relativo do mar e os processos litorâneos. Fortaleza, 1997. Fortaleza, editora UFC.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, M. E. A. **Ecosystems and human well-being**. Washington, DC: Island press, 2005.
- MONTEIRO, J. A influência de teleconexões e sistemas meteorológicos produtores de precipitação no semiárido nordestino. **Revista brasileira de Geografia Física**, v. 15, p. 312-332, 2022. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.1.p312-332>.
- MORO, M. F.; CASTRO, A. S. F.; ARAÚJO, F. S. Composição florística e estrutura de um fragmento de vegetação savânica sobre os tabuleiros pré-litorâneos na zona urbana de Fortaleza, Ceará. **Rodriguésia**, v. 62, n. 2, p. 407-423, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566305>.
- MORO, M. F.; MACEDO, M. B.; MOURA-FÉ, M. M.; CASTRO, A. S. F.; COSTA, R. C. Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia**, v. 66, n. 3, p. 717-743, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566305>.

REFERÊNCIAS

- O'NEILL, B.C. *et al.* A new scenario framework for climate change research: the concept of shared socioeconomic pathways. **Climate Change**, v. 122, p. 387-400. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0905-2>.
- PETTITT, A. N. A Non-Parametric Approach to the Change-Point Problem. **Applied Statistics**, v. 28, n. 2, p. 126-135, 1979. DOI: <https://doi.org/http://www.jstor.org/stable/2346729>.
- QUEIROZ, L.S.; ROSSI, S.; CALVET-MIR, L.; RUIZ-MALLEN, I.; GARCIA-BETORZ, S.; SALVA-PRAT, J.; MEIRELES, A.J.A. Neglected ecosystem services: Highlighting the socio-cultural perception of mangroves in decision-making processes. **Ecosystem Services**, v. 26, p. 137-145, 2017.
- RABELO, S. T.; FERNANDES, M. F.; MORO, M. F. Biogeography of restinga vegetation in Northern and Northeastern Brazil and their floristic relationships with adjacent ecosystems. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 96, n. 2, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765202420230925>.
- SHUKLA, S.; MCNALLY, A.; HUSAK, G.; FUNK, C. A seasonal agricultural drought forecast system for food-insecure regions of East Africa. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 18, n. 10, p. 3907-3921, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5194/hess-18-3907-2014>.
- SNEYERS, R. **Sur l'analyse statistique des séries d'observations Genève**. Organisation Météorologique Mondiale, 1975.
- SOARES, M. O.; CAMPOS, C. C.; CARNEIRO, P. B. M.; BARROSO, H. S.; MARINS, R. V.; TEIXEIRA, C. E. P.; MENEZES, M. O. B.; PINHEIRO, L. S.; VIANA, M. B.; FEITOSA, C. V.; SÁNCHEZ-BOTERO, J. I.; BEZERRA, L. E. A.; ROCHA-BARREIRA, C. A.; MATTHEWS-CASCON, H.; MATOS, F. O.; GORAYEB, A.; CAVALCANTE, M. S.; MORO, M. F.; ROSSI, S.; ... GARCIA, T. M. Challenges and perspectives for the Brazilian semi-arid coast under global environmental changes. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 19, n. 3, p. 267-278, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2021.06.001>.
- TIERES, P. R. L.; MEIRELES, A. J. A.; SANTOS J. de O. **Manguezais na costa oeste cearense: preservação permeada de meias verdades**, Fortaleza: Imprensa Universitária, 2016.
- WORLDCLIM. **WorldClim – Global climate and weather data**. Disponível em: <https://www.worldclim.org/>. Acesso em: março 2025.

INFORMATIVO

O **Atlas do Assentamento Estadual e da Reserva de Desenvolvimento Sustentável da Planície Costeira de Tatajuba** será apresentado à comunidade durante a audiência pública. É importante destacar que, a partir das contribuições e demandas identificadas nessa audiência, o **Atlas poderá ser revisado e atualizado** para melhor atender às necessidades locais e às diretrizes de gestão da RDS.



ATLAS

do Assentamento Estadual e Reserva
de Desenvolvimento Sustentável da
Planície Costeira de Tatajuba

Execução:



Apoio:

