

LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

NOTA EXPLICATIVA

**GEODIVERSIDADE
DOS MUNICÍPIOS LITORÂNEOS DA
MACRORREGIÃO DO LITORAL
NORTE DO CEARÁ**

Escala 1:100.000

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

MINISTRO DE ESTADO

Alexandre Silveira de Oliveira

SECRETÁRIO DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E

TRANSFORMAÇÃO MINERAL

Vitor Eduardo de Almeida Saback

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL-SGB

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Inácio Cavalcante Melo Neto

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretora de Geologia e Recursos Minerais

Francisco Valdir Silveira

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Paulo Afonso Romano

Diretor de Administração e Finanças

Cassiano de Souza Alves

Chefe do Departamento de Gestão Territorial

Diogo Rodrigues Andrade da Silva

Chefe da Divisão de Gestão Territorial

Maria Adelaide Mansini Maia

Chefe da Divisão de Geologia Aplicada

Tiago Antonelli

Chefe do Departamento de Hidrologia

Andrea de Oliveira Germano

Chefe da Divisão de Hidrogeologia e Exploração

Valmor José Freddo Filho

Chefe do Departamento de Informações Institucionais

Edgar Shinzato

Chefe da Divisão de Geoprocessamento

Hiran Silva Dias

Chefe da Divisão de Cartografia

Fábio Silva da Costa

Chefe da Divisão de Documentação Técnica

Roberta Pereira da Silva de Paula

Chefe do Departamento de

Relações Institucionais e Divulgação

Andrea Sander

Chefe do Núcleo de Comunicação

Heber Vieira de Oliveira

Chefe da Divisão de Editoração Geral

Hemilton Moraes Cunha

RESIDÊNCIA DE FORTALEZA/CE - REFO

Chefe da Residência

Maria da Guia Lima

Coordenadora Executiva - REFO

Maria Dulcineia Rolim Bessa

Assistente de Produção de Geologia e Recursos Minerais

Tercyo Rinaldo Gonçalves Pinéo

Assistente de Produção de Hidrologia e Gestão Territorial

Luiz da Silva Coelho

Assistente de Produção de Infraestrutura Geocientífica

Débora Pinho Cavalcante Freire

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL-SGB
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL
PROGRAMA MINERAÇÃO SEGURA E SUSTENTÁVEL

LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

NOTA EXPLICATIVA

GEODIVERSIDADE DOS MUNICÍPIOS LITORÂNEOS DA MACRORREGIÃO DO LITORAL NORTE DO CEARÁ

Escala 1:100.000

ORGANIZAÇÃO

Luis Carlos Bastos Freitas
Juliana Gonçalves Rodrigues
Rogério Valença Ferreira



Fortaleza
2024

**LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE/NOTA
EXPLICATIVA DOS MUNICÍPIOS LITORÂNEOS DA
MACRORREGIÃO DO LITORAL NORTE DO CEARÁ**

Escala 1:100.000

REALIZAÇÃO

Residência de Fortaleza - CE

ORGANIZAÇÃO

Luis Carlos Bastos Freitas
Juliana Gonçalves Rodrigues
Rogério Valença Ferreira

COORDENAÇÃO NACIONAL

DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL

Diogo Rodrigues Andrade da Silva

DIVISÃO DE GESTÃO TERRITORIAL – DIGATE

Maria Adelaide Mansini Maia

COORDENAÇÃO TEMÁTICA GEODIVERSIDADE

Marcely Ferreira Machado
Marcelo Eduardo Dantas
Raimundo Almir Costa da Conceição

EXECUÇÃO TÉCNICA

Luis Carlos Bastos Freitas
Juliana Gonçalves Rodrigues
Rogério Valença Ferreira

SISTEMA DE INFORMAÇÃO

GEOGRÁFICA E LEIAUTE DO MAPA

Raimundo Almir Costa da Conceição
Maria Paula Pivi Simonette

REVISÃO TÉCNICA

Raimundo Almir Costa da Conceição
Marcelo Eduardo Dantas

NORMALIZAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

Francisca Giovania Freire Barros do Nascimento

REVISÃO DE TEXTO

Raimundo Almir Costa da Conceição
Marcelo Eduardo Dantas

COLABORAÇÃO

Divisão de Geoprocessamento

Hiran Silva Dias

APOIO

Carlos Lucas Souza da Silva (estagiário)
Juan Álefe Oliveira (estagiário)
Irinéa Barbosa da Silva (Revisão ortográfica)
Francisca Giovania Freire Barros do Nascimento

AGRADECIMENTOS

ICMBIO - Jericoacoara

PROJETO GRÁFICO / EDITORAÇÃO

Capa (DIEDIG)

Andréia Amado Continentino

Miolo (DIEDIG)

Andréia Amado Continentino
Agmar Alves Lopes

Diagramação (SUREG-BE / GERINF-BE)

Edilson Augusto Vieira Flexa

FOTOS DA CAPA:

1. Quartzitos laminados muito fraturados individualizando blocos angulosos dispostos na encosta. Serrote do Cajueiro, município de Cruz -CE.
 2. Falésia ativa mostrando afloramentos-tipo da Formação Camocim na Praia do Farol, município de Camocim - CE.
 3. Pedra Furada Jericoacoara.
 4. Campo de dunas móveis no Parque Nacional de Jericoacoara. Município de Jijoca de Jericoacoara.
-

Este produto pode ser encontrado em:

Serviço Geológico do Brasil-SGB

www.cprm.gov.br
seus@cprm.gov.br

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

G342 Geodiversidade dos municípios litorâneos da macrorregião do litoral norte do Ceará / Organização Luis Carlos Bastos Freitas, Juliana Gonçalves Rodrigues, Rogério Valença Ferreira. - Escala: 1:100.000 - Fortaleza: CPRM, 2024. 1 recurso eletrônico: PDF

Levantamento da geodiversidade: Nota explicativa.
ISBN 978-65-5664-479-0

1. Geodiversidade. 2. Geologia. I. Freitas, Luis Carlos Bastos, (org.). II. Rodrigues, Juliana Gonçalves, (org.). III. Ferreira, Rogério Valença (org.). IV. Título.

CDD 551

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Teresa Rosenhayme CRB 7/5662

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil-SGB

Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

APRESENTAÇÃO

É com grande satisfação que o Serviço Geológico do Brasil-SGB, no papel institucional de subsidiar o Estado na formulação de políticas públicas para o desenvolvimento sustentável, dá continuidade à série de publicações que vem divulgando sobre o mapeamento da Geodiversidade, discorrendo desta vez sobre a região referente aos municípios litorâneos da Região do Litoral Norte do Estado do Ceará (Geodiversidade do Litoral Norte do Ceará). Este produto é uma iniciativa do Programa Mineração Segura e Sustentável - Levantamento da Geodiversidade, iniciado em 2006.

Trata-se de um trabalho de abordagem multidisciplinar, que envolve profissionais de diversificadas formações em geociências, oferecendo compreensão e recomendação integradas sobre o complexo físico da paisagem, envolvendo os elementos abióticos para o planejamento territorial ambiental de diferentes recortes do território brasileiro.

Brasil é detentor de uma riquíssima geodiversidade. Com base nessa premissa, a abordagem da temática envolve uma análise integrada entre a geologia, a geomorfologia e a pedologia associada às formações superficiais. Ou seja, cada unidade de geodiversidade mapeada irá representar o trinômio rocha-relevo-regolito/solo, num enfoque genuinamente geossistêmico. Informações sobre o potencial hídrico superficial e subterrâneo também são consideradas na análise.

Com a forte ligação do homem com o espaço físico, a sustentabilidade do desenvolvimento nacional passa necessariamente pela harmonia entre as necessidades humanas e as respostas do todo natural, sem comprometer a capacidade de atender as carências das futuras gerações.

O Serviço Geológico do Brasil-SGB sente-se honrado em contribuir, com o esforço e o conhecimento dos seus pesquisadores, para a promoção de planos de ordenamento territorial que considerem cada vez mais a geodiversidade, não só como condicionante no planejamento e gestão de ocupação, a orientação na implementação de políticas públicas, a prevenção de desastres naturais e o auxílio às obras de infraestrutura, mas também pela existência de potenciais recursos do patrimônio geológico a preservar.

A expectativa é de que esta produção científica seja capaz de abrir novas fronteiras do conhecimento, gerando valor e mais qualidade de vida para o ser humano.

ALICE SILVA DE CASTILHO

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

RESUMO

A área de estudo está localizada no setor noroeste do estado, inserida na região de planejamento do Litoral Norte do estado do Ceará, composta por treze municípios, dos quais sete são litorâneos (Chaval, Barroquinha, Camocim, Cruz, Jijoca de Jericoacoara, Acaraú e Itarema) e objeto deste estudo, com uma população estimada de 252 mil habitantes. Trata-se de uma região com grande diversidade geológica, geomorfológica, cultural e potencial geoturístico. O Litoral Norte do Ceará é uma zona de intensa atividade morfodinâmica, influenciada tanto pelo regime fluvial dos rios como pela sazonalidade dos ventos, marés e ondas na zona offshore adjacente. A compreensão detalhada dessa região é de importância crucial para evitar impactos negativos no delicado geocossistema, devido a intervenções humanas. Quanto à geologia, a configuração tectônica da região ainda é pouco estudada, estando sob a influência de diversas estruturas tectônicas, dentre elas o Lineamento Transbrasílico. Essa complexa tectônica pré-cenozoica está recoberta pela não menos complexa história geológica dos vários eventos cenozoicos de deposição dos diversos depósitos fluviais, fluviomarinhos, fluviolacustres e eólicos, além do Grupo Barreiras, na região de estudo. Além disso, eventos relacionados a uma neotectônica são evidenciados. A área do projeto, comporta um conjunto de relevos dominado pelo ambiente dos tabuleiros litorâneos do Grupo Barreiras, com uma delgada planície costeira, além de campos de dunas e superfícies aplainadas, que foram compartimentadas em três unidades distintas, tendo recebido as seguintes denominações: Planície Costeira do Ceará, Tabuleiros Costeiros e Depressão Sertaneja. O estudo comparativo de uso e cobertura do solo, para os anos de 1991 e 2020, ilustrou o avanço de atividades agrícolas e da carnicultura, e como estas vêm tomando o espaço da Caatinga, com a abertura de estradas e a modificação da cobertura do solo nas superfícies aplainadas. As quatorze unidades geológico-ambientais, distribuídas em sete domínios, foram identificadas na área de estudo e tiveram suas adequabilidades e limitações ao uso e ocupação descritas. Em relação aos aspectos geológico-geotécnicos, as unidades cenozoicas (DC e DCE) são, em sua maioria, terrenos inapropriados para urbanização e implantação de aterros sanitários, pois apresentam média a alta suscetibilidade a inundações e enchentes (DC) ou baixa capacidade de suporte para edificações e obras enterradas (DCE). O Domínio DCT predomina na área estudada, possuindo um relevo aplainado, o que reflete em sua suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa predominantemente baixa. Dessa forma, essa unidade configurou-se como de alta aptidão para urbanização e para implantação de obras viárias. Os aspectos geopedológicos são bem diversificados, predominando Latossolos Amarelos e Vermelhos, derivados dos sedimentos do Grupo Barreiras Indiviso. Ocorrem, ainda, Neossolos Litólicos, associados principalmente a litotipos das unidades neoproterozoicas que compõem a área (Domínios DCGMGL, DCGR1, DSVP2 e DSP2). Associados à Unidade DCa_Dpbc predominam solos de boa fertilidade natural, como Neossolos Flúvicos, Neossolos Quartzarênicos e Gleissolos Háplicos, adequados para o cultivo de culturas de várzea. Quanto aos recursos minerais, diversas unidades possuem adequabilidades para construção civil. Com destaque para o DCT, que tem ampla utilização como material de empréstimo na construção de estradas. Quanto às potencialidades, as demais unidades dos domínios pré-cenozoicos, DCGMGL, DCGR1, DSVP2 e DSP2, possuem potencial na construção civil, como pedra para brita e rocha ornamental. Nos domínios cenozoicos, há várias restrições quanto ao uso. Alguns, por serem áreas com alta fragilidade ambiental. Em relação ao geoturismo, a área possui patrimônio geológico de importância mundial.

Palavras-chave: Geodiversidade, Gestão Territorial, Geoturismo.

ABSTRACT

The study area is located in the northwestern sector of the Ceará state, inserted in the planning region of the North Coast of the Ceará state, made up of thirteen municipalities, of which seven are coastal (Chaval, Barroquinha, Camocim, Cruz, Jijoca de Jericoacoara, Acaraú and Itarema) and the object of this study, with an estimated population of 252 thousand inhabitants. It is a region with great geological, geomorphological, cultural diversity and geotouristic potential. The North Coast of Ceará is an area of intense morphodynamic activity, influenced both by the fluvial regime of the rivers and by the seasonality of winds, tides and waves in the adjacent offshore zone. A detailed understanding of this region is of crucial importance to avoid negative impacts on the delicate geoecosystem due to human interventions. As for geology, the tectonic configuration of the region is still little studied, being under the influence of several tectonic structures, including the Transbrasilian Lineament. This complex pre-Cenozoic tectonics is covered by the no less complex geological history of the various Cenozoic deposition events of the various fluvial, fluvio-marine, fluvio-lacustrine and eolian deposits, in addition to the Barreiras Group, in the study region. Furthermore, events related to neotectonics are highlighted. The project area comprises a set of reliefs dominated by the environment of the coastal plateaus of the Barreiras Group, with a thin coastal plain, in addition to dune fields and flattened surfaces, which were compartmentalized into three distinct units, having received the following names: Plain Coastal Coast of Ceará, Coastal Tabuleiros and Sertaneja Depression. The comparative study of soil use and coverage, for the years 1991 and 2020, illustrated the advancement of agricultural activities and shrimp farming, and how these have been taking over the Caatinga space, with the opening of roads and the modification of soil cover on planed surfaces. The fourteen geological-environmental units, distributed across seven domains, were identified in the study area and had their suitability and limitations for use and occupation described. In relation to geological-geotechnical aspects, the Cenozoic units (DC and DCE) are, for the most part, inappropriate land for urbanization and the implementation of landfills, as they have medium to high susceptibility to flooding (DC) or low support capacity for buildings and buried works (DCE). The DCT Domain predominates in the studied area, having a flat surface, which reflects its susceptibility to gravitational movements of predominantly low mass. In this way, this unit was considered highly suitable for urbanization and the implementation of road works. The geopedological aspects are very diverse, with a predominance of Yellow and Red Oxisols, derived from the sediments of the Barreiras Indiviso Group. Litholic Neosols also occur, associated mainly with lithotypes of the Neoproterozoic units that make up the area (Domains DCGMGL, DCGR1, DSVP2 and DSP2). Associated with the DCa_Dpbc Unit, soils with good natural fertility predominate, such as Fluvic Neossolos, Quartzarenic Neossolos and Haplic Gleisols, suitable for the cultivation of floodplain crops. As for mineral resources, several units are suitable for civil construction. With emphasis on DCT, which is widely used as loan material in road construction. Regarding potential, the other units of the pre-Cenozoic domains, DCGMGL, DCGR1, DSVP2 and DSP2, have potential in civil construction, such as stone for crushed stone and ornamental rock. In the Cenozoic domains, there are several restrictions on use. Some, because they are areas with high environmental fragility. In relation to geotourism, the area has geological heritage of global importance.

Key-Words: Geodiversity, Territorial Management, Geotourism.

AUTORES

1. INTRODUÇÃO

Luis Carlos Bastos Freitas
Rôgerio Valença Ferreira
Juliana Gonçalves Rodrigues

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Alberto Lacerda
Luis Carlos Bastos Freitas
Rafael Rolim de Souza
Robério Boto Aguiar

3. ASPECTOS DA GEODIVERSIDADE

Alberto Lacerda
Luis Carlos Bastos Freitas
Marcelo Eduardo Dantas
Rôgerio Valença Ferreira

4. INFLUÊNCIA DAS UNIDADES GEOLÓGICO-AMBIENTAIS, RELEVO E REGOLITOS NAS ADEQUABILIDADES/POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES FRENTE A DIVERSOS USOS

Juliana Gonçalves Rodrigues
Luis Carlos Bastos Freitas
Marcelo Eduardo Dantas
Rafael Rolim de Sousa
Rôgerio Valença Ferreira
Robério Boto de Aguiar

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Luis Carlos Bastos Freitas
Rôgerio Valença Ferreira
Juliana Gonçalves Rodrigues

APÊNDICE I - Domínios e Unidades Geológicas-Ambientais

ORGANIZAÇÃO
Maria Angélica Barreto Ramos¹
Antônio Theodorovicz²
Maria Adelaide Mansini Maia¹

APÊNDICE II - Biblioteca de Padrões de Relevo do Território Brasileiro

ORGANIZAÇÃO
Marcelo Eduardo Dantas²

¹ Geólogos do SGB-CPRM

² Geógrafos do SGB-CPRM

³ Geólogo aposentado do SGB-CPRM

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	09
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	09
Justificativa e objetivos.....	10
2. METODOLOGIA E ORGANIZAÇÃO DE DADOS..	11
METODOLOGIA.....	11
Considerações gerais.....	11
3. ASPECTOS DA GEODIVERSIDADE	14
ASPECTOS GEOLÓGICOS	14
Geologia regional.....	14
ASPECTOS GERAIS DO RELEVO	17
Introdução	17
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	23
Introdução	23
4. INFLUÊNCIA DAS UNIDADES GEOLÓGICO-AMBIENTAIS, RELEVO E REGOLITOS NAS ADEQUABILIDADES/POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES FRENTE A DIVERSOS USOS.....	30
ASPECTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS.....	30
ASPECTOS GEOPEDOLÓGICOS.....	30
ASPECTOS HIDRÍCOS SUPERFICIAIS E HIDROGEOLÓGICOS.....	30
Recursos Minerais.....	32
Geoturismo.....	32
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	50
REFERÊNCIAS.....	52
APÊNDICE I.....	56
APÊNDICE II.....	71

1 INTRODUÇÃO

■ CONSIDERAÇÕES GERAIS

O estado do Ceará é conhecido pelo potencial turístico de seu litoral, que possui extensão de 570 km, divididos em litoral leste e oeste, sendo este último o mais extenso, com aproximadamente 350km.

A área de estudo está localizada no setor noroeste do estado, inserida na região de planejamento do Litoral Norte do estado do Ceará (IPECE, 2015), constituída por treze municípios, dos quais sete são litorâneos (Chaval, Barroquinha, Camocim, Cruz, Jijoca de Jericoacoara, Acaraú e Itarema) e são o objeto deste estudo (Figura 1.1), com população estimada de 252 mil habitantes (IBGE, 2022). Uma região com grande diversidade geológica, geomorfológica, cultural e potencial geoturístico.

Geodiversidade é o estudo da natureza abiótica (meio físico), constituída por uma variedade de ambientes, composição, fenômenos e processos geológicos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, águas, fósseis, solos, clima e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na Terra, tendo como valores

intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico (Silva, 2008).

O termo geodiversidade utilizado pelo SGB-CPRM contempla a definição de domínios e unidades geológico-ambientais, seus compartimentos de relevo e formações superficiais subordinadas, que constituem as unidades de análise. Cada unidade é agrupada a partir dos parâmetros relacionados à: classe da rocha; tectônica de dobramento e fraturamento; aspectos texturais; resistência ao intemperismo físico e químico; grau de coerência; textura do manto de alteração; grau de resistência ao corte e à penetração; porosidade; escavabilidade, característica lito-hidroestratigráfica; caracterização quanto ao padrão de relevo, formações superficiais (regolito), tipo de solo, dentre outros. O produto final é composto pelos seguintes produtos:

a) **Mapa da geodiversidade:** apresenta a cartografia das unidades geológico-ambientais, relevo e regolito e suas influências nas adequabilidades, potencialidades e limitações diante dos diversos usos (ocupação urbana, agricultura, recursos hídricos, recursos minerais

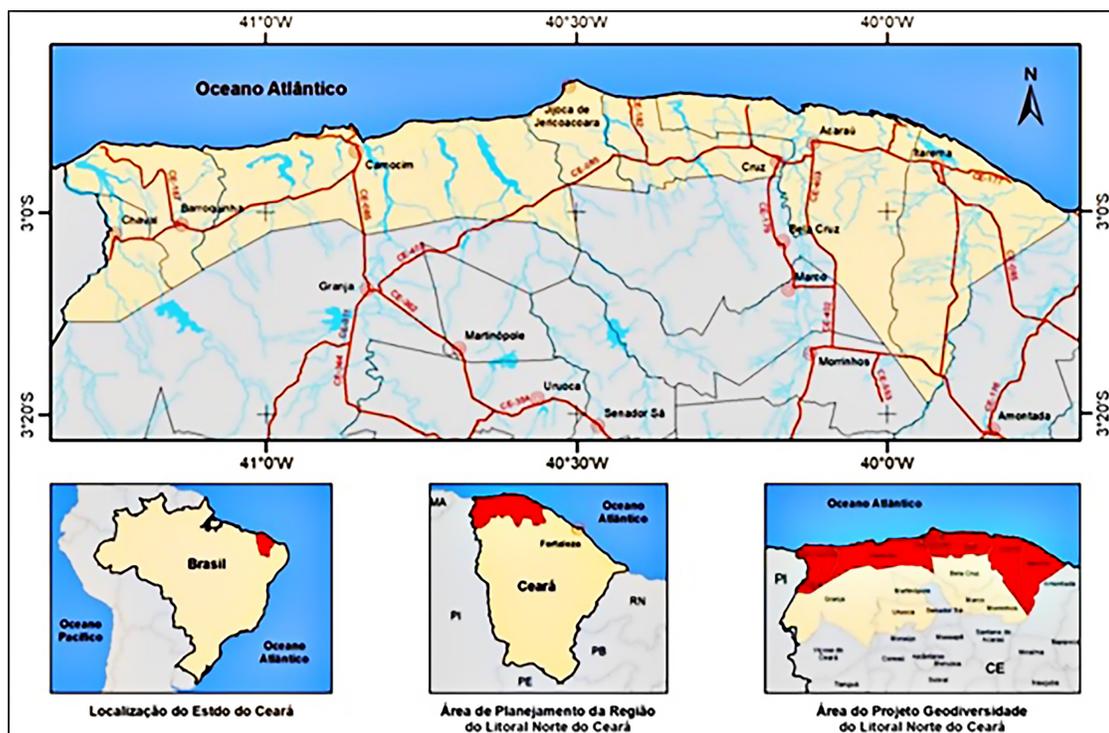


Figura 1.1: Mapa de localização da área de estudo. Fonte: Elaborado pelos autores.

e geoturismo. O mapa apresenta, ainda, uma série de informações complementares sob a forma de cartogramas, em apoio à legenda descritiva.

b) **Banco de dados georreferenciado - SIG:** traz, sob a forma de Sistema de Informações Geográficas (SIG), os dados adquiridos e gerados pelo projeto. É acompanhado pelo documento “Informações ao Usuário”, que traz os metadados das informações produzidas;

c) **Nota técnica explicativa do mapa:** apresenta, de forma detalhada e ilustrada, as informações contidas na legenda do mapa da geodiversidade;

d) **Artigos técnico-científicos:** coletânea dos estudos geocientíficos realizados em suporte ao mapa da geodiversidade, apresentados sob a forma de artigos do Informe Técnico-Científico de Prevenção de Desastres e Ordenamento Territorial do Departamento de Gestão Territorial.

As informações contidas na presente Nota Técnica Explicativa foram obtidas a partir de pesquisa bibliográfica, modelagens matemáticas e atividades de campo realizadas pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM). A Nota Técnica Explicativa, assim como os demais produtos, estão disponibilizados na *homepage* do projeto (<http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Gestao-Territorial/Levantamento-da-Geodiversidade-5407.html>).

Justificativa e Objetivos

O Litoral Norte do Ceará é uma zona de intensa atividade morfodinâmica, influenciada tanto pelo regime fluvial dos rios como pela sazonalidade dos ventos, marés e ondas na zona *offshore* adjacente, a compreensão detalhada dessa região é de importância crucial para evitar impactos negativos no delicado geocossistema, devido a intervenções humanas. Além disso, a área possui um notável potencial turístico e é um polo dinâmico regional, com grande potencial de desenvolvimento socioeconômico, calcado no fomento às atividades turísticas, na agroindústria (beneficiamento das culturas de coco e caju) e na agricultura irrigada.

Uma problemática global, que afeta diversas áreas do mundo e causa sérios prejuízos às comunidades costeiras, é a erosão (Bird, 1993; Calliari *et al.*, 2003; Muehe, 2006; Medeiros, Maia, Araújo, 2016). Esse processo tem afetado de maneira crescente as praias ao longo do litoral do estado do Ceará, com a região a oeste de Fortaleza sendo a mais impactada, conforme relatado por Medeiros, Maia e Araújo (2016).

A realização de atividades nessas regiões é comprometida quando sujeita aos processos de erosão costeira e migração de dunas.

Quanto aos problemas relacionados a essa temática na área de estudo, podemos citar:

- Em Barroquinha, o município enfrenta desafios relacionados à migração de dunas e ao soterramento de comunidades e vias de acesso, que ocorrem de forma contínua.
- No município de Camocim, as falésias da Praia das Barreiras estão sofrendo erosão devido à ação abrasiva do mar, com a ocupação irregular por casas, hotéis e construção de muros, agravando o processo erosivo. A rápida expansão urbana ameaça a preservação dessas áreas geologicamente vulneráveis (Marques, Claudino-Sales, Pinheiro, 2019).
- Em Jijoca de Jericoacoara, a intervenção humana nos campos de dunas em Jericoacoara pode ser um indicador de mudanças na dinâmica morfológica (Meireles, Gorayeb, Pereira Filho, 2018). Órgãos estaduais buscaram informações no SGB-CPRM, por meio da Residência de Fortaleza (REFO), sobre a situação do aquífero costeiro e das diversas lagoas existentes no município.
- Em Cruz, os problemas incluem ocupação desordenada e possível escassez de água, bem como a falta de local apropriado para disposição de resíduos sólidos.
- No município de Acaraú, problemas relacionados à erosão costeira, áreas suscetíveis a enchentes e inundações, ausência de locais apropriados para disposição de resíduos sólidos e desconhecimento da potencialidade hídrica são desafios enfrentados pelo município.
- Em Chaval, o município enfrenta áreas suscetíveis a enchentes e inundações, associadas às planícies de inundação do Rio Ubatuba, juntamente com a ausência de locais apropriados para disposição de resíduos sólidos.

Diante do exposto, objetivou-se gerar um Mapa da Geodiversidade nos municípios litorâneos da Região de Planejamento do Litoral Norte, em escala 1:100.000, visando tornar-se uma ferramenta de gestão para o ordenamento territorial dos municípios litorâneos, fundamental na tomada de decisões dos gestores para atender a demanda do crescimento econômico, em consonância com as boas práticas ambientais.

Tiveram enfoque os seguintes temas: formações superficiais e o manto de intemperismo/regolito; geomorfologia da área com destaque para os ambientes da planície costeira; em recursos hídricos, a favorabilidade hidrogeológica e a qualidade das águas de abastecimento; recursos minerais, com enfoque para materiais de construção civil e industriais; suscetibilidade ao risco geológico (erosão e progradação costeira, assoreamento, erosão hídrica, movimento de massa, inundação); ocupação urbana; áreas favoráveis para implantação de aterros sanitários e potencial geoturístico.

2 METODOLOGIA E ORGANIZAÇÃO DE DADOS

■ METODOLOGIA

Considerações gerais

Os procedimentos para elaboração do Mapa da Geodiversidade do Litoral Norte do Ceará seguem o Manual Metodológico para Levantamento da Geodiversidade, em escalas 1:100.000 a 1:50.000 (Ramos *et al.* 2020), onde podem ser consultados em maior detalhe. As etapas estão sintetizadas a seguir:

- Levantamento de dados e leitura bibliográfica;
- Organização do kit-SIG de trabalho;
- Cartografia preliminar das unidades com relevo associado;
- Enquadramento das unidades (Apêndices I e II, em Ramos *et al.* 2020);
- Caracterização preliminar das unidades por meio do processamento digital de imagens (PDI), mapa de solos, dados geofísicos (relações com processos pedogenéticos), dentre outros;
- Uso e ocupação do solo (com metodologia sumariada e os resultados apresentados no item 3.2);
- Verificação em campo: duas campanhas de campo para a análise das unidades geológico-ambientais e de geodiversidade e duas campanhas de campo para coleta de águas subterrâneas para realização de análise físico-química em 40 poços de captação;
- Definição das adequabilidades, limitações e potencialidades das unidades geológico-ambientais;
- Elaboração e publicação do Mapa de Geodiversidade;
- Elaboração e publicação do SIG;
- Elaboração da Nota Técnica Explicativa;
- Elaboração de artigos para o Informe Técnico.
- Quanto à análise do **uso e cobertura do solo**, consistiu na aquisição e no pré-processamento de imagens e classificação das áreas, as quais são descritas sucintamente a seguir:

Apesar da grande extensão da área, foi necessário analisar apenas uma cena dos satélites Landsat-5 e Landsat-8, manipulando as bandas multiespectrais dos sensores TM (*Thematic Mapper*) e OLI (*Operational Land Imager*), respectivamente. Foram adquiridas as cenas de órbita/ponto 218/062, de 10 de junho de 1991 e de 27 de julho de 2020.

Para que processamentos que envolvem a resposta espectral de feições como solo e vegetação pudessem ser elaborados, as imagens passaram por correção radiométrica e atmosférica, quando os valores de números digitais (NDs) foram convertidos para valores físicos de reflectância no nível do solo. Isso implica em dizer que as interferências da fonte de luz, do sensor e da atmosfera, foram removidas, restando apenas as informações dos sinais de reflectância da superfície do solo.

Classificação das áreas:

Para Novo (2008), as técnicas de classificação visam, em última análise, atribuir a cada pixel da imagem um rótulo em função de suas propriedades espectrais e/ou espaciais. Em outras palavras, Moreira (2005) explica que na classificação procura-se rotular cada pixel segundo a ocupação do solo, semelhante ao que se faz na abordagem visual.

As seguintes atividades foram realizadas para a análise/estudo: escolha de amostras de treinamento e classificação supervisionada das imagens, utilizando o método de classificação supervisionada (Moreira, 2005); elaboração de mapa pré-campo; utilização de técnicas de contraste de imagens; aplicação de índices radiométricos (NDVI) e verificação ao longo da campanha de campo, no ano de 2022.

Devido ao comportamento espectral das imagens trabalhadas, muitas feições apresentavam respostas semelhantes. Deste modo, verificou-se a necessidade de agrupar algumas delas e segregar outras para melhor apresentação da diferença do uso e cobertura do solo para a área do Litoral Norte do Ceará, generalizando a informação e ajustando-a à escala de trabalho.

As áreas de Caatinga, em diferentes estágios, assim como as de gramíneas, foram agrupadas em uma mesma classe "Vegetação". As áreas de cultura de coco, caju e macaxeira, pecuária e outras atividades agrícolas, assim como alguns pontos onde é observada a instalação de parque eólico, devido à interferência do solo na resposta espectral, também foram agrupadas numa mesma classe chamada "Área antropizada".

Áreas urbanas foram individualizadas por meio de vetorização, com o intuito de evidenciar o contraste da mancha urbana com as demais feições dentro da área de trabalho.

Considerando os aspectos descritos, as classes utilizadas para a construção do mapa final de uso e cobertura do solo foram:

- **Água** – representando rios, lagos e demais massas d'água na área de trabalho;
- **Apicum** – representam os subambientes das planícies de maré por manguezais. Também, consistem em terrenos lamosos, saturados em água, muito ricos em matéria orgânica, situados em fundo de baías ou enseadas, ou deltas e estuários dominados por maré;
- **Carcinicultura** - áreas de criação de camarões em viveiros. Essa classe foi individualizada devido a sua importância e ao avanço sobre as áreas de mangue;
- **Dunas** – superfícies de relevo ondulado, constituídas de depósitos arenoquartzosos bem selecionados, depositados por ação eólica longitudinalmente à linha de costa;
- **Mangue** – superfícies planas, de interface com os sistemas deposicionais continentais e marinhos, constituídas de depósitos argiloarenosos a argilosos;
- **Solo exposto** – amplas áreas sem recobrimento de vegetação;
- **Vegetação** – vegetação de gramíneas até componentes arbóreos ou arbustivos da Caatinga dentro da área de estudo;
- **Área antropizada** - todas as atividades antrópicas encontradas na área de trabalho, desde plantações de coco, macaxeira e caju até as atividades de pecuária e culturas de subsistência;
- **Área urbana** – áreas referentes às manchas urbanas das sedes municipais, além dos pequenos distritos de ambos os municípios.

Os resultados obtidos por meio dessa metodologia estão apresentados no Capítulo 3 e serão explorados em maior detalhe em artigos que serão publicados no Informe Técnico do Departamento de Gestão Territorial (Deget) e disponibilizados no Repositório Institucional de Geociências (RIGeo). Esses artigos também oferecerão uma análise mais aprofundada da qualidade das águas subterrâneas de 40 poços da região, cuja metodologia utilizada na análise hidrogeológica é resumida a seguir:

Para a hierarquização das **unidades hidroestratigráficas** e sua correlação com as **unidades**

geológico-ambientais em termos de produtividade hídrica, foi elaborada a Tabela 2.1 – Proposta de Caracterização Hidráulica das Classes dos Aquíferos, baseada no trabalho de Struckmeier e Margat (1995). Para a comparação das produtividades de cada poço analisado, foram definidos intervalos de bombeamentos contínuos de 0 a 12 horas e rebaixamento de coluna d'água fixado em 25 metros.

Para a classificação das unidades aquíferas sedimentares, foram utilizados os valores médios das vazões específicas dos poços perfurados em cada unidade, tendo em vista a inexistência de testes de aquíferos para se calcular os parâmetros hidrodinâmicos de cada um. Para as rochas fraturadas, considerando que o valor da vazão específica pode refletir a transmissividade de um aquífero e que, conforme admitido pela maioria dos autores, não faz sentido falar em transmissividade em seu conceito clássico, utiliza-se como método comparativo apenas dados de vazão, também referidos ao mesmo tempo de bombeamento.

Foram realizadas duas etapas de campo neste projeto. A primeira campanha ocorreu em maio/2022, correspondendo ao período chuvoso na região, e a segunda ocorreu em setembro/2022, no período de estiagem. Em cada etapa, foram coletadas 40 amostras de água e medidos *in loco* os parâmetros físico-químicos, como temperatura, pH, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos, além do nível estático dos poços tubulares previamente selecionados.

As amostras foram coletadas antes de a água passar por qualquer processo de tratamento e reservação, seguindo os procedimentos de coleta, armazenamento, tratamento e análise padrão dos levantamentos realizados pelo SGB-CPRM. As análises químicas foram realizadas pelo Centro de Biologia Experimental Oceanus, no Rio de Janeiro, e contemplou 29 cátions (Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, V e Zn) e sete ânions (fluoreto, cloreto, brometo, nitrito, nitrato, sulfato e fosfato).

Os resultados das análises passaram por um processo de consistência sistemática ao longo do desenvolvimento das ferramentas de interpretação dos dados. Para cada elemento analisado, foram calculados os valores estatísticos de tendência, localização e dispersão, como a média, mediana, valores máximos e mínimos e o desvio-padrão.

Tabela 2.1: Proposta de Caracterização Hidráulica das Classes dos Aquíferos, baseada no trabalho de Struckmeier e Margat (1995).

$\frac{Q}{s}$ M ³ /H/M*	T (M ² /S)	K (M/S)	VAZÃO (M ³ /H) (**)	PRODUTIVIDADE(***)	CLASSE
$\geq 4,0$	$\geq 10^{-02}$	$> 10^{-04}$	≥ 100	Muito Alta: Fornecimentos de água de importância regional (abastecimento de cidades e irrigações). Aquíferos que se destaquem no âmbito nacional.	(1)
$2,0 \leq Q/s < 4,0$	$10^{-03} \leq T < 10^{-02}$	$10^{-05} \leq K < 10^{-04}$	$50 \leq Q < 100$	Alta: Características semelhante a classe anterior, contudo situando-se dentro da média nacional de bons aquíferos.	(2)
$1,0^{-03} \leq Q/s < 2,0$	$10^{-04} \leq T < 10^{-03}$	$10^{-06} \leq K < 10^{-05}$	$25 \leq Q < 50$	Moderada: Fornecimento de água para locais em pequenas comunidades, irrigação em áreas restritas.	(3)
$0,4 \leq Q/s < 1,0$	$10^{-05} \leq T < 10^{-04}$	$10^{-07} \leq K < 10^{-06}$	$10 \leq Q < 25$	Geralmente Baixa, Porém Localmente Moderada: Fornecimentos de água, para suprir abastecimentos locais ou consumo privado.	(4)
$0,0,4 \leq Q/s < 0,4$	$10^{-06} \leq T < 10^{-05}$	$10^{-08} \leq K < 10^{-07}$	$1 \leq Q < 10$	Geralmente Baixa, Porém Localmente Muito Baixa: Fornecimentos contínuos dificilmente são garantidos.	(5)
$< 0,04$	$< 10^{-06}$	$< 10^{-08}$	$< 1,0$	Pouco Produtiva ou Não Aquífera: Fornecimentos insignificantes de água. Abastecimento restritos ao uso de bombas manuais.	(6)

(*) Valores referentes a 12 horas de bombeamento obtidos em testes.

(**) Valores calculados utilizando-se um rebaixamento de 25 metros.

(***) Na definição de classes de produtividade para os aquíferos carsticos e fissural utilizara-se apenas dados de vazão.

3 ASPECTOS DA GEODIVERSIDADE

ASPECTOS GEOLÓGICOS

Geologia regional

A região estudada está inserida na Província Estrutural da Borborema (Almeida *et al.*, 1981), mais precisamente em dois dos cinco domínios que a compõem (Brito Neves *et al.*, 2000): Domínio Médio Coreaú (DMC) e Domínio Ceará Central (DCC). Esses dois domínios são separados pelo Lineamento Transbrasiliano, uma descontinuidade (sutura) de proporções continentais com importante papel na formação do supercontinente Gondwana (Cordani *et al.*, 2000). Esse lineamento atravessa o continente sul-americano na direção NE-SW e passa por baixo dos sedimentos recentes na região do município de Acaraú, continuando no continente africano. Esses dois domínios tectônicos possuem uma história geológica complexa, de idade proterozoica.

A configuração tectônica da região ainda é pouco estudada, mas pode-se evidenciar, neste trabalho, por meio da correlação de perfis de poços para captação de água subterrânea, nas proximidades do Lineamento Transbrasiliano, em Acaraú e Itarema, a presença de *horsts* e *grabens* preenchidos com rochas sedimentares, de história geológica ainda desconhecida, que podem ser cronocorrelatas aos sedimentos das bacias de seu entorno, visto que apresentam espessura do pacote sedimentar e

profundidade incompatíveis com os sedimentos cenozoicos sobrepostos. Ainda, há a influência, na porção noroeste da área, das zonas de cisalhamento de Santa Rosa, Estreito, Adrianópolis, Granja e Araças. Essa complexa tectônica pré-cenozoica está recoberta pela não menos complexa história geológica dos vários eventos cenozoicos de deposição dos diversos depósitos fluviais, fluviomarinhos, fluviolacustres e eólicos, além do Grupo Barreiras, na região de estudo. Além disso, eventos relacionados a uma neotectônica são evidenciados nos sedimentos da Formação Camocim, que estão repletos de estruturas de liquefação por toda a área de estudo e foram evidenciados em diversos pontos durante as campanhas de campo.

• Cronoestratigrafia

As relações tectonoestratigráficas das unidades geológicas da área de estudo, na escala de mapeamento 1:100.000 representada no mapa, estão apresentadas no Quadro 3.1.

A história cronoestratigráfica da região inicia-se no Sideriano (2.3-2.5Ga) com o Complexo Gnáissico-Migmatítico de Granja (**PP1g**), constituído por gnaisses granulíticos não individualizados (Nogueira Neto *et al.*, 2014). Essa unidade aflora na porção sul do município de Camocim, nas proximidades do Rio Coreaú (Figura 3.1).

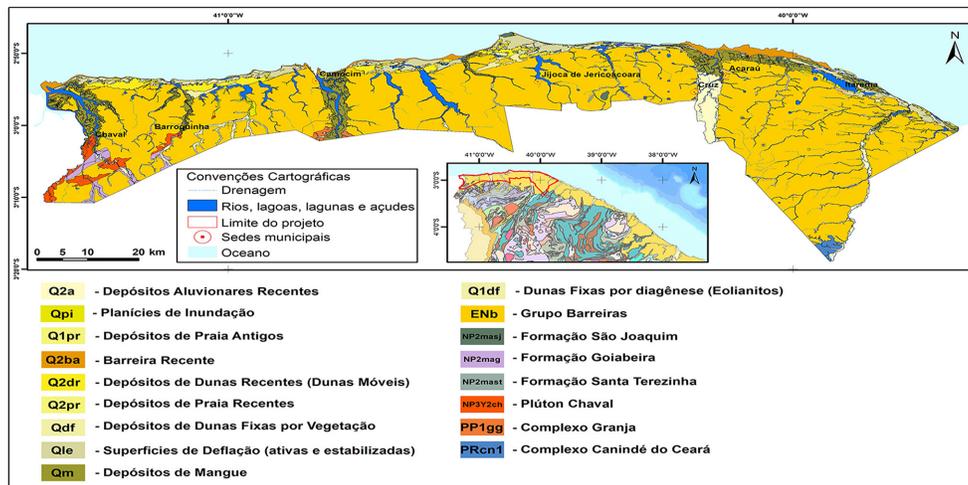


Figura 3.1: Mapa Geológico da área de estudo. Fontes: Unidades pré-cenozoicas: modificadas e ajustadas com trabalho de campo a partir do Mapa Geológico do Estado do Ceará 1.500.000 (Pinéo *et al.*, 2021) e ZEEC (Ceará, 2021).

- No **Riaciano (2,05-2.3Ga)**, encontramos o Complexo Canindé do Ceará (**PRcn1** - Quadro 3.1), composto por migmatitos diversos, predominantemente paraderivados, com estruturas bandadas e/ou dobradas. Em menor quantidade, esse complexo engloba metagranitoides migmatizados, ortoderivados, de coloração cinza, finos a médios, metamorfizados em fácies anfibolito, classificados como ortognaisses com alternância entre biotita e hornblenda como máfico principal, além de metaquartz-zomonzodiorito, metaquartzodioritos, metamonzogranitos e biotita monzogranitos (Pinéo *et al.*, 2018).

- No **Criogeniano (720-635Ma)**, estão as formações São Joaquim (**NP2masj**) e Santa Teresinha (**NP2mast**), pertencentes ao Grupo Martinópolis. A Formação São Joaquim é composta por quartzitos puros e micáceos, compactos e laminados (fácies tectonítica), em parte com cianita ou sillimanita ou estauroлита; ocasionais intercalações de xistos quartzosos, rochas calcissilicáticas e formações ferríferas (Quadro 3.1), além de milonitos, xistos derivados de vulcanitos ácidos (Nogueira Neto *et al.*, 2014). Ocorre nos municípios de Jijoca de Jericoacoara e Cruz, tendo, como afloramento mais importante, a icônica Pedra Furada no

Quadro 3.1: Relações tectonoestratigráficas das unidades geológicas da área de estudo.

Fonte: Elaborado pelos autores.

RELAÇÕES TECTONOESTRATIGRÁFICAS							
ERA	PERÍODO	IDADE (Ma)	COBERTURAS SUPERFICIAIS				
CENOZOÍCO	QUATERNÁRIO	2,6	Q1pr	Q2a	Q2dr	Qm	Q2ba
			Q1df	Qle	Qpi	Q2pr	Qdf
	NEÓGENO	23	ENb				
	PALEÓGENO	66					
PROVINCIA BORBOREMA							
SUB-PROVINCIA SETENTRIONAL							
ERA	PERÍODO	IDADE (Ma)	DOMÍNIO MÉDIO COREAÚ	DOMÍNIO CEARÁ CENTRAL			
PALEOZOICO	DEVONIANO	359					
	SILURIANO	419					
	ORDOVICIANO	443					
	CAMBRIANO	485					
		541					
NEOPROTEROZOICO	EDIACARANO	535	NP3y2ch	Lineamento Transbrasiliano			
	CRIOGENIANO	720	NP2mast				
		1000	NP2masj				
			NP2mag				
PALEOPROTEROZOICO	ESTATERIANO	1600					
	OROSIRIANO	1800					
		2050					
	RIACIANO	2300		PRcn1			
	SIDERIANO	2500	PP1gg				

Parque Nacional de Jericoacoara. No local, são comuns as Formações Ferríferas Bandadas, também, são aflorantes no município de Cruz (Figura 3.2), no relevo colinoso próximo a Cajuerinho (“Serra da Cucuruta” ou “Serrote do Cajueiro”). Já a Formação Santa Terezinha (Figura 3.3) é composta por clorita-sericita filitos, quartzo filitos, filitos carbonosos, filitos ardiosianos e metassiltitos; intercalações de metacarbonatos, metachertes e metavulcânicas ácidas (riolitos) de paleoambiente marinho e glacial-marinho. Essa unidade ocorre no contato com os afloramentos da Formação Barreiras Indiviso, ao sul da área estudada, no município de Cruz. Sendo marcada por solos petroplinticos rasos.

- **No Ediacarano (635-541Ma)**, está a Suíte Intrusiva Chaval (**NP3y2ch**) composta por hornblenda-biotita monzogranito megaporfírico de cor cinza, leucocrático com matriz fanerítica grossa, além de biotita-microclina granitos porfíricos, sienitos e sienogranitos (Pinéo *et al.*, 2018). Ocorre na forma de lajedos e *inselbergs* no município de Chaval e na Lagoa das Pedras, município de Camocim. Na parte SE, o corpo granítico está condicionado pela Zona de Cisalhamento de Santa Rosa, onde o granito encontra-se orientado.

- **No Cenozoico**, que será também detalhado no item 3.2, pois esses depósitos sedimentares, correlatos a unidades de relevo correspondentes, compreendem o Grupo Barreiras (de idade neógena/paleógena ~23ka), formado pelo Barreiras Indiviso (**ENb**), composto por arenitos argilosos de tonalidade variegada (amarelada, avermelhada e esverdeada), matriz argilocalúcnica, com cimento argiloso, ferruginoso e, às vezes, silicoso; granulação fina a média, com leitos conglomeráticos e nódulos lateríticos na base (no topo, areias sílticas bem classificadas podem ser encontradas) /sistema fluvial com esporádicas corridas de lama. A Formação Camocim (**ENbc** – Quadro 1) ocorre na área, sempre abaixo do Barreiras Indiviso, com as melhores exposições e espessuras no município de Camocim, onde

está a sua seção-tipo. É composta por ortoconglomerados grossos, oligomíticos, duros, compactos e cimentados por materiais lateríticos síltico-ferruginosos, de tonalidades castanho e avermelhado (Nogueira Neto *et al.*, 2014). Na porção oeste da área, é comum a presença de feldspatos, variando de 1 cm a 10cm, por vezes hexagonais e bem preservados (sem alteração), com planos de clivagem ainda presentes, o que pode demonstrar uma área-fonte muito próxima.

- **De idade neógena/quaternária (~2,6ka)**, estão as coberturas sedimentares de espraiamento aluvial (**NQc**), incluindo capeamentos de planaltos e coluviões holocênicos: sendo compostos por sedimentos argiloarenosos e arenoargilosos, de tons alaranjado, avermelhado e amarelado; apresentam-se, em certos locais, cascalhosos e laterizados na base (geralmente, o cimento é argiloso e ferruginoso)/fluvial (Nogueira Neto *et al.*, 2014).

- **No Quaternário (2,6ka ao recente)**, estão os depósitos fluviomarinhas e marinhas (planícies e canais de maré – **Q2mc**): compostos por mangues e apicuns, depósitos de planícies marinhas (planícies de maré arenosas – **Qma**, superfícies de abrasão marinha, praias – **Q1pr**; **Q2pr** e restingas) e recifes areníticos (cordões de *beachrocks* – **Q1rp**).

Adentrando o continente, ocorrem os depósitos fluviolagunares – **Qfl** (brejos) e os depósitos aluviais – **Q2a** (localmente coluviais) e de superfícies de inundação – **Qpi**, compostos por uma variação de argilas, areias argilosas, quartzosas e quartzofeldspáticas, conglomeráticas ou não, cascalhos e argilas orgânicas/fluvial.

Os depósitos eólicos são compostos por sedimentos arenosos bem selecionados, representados pelas dunas fixas – **Qdf** (fixadas por vegetação – **Q2df** ou diagênese (eolianitos) – **Q1df**) e as dunas móveis – **Q2dr**, além das extensas planícies de deflação – **Qle** (ativas – **Q1le** e estabilizadas – **Q2le**).



Figura 3.2: Quartzitos laminados muito fraturados individualizando blocos angulosos dispostos na encosta. Serrote do Cajueiro, município de Cruz - CE. Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 3.3: Saprólito de filitos da Formação Santa Terezinha, mostrando foliação subvertical na localidade de Juazeiro, município de Cruz - CE. Fonte: Elaborado pelos autores.

ASPECTOS GERAIS DO RELEVO

Introdução

A área do projeto comporta um conjunto de relevos dominado pelo ambiente dos tabuleiros litorâneos do Grupo Barreiras, com uma delgada planície costeira, além de campos de dunas e superfícies aplainadas em terrenos do Complexo Gnáissico-Migmatítico Granja e Suíte Intrusiva Chaval (Brandão; Freitas, 2014).

Em conformidade com o mapa de domínios geomorfológicos do estado do Ceará, publicado pelo SGB-CPRM, na escala de 1:750.000 (Dantas *et al.*, 2014), a área de estudo foi compartimentada em três unidades distintas, identificáveis em escala de 1:100.000, tendo recebido as seguintes denominações: Planície Costeira do Ceará, Tabuleiros Costeiros e Depressão Sertaneja (Figura 3.4).

Em complemento, são compartimentados os diversos padrões de relevo da área de estudo, num total de 17 (Tabela 3.1), os quais estão inseridos nos domínios geomorfológicos acima citados, e que se encontram representados no mapa de padrões de relevo, tomando como base a Biblioteca de Padrões de Relevo do Serviço Geológico do Brasil (Dantas, 2016) e o Guia para Elaboração de Cartas de Padrão de Relevo Multiescala (Dantas; Lacerda; Maia, 2023) (Figura 3.5). Segue abaixo a descrição e a análise sumária dos três domínios geomorfológicos identificados na área de estudo e seus respectivos padrões de relevo:

O domínio geomorfológico **Planície Costeira do Ceará** estende-se ao longo de toda a faixa litorânea da área do projeto, que vai do município de Itarema ao município de Chaval, na divisa com o Piauí. Faz limite, a sul, com o domínio dos Tabuleiros Costeiros e com um pequeno segmento do domínio da Depressão Sertaneja, na porção oeste; a norte, faz limite com a linha de costa. Em alguns setores da linha de costa, o domínio dos Tabuleiros Costeiros chega ao litoral formando falésias, a exemplo da Praia das Barreiras, em Camocim.

Esse domínio apresenta um diversificado conjunto de padrões de relevo deposicionais de origens fluvial, eólica e marinha, que formam belíssimas paisagens e atraem visitantes de todas as partes, promovendo o desenvolvimento de um setor econômico muito importante para o Ceará, o turismo. Predominam os processos de deposição marinha dominados por ondas, que retrabalham os sedimentos transportados do continente pelos rios, destacadamente o Acaraú e o Coreaú (Muehe, 1995; Meireles; Raventos, 2002; Willwock *et al.*, 2005), sucedido por um intenso retrabalhamento por ação dos ventos, gerando um amplo e diversificado conjunto de feições eólicas com alta atividade morfodinâmica (Carvalho; Maia; Dominguez, 2006; Meireles, 2011).

Os padrões de relevo encontrados nesse domínio são as planícies marinhas formadas por praias e restingas; planícies de maré arenosas (barras arenosas); planícies de deflação (lençóis de areia); campos de dunas (fixas ou móveis); eolianitos (dunas litificadas); planícies fluviomarinhas formadas por mangues ou campos salinos (apicum); planícies fluviolacustres (brejos); além de um promontório em forma de morro em rochas quartzíticas, que é a Ponta de Jericoacoara, descritos a seguir:

As planícies marinhas formadas por praias (**R1e1**) constituem-se de superfícies sub-horizontais, compostas por depósitos arenosos, gerados por processos de sedimentação marinha, depositados pelas correntes de deriva litorânea, que são permanentemente mobilizados pela ação eólica e retrabalhados pelas ondas que atingem a faixa de praia. Apresentam amplitude de relevo de 2 m a 5 m, e inclinação do perfil praial variando de 0° a 5°. As praias da área de estudo são, em geral, estreitas, com extensão de poucas dezenas de metros (Figura 3.6), fazendo contato com as planícies de restinga (**R1e**), que em termos de deposição sedimentar são similares às praias, sendo diferenciadas por possuírem vegetação pioneira de restinga (Figura 3.7). Também, estão em contato com as planícies de deflação e campos de dunas (Silva, 2008; Dantas, 2016; Dantas *et al.*, 2014; Marino; Freire; Horn, 2012).

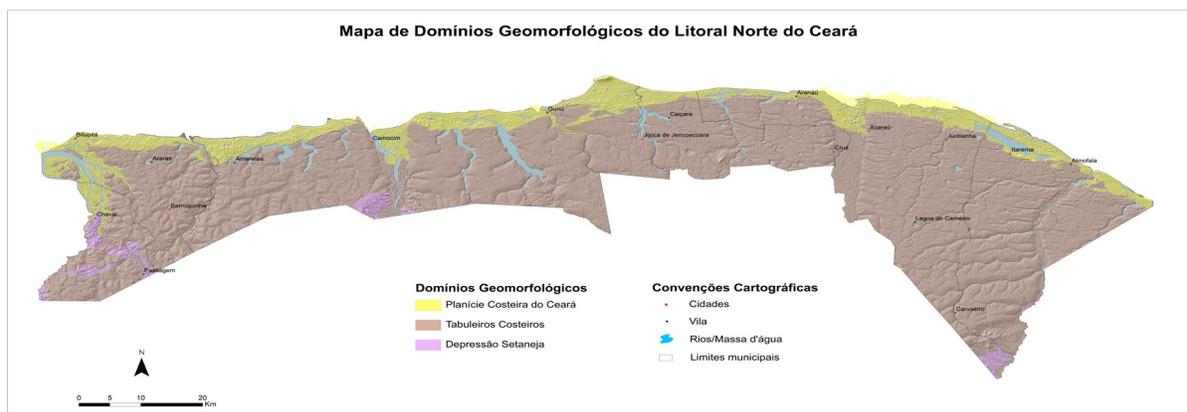


Figura 3.4: Mapa de Domínios Geomorfológicos da área do Projeto Geodiversidade do Litoral Norte do Ceará. Fonte: modificado de Dantas *et al.*, (2014).

Tabela 3.1: Declividade e amplitude topográfica das formas de relevo identificadas na área do Projeto Geodiversidade do Litoral Norte do Ceará.

PADRÕES DE RELEVO	CÓDIGO DE RELEVO	AMPLITUDES PREDOMINANTES	DECLIVIDADES PREDOMINANTES	
			GRAUS	%
PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO (VÁRZEAS)	R1a	Zero	0-3°	0-5%
PLANÍCIES FLUVIOMARINHAS (MANGUES)	R1d1	Zero	Plano (0°)	0%
PLANÍCIES FLUVIOMARINHAS (CAMPOS SALINOS OU APICUM)	R1d1a	Zero	Plano (0°)	0%
PLANÍCIES FLUVIOLACUSTRES (BREJOS)	R1d3	Zero	Plano (0°)	0%
PLANÍCIES DE MARÉ ARENOSAS (BARRAS ARENOSAS)	R1d6b	Zero	Plano (0°)	0%
PLANÍCIES MARINHAS (RESTINGAS)	R1e	2 a 8 m	0-5°	0-9%
PLANÍCIES MARINHAS (PRAIAS)	R1e1	2 a 5 m	0-5°	0-9%
CAMPOS DE DUNAS (DUNAS FIXAS)	R1f1	2 a 40 m	3-30°	5-58%
CAMPOS DE DUNAS (DUNAS MÓVEIS)	R1f2	2 a 40 m	3-30°	5-58%
PLANÍCIES DE DEFLAÇÃO (LENÇÓIS DE AREIA)	R1f3	2 a 10 m	0°-5°	0-9%
EOLIANITOS (DUNAS LITIFICADAS)	R1f4	2 a 40 m	3°-30°	5-58%
TABULEIROS	R2a1	20 a 50 m	Topo Plano (0° a 3°); Vertentes (10-25°)	Topo plano (0-5%); Vertentes (18-47%)
SUPERFÍCIES APLAINADAS CONSERVADAS	R3a1	0 a 10 m	0-5°	0-9%
SUPERFÍCIES APLAINADAS DEGRADADAS	R3a2	10 a 30 m	0-5°	0-9%
RELEVOS RESIDUAIS (INSELBERGS, MORROS-TESTEMUNHO, PICOS ISOLADOS, PONTÕES, MONÓLITOS)	R3b	50 a 500 m	25°-45° Ocorrem paredões subverticais 60-90°	47-100% Paredões >100%
COLINAS	R4a1	20 a 50 m	3°-10°	5-18%
MORROS BAIXOS	R4a2	50 a 120 m	5°-20°	9-36%



Figura 3.5: Mapa de Padrões de Relevo da área do Projeto Geodiversidade do Litoral Norte do Ceará. Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 3.6: Planície marinha da Praia de Barrinha. Município de Acaraú. Fonte: Arquivo do projeto (2022).



Figura 3.7: Planície de restinga com a presença de vegetação rasteira na Praia dos Patos. Município de Itarema. Fonte: Arquivo do projeto (2022).

Antecedendo as planícies marinhas praias, abaixo da linha de costa ou na desembocadura dos estuários, aparecem, na maré baixa, as planícies de maré arenosas ou barras arenosas (**R1d6b**). São superfícies planas constituídas de barras arenosas quartzosas, muito frequentes em costas rasas de ambientes de macromaré de zona equatorial, que na zona costeira do Ceará apresentam extensões bem menores que as encontradas no litoral do Pará ou do Maranhão. Esses sedimentos afloram apenas na maré baixa e são desprovidos de qualquer cobertura vegetal, com amplitude de relevo zero e inclinação idem. Essas feições apresentam, na área de estudo, grande mobilidade devido à alta atividade morfodinâmica, caracterizada por uma intercalação de barras arenosas e canais de maré (Figura 3.8) (Dantas, 2016).

Em continuidade à estreita planície marinha da costa norte cearense, encontram-se extensas planícies de

deflação (**R1f3**), formando lençóis de areia e vastos campos de dunas fixas (**R1f1**), móveis (**R1f2**), e os eolianitos (**R1f4**), que são dunas litificadas, além de um promontório em forma de morro baixo (**R4a2**) na localidade de Jericoacoara. As formações eólicas são construídas a partir do retrabalhamento de areias marinhas da planície costeira e da plataforma continental interna rasa, sob domínio de ventos alísios do quadrante leste, em clima semiárido (Giannini, 2007; Dantas *et al.*, 2014; Dantas *et al.*, 2023). Mabesoone (1978) denominou, apropriadamente, de “costa semiárida” o litoral do Ceará, onde a poucos quilômetros da linha de costa é encontrada vegetação de Caatinga, no domínio da Depressão Sertaneja. As planícies de deflação são superfícies de relevo plano ou de inclinações muito suaves, recobertas por lençóis de areia quartzosa, bem selecionada, sujeitos a processos de remobilização eólica intermitente e de migração de sedimentos que alimentam os corpos de dunas adjacentes. Dessa forma, estão associadas à formação das dunas e a sua área de recarga, num único sistema eólico. Esses terrenos estão, via de regra, posicionados em um nível topográfico mais baixo do que os campos de dunas circunjacentes e apresentam-se, por vezes, revestidos por uma vegetação pioneira e esparsa de gramíneas, devido ao frequente fluxo de areia. Apresentam amplitude de relevo de 2 m a 10 m e inclinação das vertentes de 0° a 5°. (Figura 3.9) (Dantas, 2016).

As dunas móveis são superfícies de relevo ondulado, constituídas de depósitos arenoquartzosos bem selecionados, depositados por ação eólica longitudinalmente à linha de costa. Apresentam amplitude de relevo de 2 a 40 m e inclinação das vertentes de 3° a 30°. Na área do litoral norte do Ceará, predominam dunas móveis do tipo barcana, que são constituídas, sobretudo, por depósitos de areia de granulometria fina a média, bem selecionados, de coloração esbranquiçada e que se encontram sem cobertura



Figura 3.8: Planície de maré arenosa, formando barras arenosas, na desembocadura do Rio Tucunduba, na Praia de Tatajuba. Município de Camocim. Fonte: Arquivo do projeto (2022).



Figura 3.9: Planície de deflação com pequenas dunas frontais na Praia de Patos. Município de Itarema. Fonte: Arquivo do projeto (2022).



Figura 3.10: Campo de dunas móveis no Parque Nacional de Jericoacoara. Município de Jijoca de Jericoacoara. Fonte: Arquivo do projeto (2022).

vegetal. A migração dessas dunas provoca a destruição de casas e interrupção de estradas que foram construídas próximo a esses ambientes deposicionais. Na área do Parque Nacional de Jericoacoara, observa-se um bellissimo campo de dunas, onde diariamente centenas de turistas apreciam o pôr do sol (Figura 3.10) (Dantas, 2016), encontra-se a Ponta de Jericoacoara, bellissimo promontório em forma de morro, esculpido em rochas quartzíticas neoproterozoicas da Formação São Joaquim, resultado dos dobramentos da margem continental do, quando do fechamento dos oceanos posicionados entre os crátons Oeste Africano, Amazônico e São Francisco-Congo (Figura 3.11) (Julio *et al.*, 2013).

As dunas fixas são superfícies de relevo ondulado, constituídas de depósitos arenoquartzosos bem selecionados, depositados por ação eólica longitudinalmente à linha de costa, podendo, também, se desenvolver em zonas interioranas. Apresentam amplitude de relevo de 2 a 40 m e inclinação das vertentes de 3° a 30°. Assim como nas dunas móveis, na área do litoral norte do Ceará predominam dunas fixas do tipo parabólica, porém majoritariamente de pequeno porte, que são fixas em função da vegetação pioneira que recobre esses depósitos arenosos, o que diminui a ação dos ventos, levando à estabilização das mesmas. São constituídas por areia fina a muito fina, de coloração amarelada a esbranquiçada (Figura 3.12) (Dantas, 2016).

Os eolianitos são dunas que passaram por um processo de litificação, de composição quartzo-bioclastica, cimentados por carbonato de cálcio, cuja diagênese ocorreu subsuperficialmente, com predomínio da ação de águas pluviais. Ocorre em praticamente toda a costa do litoral norte do Ceará. Compreendem uma unidade geológica holocênica, cujas estruturas e composição suportam informações sobre a dinâmica eólica e as condições climáticas e de ambiente costeiro existentes à época de sua formação. Essas dunas litificadas aparentam formas



Figura 3.11: Promontório em forma de morro em rochas quartzíticas da Formação São Joaquim, no Parque Nacional de Jericoacoara. Município de Jijoca de Jericoacoara. Fonte: Arquivo do projeto (2022).



Figura 3.12: Campo de dunas fixas pela vegetação com urbanização incipiente, no distrito de Almofala. Município de Itarema. Fonte: Arquivo do projeto (2022).

de relevo ruiforme, esculpidas por abrasão eólica, onde se observam estruturas sedimentares, tais como, estratificações de grande porte, plano-paralelas e cruzadas em forma de cunha (Figura 3.13). Apresentam amplitude de relevo de 2 m a 40 m e inclinação das vertentes de 3° a 30°. (Carvalho *et al.*, 2009; Claudino-Sales, Carvalho, Pedrosa, 2021; Dantas *et al.*, 2023).

As planícies fluviomarinhas, recobertas de mangues do litoral norte do Ceará, desenvolvem-se em terrenos lamosos, saturados em água, muito ricos em matéria orgânica, situados nos estuários dominados por maré. São superfícies planas, de interface com os sistemas deposicionais continentais e marinhos, constituídas de depósitos argiloarenosos a argilosos. Os terrenos são periodicamente inundados, sob influência de refluxo de marés. Apresentam superfícies planas com declividade nula. Nas planícies fluviomarinhas, a vegetação de mangue tem grande importância para a bioestabilização da planície e na deposição de sedimentos fluviais em suas margens. Nessa região litorânea, os manguezais funcionam como área de amortecimento dos impactos provocados por inundações fluviais e avanços do mar. A importância ecológica é aumentada por se tratar de berçário para reprodução de várias espécies de crustáceos e peixes (Figura 3.14) (Dantas *et al.*, 2014).

Os campos salinos, contidos nas planícies fluviomarinhas, representam subambientes das planícies de maré por manguezais. São superfícies planas de declividade nula, desprovidas de vegetação ou revestidas por uma rala cobertura herbácea ou espécimes raquíticos da vegetação de manguezal. No período de estiagem, ocorre o acúmulo de sal na superfície por capilaridade. (Figura 3.15) (Dantas *et al.*, 2014).

As planícies fluviolacustres, ou brejos, são superfícies que apresentam amplitude de relevo e inclinação planas, de interface com os sistemas deposicionais fluviais e lacustres, constituídas de depósitos argiloarenosos a argilosos.



Figura 3.13: Dunas litificadas, que formam eolianitos com estratificação plano-paralela, na Praia de Maceió. Município de Camocim. Fonte: Arquivo do projeto (2022).



Figura 3.14: Planície fluviomarinha recoberta de mangue em contato com a planície marinha da Praia de Maceió. Município de Camocim. Fonte: Arquivo do projeto (2022).

Os terrenos dessas planícies são mal drenados e, na maior parte do ano, ficam inundados, estão revestidos por matas aluviais, campos de várzea e vegetação de cocais, onde predomina a carnaúba. No litoral norte do Ceará, muitas dessas planícies são formadas devido ao barramento dos rios pelos campos de dunas (Figura 3.16) (Neumann *et al.*, 2008; Rossetti, 2008; Dantas *et al.*, 2014).

O domínio geomorfológico dos **Tabuleiros Costeiros**, na área do projeto, está limitado, a norte, pelo domínio da Planície Costeira do Ceará e, a sul, faz contato com o domínio da Depressão Sertaneja. Os tabuleiros estão esculpados, predominantemente, em rochas sedimentares de idade terciária do Grupo Barreiras, sendo indiviso para os arenitos argilosos com areias sílticas no topo, e da Formação Camocim, com ortoconglomerados grossos cimentados por materiais lateríticos síltico-ferruginosos (Cavalcante *et al.*, 2003). Predominam coberturas arenosas na faixa mais



Figura 3.15: Planície fluviomarinha com campos salinos (apicuns) no Rio dos Remédios. Município de Barroquinha. Fonte: Arquivo do projeto (2022).



Figura 3.16: Planície fluviolacustre na localidade de Varjota. Município de Itarema. Fonte: Arquivo do projeto (2022).



Figura 3.17: Borda de tabuleiro erodido pela abrasão marinha formando falésias na Praia das Barreiras. Município de Camocim. Fonte: Arquivo do projeto (2022).

próxima à planície costeira, enquanto mais para dentro do continente ocorrem coberturas arenoargilosas. Nesse domínio, ocorre dois padrões de relevo: os tabuleiros (**R2a1**) e as planícies de inundação (**R1a**) (Souza, 1988; Bezerra, 2009; Dantas *et al.*, 2014).

Os tabuleiros no litoral norte do Ceará são formas de relevo suavemente dissecadas, com extensas superfícies de gradientes extremamente suaves, com topos planos e alongados e vertentes tênues, que formam vales amplos, e, em alguns segmentos costeiros, falésias de baixa amplitude, como as que ocorrem na Praia das Barreiras, em Camocim (Figura 3.17). Como exceção, em todo o domínio dos tabuleiros, nessa área litorânea, encontra-se, no município de Cruz, uma colina em rochas quartzíticas da Formação São Joaquim, de onde se observa a ampla superfície tabular regional (Figura 3.18).

A dissecação desses tabuleiros ocorre pela degradação das rochas sedimentares, por uma rede de canais fluviais com moderada densidade de drenagem, paralelos entre si e perpendiculares à linha de costa, que formam as planícies de inundação. As planícies de inundação, próximo à zona costeira, estão em contato com as planícies fluviomarinhas, com vegetação de mangue, como ocorre no estuário do Rio Acaraú (Figura 3.19); E campos salinos, a exemplo do Rio Aracati-Mirim, em Itarema. Quando em contato com os campos de dunas, a drenagem é por vezes barrada formando lagoas, como a Lagoa da Cangalha, em Camocim. Os topos dos tabuleiros são ocupados por vegetação nativa, plantações de cajueiros, coqueiros e culturas de subsistência.

O domínio da **Depressão Sertaneja**, na área de estudo, está representado por três pequenos segmentos: nos extremos sudoeste (Chaval) e sudeste (Itarema) da área, e a sul de Camocim, ladeando as margens do Rio Coreaú. É parte de uma vasta superfície arrasada por processos de erosão generalizada do relevo em diferentes níveis



Figura 3.18: Vista dos extensos tabuleiros costeiros do litoral norte do Ceará, a partir da Colina da Cacuruta. Município de Cruz. Fonte: Arquivo do projeto (2022).



Figura 3.19: Planície de inundação do Rio Acaraú. Município de Acaraú. Fonte: Arquivo do projeto (2022).

altimétricos, com a ocorrência de relevos residuais (Souza, 1988). Esse vasto domínio estende-se desde o contato com os tabuleiros litorâneos até o sul do estado, onde faz contato com a Chapada do Araripe, a oeste com a Chapada da Ibiapaba, e na região central com os Maciços Residuais Cristalinos. Ocorrem três padrões de relevo: as superfícies aplainadas conservadas (**R3a1**), as superfícies aplainadas degradadas (**R3a2**) e os relevos residuais (**R3b**) (Dantas *et al.*, 2014; Dantas, 2016).

As superfícies aplainadas conservadas são superfícies planas a levemente onduladas, com amplitude de relevo que varia de 0 a 10 m e inclinação das vertentes de 0° a 5°, promovidas pelo arrasamento geral dos terrenos, mas que não sofreram posterior retomada erosiva e reafeiçoamento do relevo, à semelhança do que pode ser visto no extremo sudeste do município de Itarema, em terrenos formados por paragnaisses da Unidade Canindé, do Complexo Ceará (Figura 3.20).

As superfícies aplainadas degradadas são áreas de relevo de aplainamento com superfícies suavemente onduladas, cuja amplitude de relevo varia de 0 a 30 m e inclinação das vertentes de 0° a 5°, onde processos de arrasamento dos terrenos, seguidos de retomada erosiva proporcionada pela incisão suave de uma rede de drenagem incipiente, respondem pelas grandes depressões interplanaálticas não apenas de modo local, mas regional. Portanto, é uma forma de relevo que não assume feição de ambiente colinoso, mas de extenso e monótono relevo suavemente ondulado, como ocorre na porção central do município de Chaval, em terrenos graníticos da Suíte Intrusiva Chaval, e a sul do município de Camocim, em terrenos formados por granulitos do Complexo Granja (Figura 3.21).

Ainda no município de Chaval, destaca-se na paisagem aplainada um conjunto de relevos residuais formado por *inselbergs*, monólitos e lajedos, em rochas da Suíte Intrusiva Chaval (Figura 3.22). Os relevos residuais são distintos da paisagem aplainada, remanescentes do arrasamento geral dos terrenos. Apresentam amplitude de relevo que varia de 50 m a 500 m e Inclinação das vertentes de 25° a 45°, com ocorrência de paredões rochosos subverticais.

■ USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Introdução

O uso e a cobertura do solo são temas importantes na área de geografia e meio ambiente, pois impactam diretamente a disponibilidade de recursos naturais e o equilíbrio dos ecossistemas. O uso do solo se refere à forma como as áreas são utilizadas pelo ser humano, enquanto a cobertura do solo aos tipos de vegetação e solos presentes na superfície terrestre.

A compreensão da dinâmica do uso e da cobertura do solo é essencial para a gestão ambiental e territorial, pois permite identificar áreas de maior fragilidade e potenciais



Figura 3.20: Superfície aplainada conservada com afloramento de paragnaisses da Unidade Canindé, do Complexo Ceará. Município de Acaraú. Fonte: Arquivo do projeto (2022).



Figura 3.21: Superfície aplainada degradada em terrenos formados por granulitos do Complexo Granja. Município de Camocim. Fonte: Arquivo do projeto (2022).

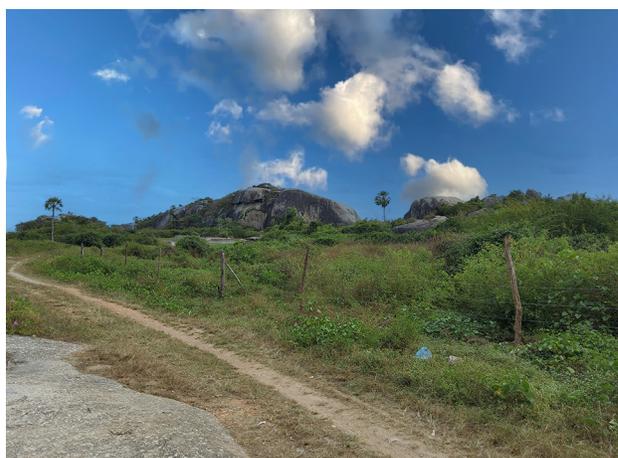


Figura 3.22: Relevo residual caracterizado por um pequeno inselberg, esculpido em rochas graníticas da Suíte Intrusiva Chaval. Município de Chaval. Fonte: Arquivo do projeto (2022).

conflitos entre diferentes usos, além de orientar políticas públicas para o desenvolvimento sustentável.

Para este trabalho, foi realizado o estudo comparativo de uso e cobertura do solo do Litoral Norte do Ceará, para os anos de 1991 e 2020, por meio da análise de imagens de satélites, visando buscar informações que permitam entender as alterações do espaço geográfico ao longo do tempo. Uma abordagem mais detalhada da metodologia utilizada para a aquisição e processamento de imagens, assim como da classificação das áreas, encontra-se no Capítulo 2 (Aspectos Metodológicos).

A maior concentração do bioma de Caatinga, para o ano de 1991, está representada no somatório das áreas dos municípios de Chaval, Camocim e Barroquinha (com aproximadamente 94 km² a mais), quando comparado com o somatório das áreas dos municípios restantes. Para o ano de 2020, a diferença entre o mesmo grupo de municípios aumenta para 100 km². Além disso, foi possível perceber, ao analisar as imagens, que a forma de ocupação do espaço sofreu um rearranjo ao longo desses 29 anos. Também, é possível notar que a vegetação natural do bioma, desde da década de 1990, já não representava nem 60% da área de trabalho devido à forte antropização (Tabela 3.2).

As Figuras 3.23 e 3.24 apresentam o uso e cobertura do solo da área de trabalho para os anos de 1991 e 2020, respectivamente. É possível observar que há uma diferença na cobertura do solo ao compararmos a porção leste com a oeste da área de trabalho. A porção leste mostra-se muito mais antropizada com relação ao setor oeste para ambos os anos.

Ao analisar as imagens para os anos de 1991 e 2020, percebe-se que uma grande diferença entre elas é o aparecimento da classe de carcinicultura, conforme Figura 3.25. O estado do Ceará é o maior produtor de camarão no país e sua trajetória no setor remonta desde o início dos anos 2000.

O município que mais apresentou o desenvolvimento de carcinicultura foi Acaraú, com 9,64 km², nos apicuns e áreas de mangue do baixo Rio Acaraú até a foz do Rio Zumbi, no extremo leste do município, seguido do município de Camocim com 5,6 km², ao longo das áreas de mangue da margem direita do Rio Coreaú, na confluência com o Riacho dos Paus Brancos e na margem esquerda próximo à mancha urbana, e Barroquinha, com 1,5 km², em manguezais que margeiam o Rio da Chapada, e próximo à mancha urbana. Os demais municípios aparecem com áreas inferiores a 1 km². O somatório das áreas de carcinicultura para toda a área de trabalho é de, aproximadamente, 18,04 km².

O somatório da perda das áreas de mangue ao longo de 29 anos entre as imagens analisadas, para toda a área de trabalho, é de 64 km². Ao analisarmos a perda dessa feição por município, percebe-se que o município de Cruz apresenta uma perda de 92% de sua área de mangue para as atividades de carcinicultura. Isso porque essa classe aparece muito diminuta e, portanto, quase a sua totalidade é alterada para essa atividade.

Perdas significativas são vistas também em Itarema, na ordem de 53%, Jijoca de Jericoacoara, com perda de 46%, e Acaraú, com perda de 31%. Os demais municípios apresentam perdas abaixo de 30% ao longo do tempo analisado.

Para os depósitos eólicos, que se estendem por quase toda a costa da área de trabalho, os números indicam uma diminuição de sua área total.

De modo geral, as dunas sofreram uma diminuição ao longo de 29 anos em toda a área de trabalho, exceto na porção extremo oeste, nos municípios de Chaval, onde não há a formação de dunas, e Barroquinha, onde foi apresentado um aumento de quase 20% de áreas recobertas por dunas.

Proporcionalmente, a maior perda dessa unidade de relevo foi no município de Itarema, localizado no extremo

Tabela 3.2: Uso Cobertura do solo do Litoral Norte do Ceará.

CLASSES 1991	ÁREA KM ²	%	CLASSES 2020	ÁREA KM ²	%
ÁGUA	155,19	4,04	Água	191,18	4,97
APICUM	101,34	2,64	Apicum	62,02	1,61
ÁREA ANTROPIZADA	929,61	24,18	Área antropizada	1.265,68	32,92
ÁREA URBANA	17,20	0,45	Área urbana	46,06	1,20
-	-	-	Carcinicultura	18,04	0,47
DUNAS	229,90	5,98	Dunas	186,97	4,86
MANGUE	196,87	5,12	Mangue	132,95	3,46
SOLO EXPOSTO	43,72	1,14	Solo exposto	253,99	6,61
VEGETAÇÃO	2.171,12	56,47	Vegetação	1.688,31	43,91

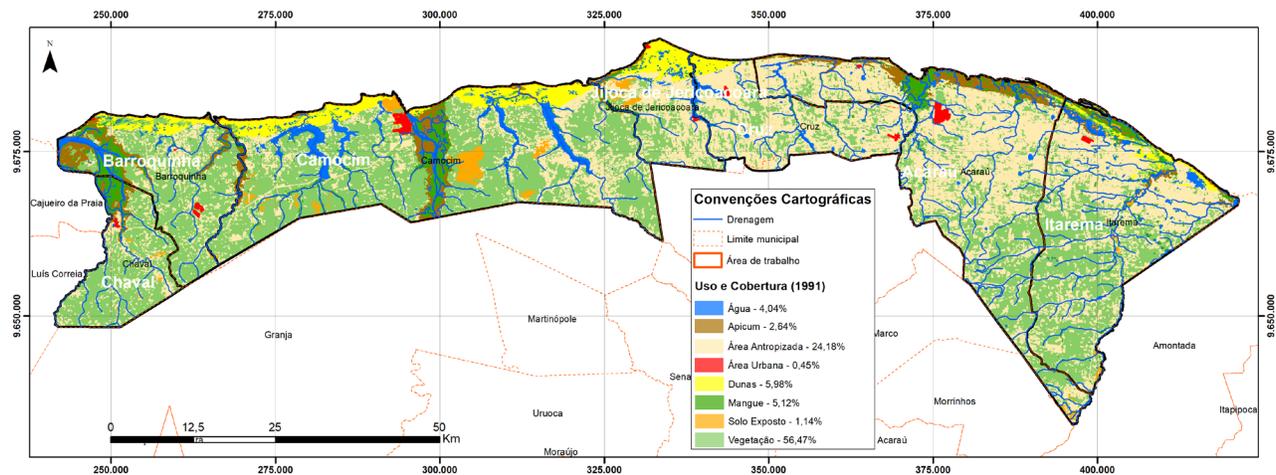


Figura 3.23: Mapa de Uso e Cobertura do Solo da área do Litoral Norte do Ceará – Ano 1991.
Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

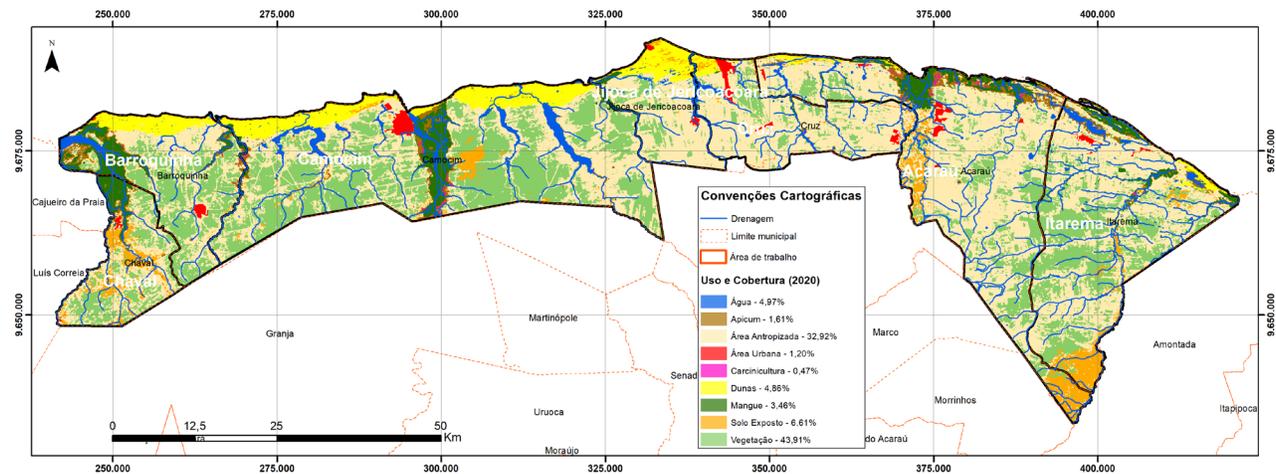


Figura 3.24: Mapa de Uso e Cobertura do Solo da área do Litoral Norte do Ceará – Ano 2020.
Fonte: Elaborado pelos autores (2022).



Figura 3.25: Carcinicultura em área de apicum na localidade de Aranaú, município de Acaraú-CE
Fonte: Elaborado pelos autores.

leste da área de trabalho, com 75% de perda de áreas de dunas, seguido pelo município de Cruz com 56%, Jijoca de Jericoacoara com 25% (Figura 3.26), e Acaraú com 22%. O município de Camocim apresentou uma perda de aproximadamente 3% das áreas de dunas.

Por apresentar uma dinâmica típica de dunas móveis, a Duna do Pôr do Sol possui um processo de migração e retrabalhamento natural pela ação dos ventos. O processo de remobilização e, portanto, desaparecimento, está ocorrendo em razão de fatores naturais como os ventos, as marés e o próprio déficit de areia (Figura 3.26).

Silveira *et al.* (2019) constataram que processos erosivos provocados pela atuação das ondas na linha de base da Duna do Pôr do Sol, são fatores responsáveis pela diminuição do seu tamanho. No período de 2010 a 2017, a duna apresentou uma redução em sua área de quase 7 ha. A tendência de diminuição da área da duna, de 2010 a 2017, foi confirmada com a redução de 2017 para 2018, que foi de 1ha. Contudo, a atividade turística pode ter acelerado, com o pisoteio, o processo de remobilização de sedimentos para o oceano.

Carvalho, Maia e Dominguez. (2006) ao falar sobre diversos trabalhos e metodologias para medição e averiguação das migrações de dunas, tanto por métodos diretos como indiretos, utilizando sensoriamento remoto, cita trabalhos como o de Sauermaann *et al.* (2003), que mencionam um comportamento de migração de dunas obtendo o valor empírico de deslocamento de 20 m/ano para a localidade de Jericoacoara.

A classe área urbana apresentou crescimentos significativos ao longo do intervalo de 29 anos. O menor crescimento visto foi no município de Acaraú, um aumento de 76% da mancha urbana, seguido pelo município de Camocim, com 85%, e Barroquinha, com 118%.

O maior crescimento da mancha urbana foi registrado no município de Cruz, com um aumento de aproximadamente 718%, saindo de 1,52 km² para 12,43 km². O grande avanço do crescimento da área urbana no município de Cruz ocorre às margens da Lagoa de Jijoca, estendendo-se desde o distrito de Caiçara até a Praia do Preá, no litoral.

Os municípios de Jijoca de Jericoacoara, Itarema e Chaval apresentam crescimentos muito próximos, com valores de 291%, 281% e 217%, respectivamente. A atividade turística, tanto para lazer quanto para esportes (o litoral da área de trabalho faz parte de conhecido circuito de *kite surf*), a economia da produção de caju, mandioca, carnaúba, dentre outros, fomentaram o crescimento dessas cidades ao longo do período analisado.

Importante ressaltar que nessa classe foi considerado, também, o aeroporto no município de Jijoca de Jericoacoara, uma vez que a resposta espectral está muito mais próxima das áreas urbanizadas do que para a classe de atividades antrópicas. A Figura 3.27 ilustra o crescimento das áreas urbanas para cada município.

Devido à mistura espectral ao analisar as imagens de satélite, com exceção das áreas de carcinicultura, as quais são bem distintas e de fácil identificação, preferiu-se generalizar as diversas culturas vistas na área de trabalho para classificar em uma única classe denominada área antropizada.

Essa classe vai englobar as diversas atividades antrópicas presentes na região, como a produção de sal marinho, agricultura de subsistência (plantações de caju, mandioca e milho) e algumas áreas de pecuária.

Vale mencionar, principalmente na parte oeste da área de trabalho, o surgimento de rodovias e estradas vicinais que vão cortar o bioma da Caatinga. Essas rodovias vão conectar pequenas áreas antropizadas a grandes eixos já



Figura 3.26: Duna do Pôr do Sol, em Jericoacoara em reportagem publicada no dia 31/03/2023 no G1-Ceará. Foto a): arquivo Diário do Nordeste — Foto b): Maristela Gláucia/TV Verdes Mares.

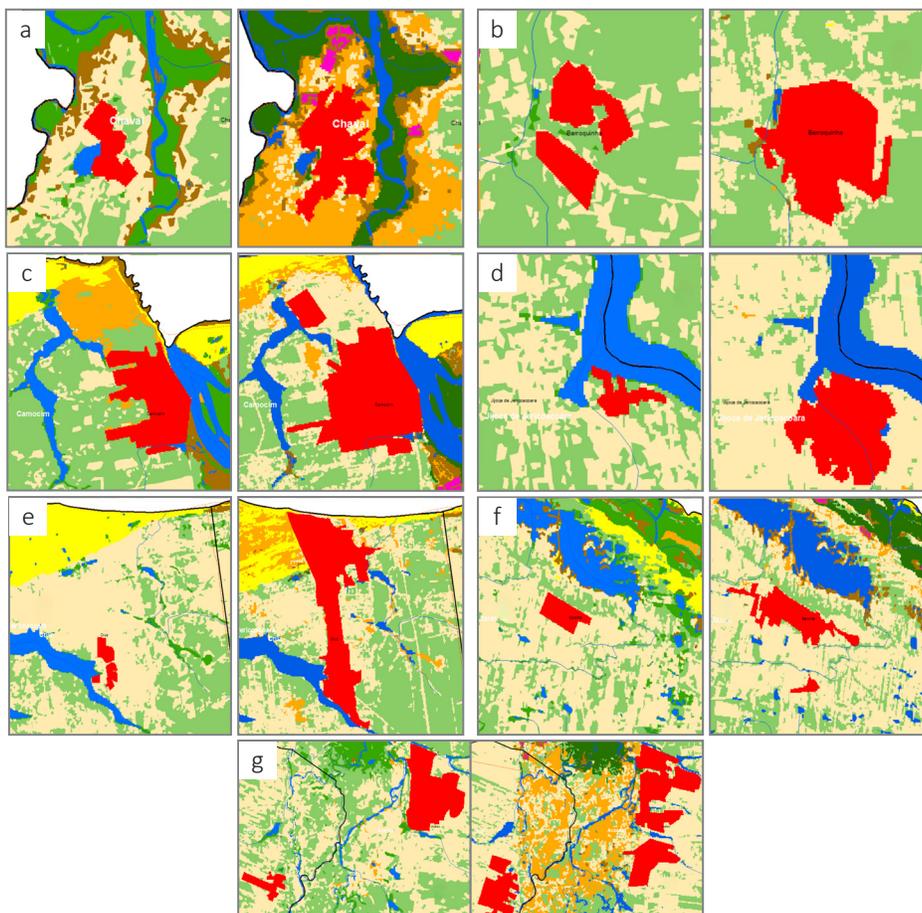


Figura 3.27: Modificação da área da mancha urbana para cada município da área de trabalho – a) Chaval, b) Barroquinha, c) Camocim, d) Jijoca de Jericoacoara, e) Cruz, f) Itarema e g) Acaraú. Fonte: Elaborado pelos autores.

existentes. O aparecimento dessas rodovias está intrinsecamente relacionado com a mudança da economia e com o aparecimento das fazendas e criatórios de peixes e camarões, assim como o reordenamento do espaço ao longo do tempo.

Na imagem de 1991, com ênfase no setor oeste, a classe área antropizada parecia ser mais difusa, com um único eixo central conectando a mancha urbana de Camocim a Barroquinha, chegando até Chaval. Já na imagem de 2020, não só o eixo principal foi mantido, mas outros eixos foram criados, justamente para atender ao escoamento da carcinicultura, que se mostra tão presente na economia atual, além do reordenamento de pequenos distritos em eixos transversais, conforme ilustrado na Figura 3.28.

Com a mudança do sistema econômico regional e a abertura desses eixos para escoamento de produção, houve, portanto, uma redução da vegetação da Caatinga para abertura de estradas (Figura 3.29). Proporcionalmente, o município que mais sofreu redução da vegetação foi o de Chaval, com perda de aproximadamente 41%.

O município de Cruz apresenta uma diminuição de 36% do bioma Caatinga em sua área municipal, seguido de Jijoca de Jericoacoara com 35% e Acaraú, com 28,5%.

Ao analisar as duas imagens, percebe-se não só o aumento da classe de área antropizada, mas também um aumento significativo da área classificada como solo exposto.

As áreas de solo exposto ocorrem, principalmente, a sul da mancha urbana de Chaval, no extremo oeste da área de trabalho, na porção sul dos municípios de Itarema e Acaraú, além das planícies de inundação do Rio Acaraú. Esta última parece ser uma área de dunas, onde há uma caatinga arbórea esparsa, com grandes extensões de areia e algumas áreas de concentração de água.

Outro ponto de grande quantidade de solo exposto está nos depósitos aluvionares da planície do Rio Acaraú. Meandros abandonados confirmam uma transgressão lateral, ao longo do período Holoceno, suficiente para formar uma ampla planície com trechos de até 4 km de extensão. O extenso leito do Rio Acaraú apresenta áreas com vegetação arbórea de Caatinga, Caatinga arbustiva

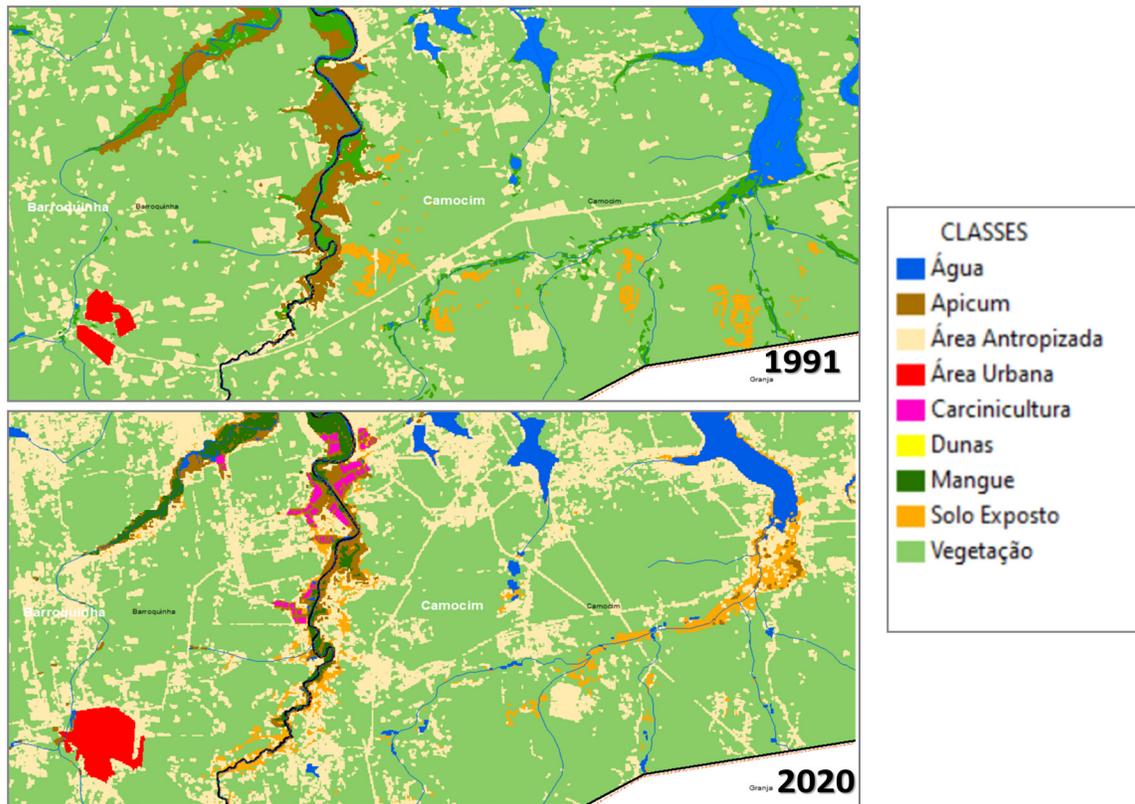


Figura 3.28: Reordenamento da área antropizada ao longo do tempo. Possível perceber na imagem de 2020 as inúmeras estradas abertas em meio à Caatinga e a forma com que as atividades antrópicas foram reordenadas em função desses eixos.
Fonte: Elaborado pelos autores.

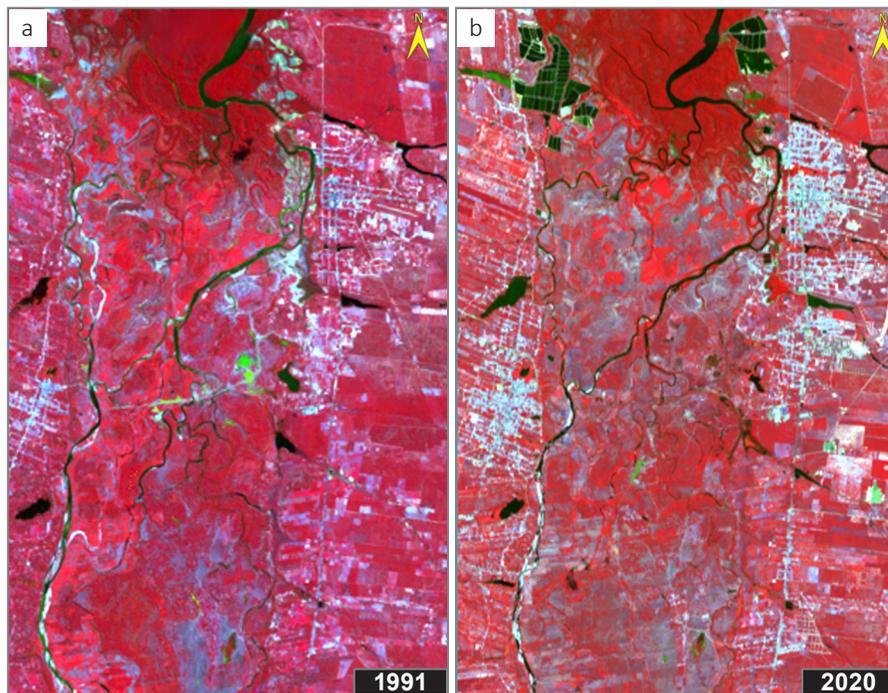


Figura 3.29: Extensa planície de inundação do Rio Acaraú – Município de Acaraú CE.
Fonte: Elaborado pelos autores.

esparso e alvéolos com a exposição de solos aluvionares, como apresentado na Figura 3.29.

As imagens a) e b) na Figura 3.29 são apresentadas em falsa cor para melhor destaque do contraste solo – vegetação. É possível observar na imagem b) maiores alvéolos de solo exposto ao longo da planície fluvial do Rio Acaraú. Ao norte, é possível notar o surgimento de grandes áreas de carcinicultura, em mangue próximo à desembocadura do Rio Acaraú.

Exposto isto, conclui-se que as imagens dos satélites LANDSAT 5 e 8 permitiram o mapeamento do uso e cobertura do solo do Litoral Norte do Ceará e serviram como instrumentos de avaliação da paisagem, além de fornecerem um banco de dados para a classificação supervisionada e para futuros planejamentos nessa área.

O método de classificação utilizado se mostrou muito eficiente para a identificação das distintas classes

temáticas na escala de trabalho, mesmo levando em conta os ajustes manuais.

O estudo comparativo de uso e cobertura do solo, para os anos de 1991 e 2020, ilustrou o avanço de atividades agrícolas e da carcinicultura, e como vêm tomando o espaço da Caatinga. Esse avanço pode ser visto mais nitidamente no setor oeste da área de trabalho, com a abertura de estradas e a modificação da cobertura do solo nas superfícies aplainadas. O setor leste apresentou menor crescimento de áreas antropizadas, uma vez que já se encontrava mais antropizado desde os anos 1990.

Por fim, sugere-se que, para fins de monitoramento e demais estudos, sejam feitas análises históricas de maior detalhe. Diante disso, o estudo de uso e cobertura do solo do Litoral Norte do Ceará, como diagnóstico das atividades antrópicas, pode contribuir muito para as futuras práticas de gestão.

4 INFLUÊNCIA DAS UNIDADES GEOLÓGICO-AMBIENTAIS, RELEVO E REGOLITOS NAS ADEQUABILIDADES/POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES FRENTE A DIVERSOS USOS

A área estudada possui um total de sete domínios geológico-ambientais que, por sua vez, subdividem-se em 14 unidades geológico-ambientais (Figura 4.1), distribuídas em uma área de aproximadamente 3.800 km², na qual a maior exposição é, em larga margem, referente ao Domínio dos Sedimentos Cenozoicos Pouco a Moderadamente Consolidados, Associados a Tabuleiros (DCT). Essa variação de domínios e unidades geológico-ambientais reflete em um mosaico de paisagens com diversas adequabilidades e limitações diante das obras de engenharia, potencial mineral e geoturístico, que são abordados neste capítulo.

- Sedimentos Cenozoicos (DC)

No Domínio DC (Figura 4.2) estão agrupados os sedimentos inconsolidados ou pouco consolidados depositados em meio aquoso ou misto, reunindo uma grande quantidade e variedade de depósitos sedimentares relacionados a ambientes lagunares, fluviais, fluviomarinhos, fluviolacustres e gravitacionais, distribuídos em diferentes cotas do terreno.

- Depósito de planície aluvial de baixo curso (DCa_Dpbc)

Esta unidade é representada por depósitos de baixa energia (Q2a) na planície aluvionar do baixo curso dos principais rios da região (Figuras 4.3 e 4.4).

■ ASPECTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

A unidade aparece distribuída por toda a área de estudo, em ambiente de várzea. Trata-se de sedimentos inconsolidados de composição arenosa a argiloarenosa, dispostos em estratos horizontalizados, de espessuras variáveis, podendo apresentar seixos e grânulos dispersos.

Material facilmente escavável e sem descontinuidades geomecânicas e hidrológicas importantes. Apresenta uma baixa capacidade de suporte e uma elevada

deformabilidade quando submetido a altas cargas. O lençol freático apresenta-se aflorante ou raso (< 2m). Essas características podem inviabilizar ou encarecer alguns tipos de obras de engenharia.

O terreno é inapropriado para urbanização e implantação de aterros sanitários, pois apresentam média a alta suscetibilidade a inundações e enchentes, principalmente em períodos de chuvas mais intensas. A ocorrência de processos hidrológicos tem sido potencializada devido ao aumento do desmatamento, assim como o aterramento para ocupação desordenada das planícies fluviais. Outro processo com potencial de ocorrência nessa unidade é a erosão de margens fluviais.

■ ASPECTOS GEOPEDOLÓGICOS

Na unidade, predominam solos de boa fertilidade natural, como Neossolos Flúvicos e Gleissolos Háplicos, adequados para o cultivo de culturas de várzea. No entanto, esses solos não são adequados para ocupação urbana e obras viárias, uma vez que são hidromórficos, sujeitos a inundação periódica.

■ ASPECTOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E HIDROGEOLÓGICOS

São aquíferos livres, descontínuos, de extensão limitada, com porosidade primária e permeabilidade altas, superfícies freáticas rasas, relacionadas às calhas dos rios aos quais estão hidráulicamente associados. Consistem, portanto, de aquíferos superficiais rasos, de baixo custo de exploração, com potencial para atendimento de pequenas demandas. Todavia, apresentam alta vulnerabilidade e inação por poluentes diversos. Mesmo com a facilidade das recargas ocorrerem de forma direta em sua superfície ou oriunda de escoamento superficial das áreas vizinhas do embasamento, durante o período de precipitação pluviométrica, pode ter o armazenamento de água subterrânea comprometido devido à sua pequena espessura e a

ocorrência de elevada taxa de evapotranspiração. Apesar da limitação na produção de água utilizando poços, a unidade é capaz de oferecer água de melhor qualidade físico-química comparado ao embasamento indiferenciado, podendo ser frequentemente aproveitada para consumo humano. Dados de condutividade elétrica ocorrem geralmente entre 150 e 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, podendo localmente atingir valores acima de 1.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Seu melhor aproveitamento está condicionado às áreas com uma melhor circulação e interação hidráulica com cursos d'águas superficiais, e, também, quando não ocorrem fontes poluidoras próximas. Quando ocorrem em áreas sedimentares, são esperadas vazões baixas, compreendidas entre 10 e 20 m^3/h . Quando em áreas cristalinas, são esperadas vazões muito baixas, compreendidas entre 4 e 10 m^3/h .

Recursos minerais

São áreas propícias para a exploração de areia para a construção civil e argila para a cerâmica. No entanto, mesmo com essas áreas favoráveis à exploração, as margens dos rios e as matas ciliares são classificadas como Áreas de Preservação Permanente (APPs), requerendo licença ambiental para a exploração. Esse requisito pode restringir a atividade minerária devido à legislação ambiental em vigor.

Geoturismo

Nas áreas onde o rio é represado, seja por condições naturais, gerando verdadeiras rias a partir do barramento do canal por campos de dunas ou por intervenções humanas, como a construção de açudes, surgem paisagens de espetacular beleza cênica. Essas paisagens são propícias para a criação de balneários com elevado potencial turístico, especialmente quando se preservam as características naturais da vegetação ou quando se promove a sua revitalização.

- Depósito marinho/continental (mangues) (DCm_Dm)

Esta unidade é representada por depósitos sedimentares de agradação sobre influência das marés (**Qm**), ricos em matéria orgânica, na planície fluviomarinha em baixo curso dos principais rios da região (Figuras 4.5 e 4.6). É comum a presença de estuários e apicuns (Figura 4.7). Os solos predominantes são os solos indiscriminados de mangue, periodicamente inundado, em associação com solos salinos (Gleissolos Sálidos) ou ricos em enxofre (Gleissolos Tiomórficos).

ASPECTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

Esta unidade aparece distribuída por toda a área de estudo, sendo constituída por sedimentos inconsolidados,

argiloarenosos a argilosos, ricos em matéria orgânica e sais, dispostos em camadas horizontalizadas de espessuras variáveis.

Material facilmente escavável, com baixa resistência à penetração e sem descontinuidades geotécnicas marcantes entre as camadas. Apresenta muito baixa capacidade de suporte (Figura 4.8), baixa resistência ao cisalhamento e elevada compressibilidade (solos moles). Quando submetidos a cargas elevadas, podem sofrer deformações por adensamento, resultando em recalques excessivos e diferenciais, que se processam de forma lenta e prolongada (podendo estender-se por anos).

O nível d'água é aflorante ou raso. Devido a isso, intervenções estruturais podem demandar a realização do rebaixamento do lençol freático (Figura 4.9).

A unidade apresenta baixa aptidão à urbanização, à obras viárias e à implantação de aterros sanitários, dada



Figura 4.5: Vegetação de mangue em Guriú, município de Camocim - CE. Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 4.6: Planície fluviomarinha e vegetação de mangue no Porto de Marambaia em Acaraú - CE. Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 4.7: Campo salino ou apicum situado nas margens do Rio da Chapada, em Araras, distrito de Barroquinha (CE). Caracteriza-se por uma superfície plana desprovida de vegetação que é periodicamente inundada à mercê das marés. No período de estiagem, ocorre o acúmulo de sal na superfície.
Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 4.9: Terreno aplainado com nível d'água aflorante, rico em matéria orgânica nas margens do Rio Coreaú.
Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 4.8 d: Baixa capacidade de suporte do solo de mangue gerando movimentação nas estruturas de suporte do duto.
Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 4.10: Extração de sal em planície fluviomarinha do Rio Coreaú, em Camocim (CE).
Fonte: Elaborado pelos autores.

a sua alta suscetibilidade a processos hidrológicos, o que é evidenciado pelas inundações diárias relacionadas com os ciclos das marés. Na área de estudo, é frequente o uso desse terreno para instalação de tanques de aquicultura e carcinicultura e de salinas (Figura 4.10).

A alta concentração de matéria orgânica e de sais em ambiente com variações diárias de nível d'água tende a aumentar a corrosividade do solo. Dessa forma, nesse tipo de terreno as obras subterrâneas devem ser construídas com materiais de alta resistência à corrosão e frequentemente monitorada.

ASPECTOS GEOPEDOLÓGICOS

Os solos de mangue são encontrados nas várzeas da baixada litorânea, nos estuários dos rios, e estão sob a influência das marés. Apresentam textura argilosa ou argiloarenosa, caracterizando-se pela ausência de pedregosidade e rochiosidade. Possui intensa atividade biológica, sendo rico em matéria orgânica, sais e enxofre. Esses terrenos são temporariamente alagáveis, o que lhe confere elevado poder de recalque e são também corrosivos para tubulações e equipamentos enterrados, tornando-os inadequados para a agricultura e construção civil.

■ ASPECTOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E HIDROGEOLÓGICOS

Existem vários núcleos urbanos ao longo da área com potencial para a poluição, devido à falta de sistema de esgotamento sanitário, o que aumenta o risco de contaminação. As águas são salobras e inadequadas para o consumo humano. A construção dos tanques para a criação de camarões tem causado sérios impactos ambientais na biota dos manguezais ao longo da região. É uma unidade não aquífera.

Recursos minerais

- Os manguezais são Áreas de Preservação Permanente (APP).

Geoturismo

Os manguezais representam zonas de notável importância ecológica, pois funcionam como refúgio para a reprodução de espécies marinhas, apresentando alto potencial para o turismo ecológico e a observação da fauna. Conforme estabelecido pela legislação, são Áreas de Preservação Permanente (APPs). Para que essas áreas sejam utilizadas para fins turísticos, é fundamental seguir as regras específicas estabelecidas pelo órgão responsável pela preservação do local.

- Ambiente Lagunar (DCfl_Dflc)

São áreas de acumulação inundáveis em suaves depressões, muitas vezes circulares (Figuras 4.11 e 4.12), que frequentemente se encontram sobre os depósitos do Grupo Barreiras. Essas áreas são caracterizadas por superfícies planas compostas por material argiloso a argiloarenoso.

■ ASPECTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

A unidade aparece distribuída por toda a área de estudo, sendo constituída por sedimentos inconsolidados, argiloarenosos a argilosos, ricos em matéria orgânica, dispostos em camadas horizontalizadas de espessuras variáveis. Não é raro encontrar solos moles e turfas.

Material facilmente escavável, com baixa resistência à penetração e sem descontinuidades geotécnicas marcantes entre as camadas. Terrenos com baixa capacidade de suporte, baixa resistência ao cisalhamento e muito mal drenados. Quando submetidos a cargas elevadas, podem sofrer deformações por adensamento, resultando em recalques excessivos e diferenciais, que se processam de forma lenta e prolongada.

Essa unidade apresenta fortes restrições quanto à urbanização e à implantação de aterros sanitários, dada a



Figura 4.11: Depósitos de planícies lagunares (brejos) em Lagoa das Pedras, município de Camocim - CE.
Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 4.12: Depósitos de planícies lagunares (brejos) em Lagoa das Pedras, município de Camocim - CE.
Fonte: Elaborado pelos autores.

sua média a alta suscetibilidade a processos hidrológicos, principalmente durante o período úmido.

O nível d'água é aflorante ou raso, por isso intervenções estruturais podem demandar a realização do rebaiamento do lençol freático.

A presença de matéria orgânica tende a aumentar a agressividade do solo, além de poder produzir gás metano, que é inflamável. Dessa forma, nesse tipo de terreno, as obras subterrâneas devem ser construídas com materiais de alta resistência à corrosão.

■ ASPECTOS GEOPEDOLÓGICOS

Nessa unidade geológico-ambiental, predominam Organossolos e Gleissolos Salinos ou Tiomórficos. São solos argilosos e turfosos, com elevado teor de matéria orgânica

e ausência de pedregosidade e rochoso, apresentando baixa suscetibilidade à erosão. Constituem áreas planas, adequadas para a agricultura de ciclo curto, embora sejam solos temporariamente alagáveis e ricos em sais, o que os torna corrosivos para tubulações e equipamentos enterrados, sendo, portanto, inadequados para obras enterradas.

■ ASPECTOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E HIDROGEOLÓGICOS

São perenes e a relação entre a demanda e a disponibilidade hídrica é favorável. O aquífero é do tipo granular, no entanto, apresenta baixa produtividade e alta vulnerabilidade à contaminação por poluentes diversos. Focos de contaminação das águas subterrâneas em áreas urbanas foram identificados, principalmente devido à ineficiência do sistema de esgotamento sanitário e à presença de postos de gasolina. Recomenda-se a eliminação das fontes poluidoras para preservar as áreas de recarga do aquífero.

Recursos minerais

Potencialidade para materiais da construção civil, como areia e argila para uso como material de empréstimo. Em alguns desses corpos hídricos, foram registradas ocorrências de diatomita.

Geoturismo

Em meio à monotonia das planícies semiáridas do Nordeste brasileiro, constituem paisagem de exceção com potencialidade para serem exploradas turisticamente.

- Depósitos de praia e de cordões litorâneos (DCmc_Dmar)

Esta unidade é representada por depósitos sedimentares litorâneos de praias (**Q1pr** e **Q2pr** – Figura 4.13) e planícies de maré arenosas (**Q2ba**). Englobando, ainda, terraços marinhos, cordões litorâneos, superfícies de abrasão marinha (Figura 4.14) e beach rocks não mapeáveis na escala de trabalho.

■ ASPECTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

A unidade aparece em praticamente toda a linha de costa da área estudada e compõe-se de sedimentos arenosos inconsolidados de origem marinha, bem selecionados. Esses terrenos são bem drenados, de elevada porosidade e permeabilidade, boa capacidade de suporte, facilmente escaváveis, com baixa resistência ao corte e à penetração, e com homogeneidade nas suas características geomecânicas e hidráulicas.

Na perspectiva das propriedades geotécnicas, esses terrenos podem ser considerados como de boa aptidão a



Figura 4.13: Depósitos de praia, Praia da Barrinha, Acaraú - CE. Fonte: Elaborado pelos autores.

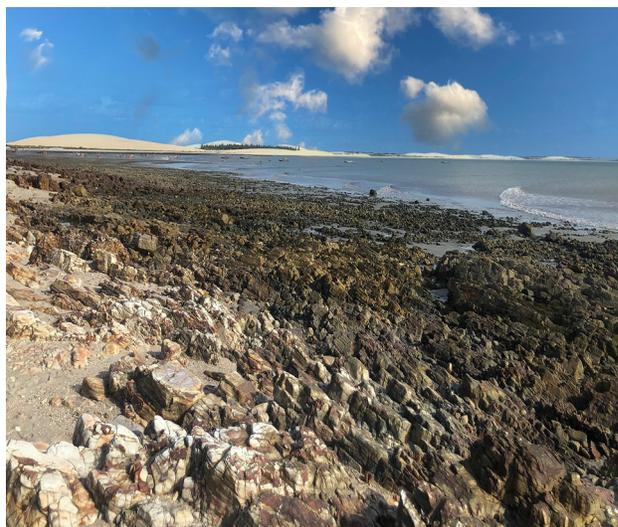


Figura 4.14: Planície de abrasão marinha, Praia de Jericoacoara, Município de Jijoca de Jericoacoara - CE. Fonte: Elaborado pelos autores.

acomodar malha urbana e viária, e obras enterradas, no entanto, é desaconselhável para implantação de aterros sanitários. Essa unidade possui, também, de um modo geral, condições geográficas (topografia e disponibilidade de ventos) favoráveis para a implantação de parques eólicos afastados do prisma praial, devido ao risco potencial de erosão costeira.

Apesar de, em geral, as propriedades do terreno serem favoráveis, faz-se necessário destacar que essa unidade está suscetível à processos como retrabalhamento eólico e erosão costeira (Figuras 4.15 e 4.16). Em alguns pontos da área estudada foram observadas intervenções na linha de costa, a fim de mitigar os efeitos erosivos sobre algumas propriedades particulares.

■ ASPECTOS GEOPEDOLÓGICOS

Ocorrem Neossolos Quartzarênicos ou Espodosolos, essencialmente arenosos, com ausência de pedregosidade e rochiosidade. Devido à alta salinidade, apenas plantas específicas (vegetação pioneira de restinga) podem se desenvolver sobre essa unidade. Os solos são excessivamente drenados, com baixa fertilidade natural. Sobre os feixes de cordões litorâneos revestidos de vegetação de restinga, o local é restrito para atividades agrícolas, excetuando culturas adaptadas a solos arenosos, como o coco, a pitanga e o abacaxi.



Figura 4.15: Contenção feita com enrocamento para mitigar os efeitos da erosão marinha na Praia da Tatajuba, em Camocim (CE). Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 4.16: Contenção para evitar o avanço do mar sobre os quiosques na Praia de Arpoeiras, em Acaraú (CE). Fonte: Elaborado pelos autores.

■ ASPECTOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E HIDROGEOLÓGICOS

Do ponto de vista hidrogeológico, esses aquíferos são caracterizados como aquíferos litorâneos livres, apresentando porosidade intergranular e boa permeabilidade. No entanto, o potencial hidrogeológico desses aquíferos é muito baixo devido às pequenas espessuras existentes. Eles, também, são altamente vulneráveis à contaminação, devido a sua ocorrência livre e composição arenosa. Há, ainda, o risco de intrusão da cunha salina, caso ocorra uma superexploração do aquífero livre nas proximidades da linha de costa. Portanto, medidas de proteção e gestão adequadas são fundamentais para a preservação desse recurso hídrico.

Recursos minerais

As praias são Áreas de Preservação Permanente (APP). Sobre os cordões litorâneos, ressalta-se uma limitação ao fomento da atividade mineral e à expansão da urbanização devido à necessidade de preservação da vegetação de restinga.

Geoturismo

As praias do litoral oeste do Ceará possuem grande potencial turístico com paisagens deslumbrantes e riqueza natural inigualável. Com centenas de quilômetros de extensão, infraestrutura turística bem desenvolvida e fácil acessibilidade, essa região cativa visitantes do Brasil e do mundo. As belezas naturais, o clima agradável perfeito para esportes aquáticos, a cultura e história locais, além das oportunidades de turismo ecológico, fazem que esses ambientes sejam alguns dos pontos mais procurados no turismo brasileiro.

- Sedimentos Cenozoicos Eólicos (DCE)

O Domínio DCE (Figura 4.17) engloba os sedimentos cenozoicos eólicos, compreendendo as dunas fixas (fixadas por vegetação e por diagênese - eolianitos) e as dunas móveis. Também, abrange amplas planícies de deflação eólica, tanto ativas quanto estabilizadas. Esse domínio estende-se ao longo de toda a linha costeira e penetra alguns quilômetros em terra, formando um caprichoso mosaico de dunas móveis, dunas fixas, planícies de deflação e lagoas interdunares. Essas características estão dispostas em extensas áreas, a maioria delas orientadas no sentido SW-NE (dunas recentes). O município de Acaraú apresenta as menores exposições dessas unidades, enquanto os municípios de Jijoca de Jericoacoara e Camocim possuem as maiores exposições.

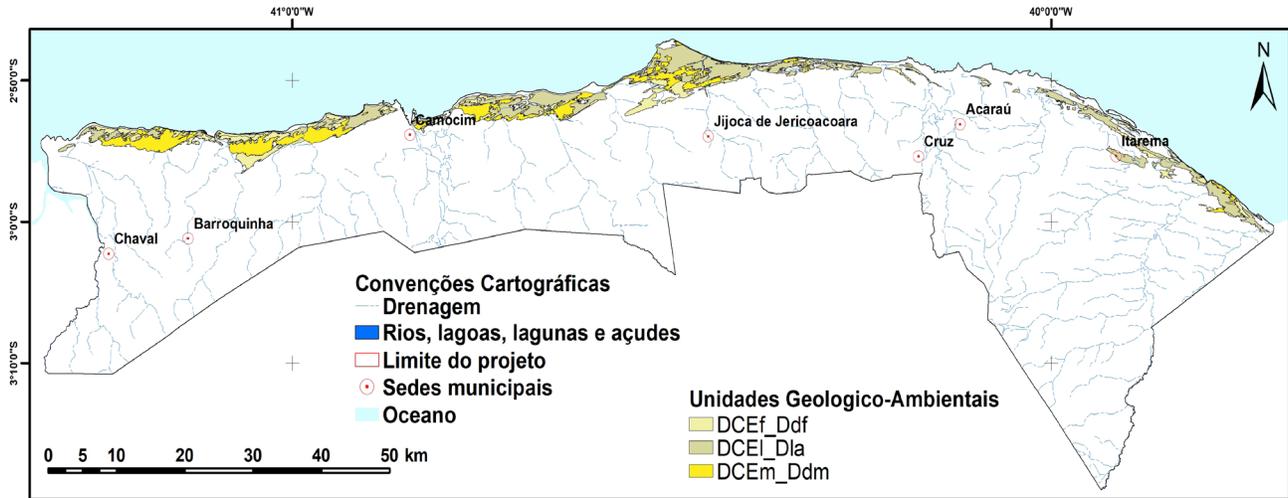


Figura 4.17: Mapa de distribuição do domínio dos sedimentos cenozóicos eólicos na área de estudo.
Fonte: Elaborado pelos autores.

ASPECTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

Esse domínio ocupa vasta área junto à linha de costa e, por alguns quilômetros, adentra no continente, configurando um arranjo de dunas móveis, dunas fixas e planícies de deflação (lençóis de areia). Esses ambientes são constituídos por depósitos de sedimentos arenosos, de granulometria fina a média, bem selecionados e arredondados, friáveis, incoesos, de elevada permeabilidade, facilmente escaváveis e com baixa resistência ao corte e à penetração. Vale destacar que as dunas fixas por diagênese apresentam uma resistência levemente mais elevada.

Apesar de ser frequentemente observada, é desaconselhável a ocupação urbana e a disposição de resíduos sólidos sobre esses terrenos, pois podem resultar em impactos ambientais e na geração de áreas de risco a deslizamentos e erosões. A retirada da cobertura vegetal de dunas fixas pode promover a migração de dunas via remobilização eólica, acarretando em processos de soterramento de área urbanas, estradas e equipamentos diversos. Nesses terrenos pode ocorrer o fenômeno de fluxo por liquefação (areia movediça). Intervenções estruturais implantadas nas áreas de migração das dunas móveis podem sofrer o parcial ou o total soterramento (Figuras 4.18 e 4.19). Todavia, dada as condições geográficas locais, essas áreas apresentam-se favoráveis à implantação de parques geradores de energia eólica.

Ressalta-se que esses ambientes exercem importante contribuição no aporte de sedimento para a faixa de praia, atuando assim, na proteção da região ao avanço marinho.

ASPECTOS GEOPEDOLÓGICOS

Quanto aos aspectos geopedológicos, constituem coberturas sedimentares de textura arenosa, com ausência

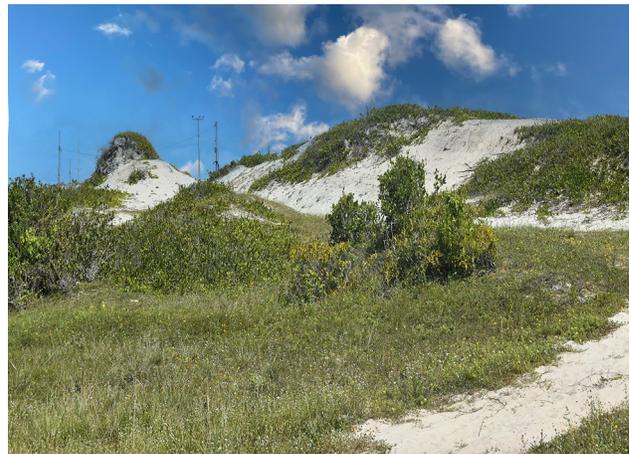


Figura 4.18: Dunas fixas por vegetação, Cruz - CE.
Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 4.19: Dunas fixas por diagênese (eolianitos), Camocim - CE. Fonte: Elaborado pelos autores.

de pedregosidade e rochiosidade. São, em sua maioria, inconsolidadas (areias soltas – dunas móveis e lençóis de areia), sendo terrenos inaptos para a agricultura. Não há desenvolvimento de solo pedológico, devido à composição essencialmente arenosa e a ausência de matéria orgânica que não forma sequer um horizonte A. No entanto, podem ser fixadas pela ação de vegetação pioneira de dunas ou arbustivas (dunas fixas e semifixas por vegetação), sem o desenvolvimento de um solo apropriado para quaisquer culturas.

■ ASPECTOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E HIDROGEOLÓGICOS

São aquíferos livres, contínuos, com extensão e espessura limitadas e alta vulnerabilidade à contaminação. A recarga ocorre de forma direta com precipitações das águas de chuvas. A produtividade esperada é, geralmente, muito baixa, porém localmente baixa, com vazões compreendidas entre 1 e 4 m³/h. As águas apresentam valor médio para STD de 326 mg/L, com mínimo de 38,35 e máximo de 1.534 mg/L.

- Dunas fixas (DCEf_Ddf)

Essa unidade é representada pelos sedimentos eólicos fixados por vegetação (Figura 4.20) e, as fixas, por diagênese, como é o caso dos eolianitos (Figuras 4.21 e 4.22).

Recursos minerais

São terrenos com alta fragilidade ambiental. Esses depósitos representam ambientes geológicos de grande importância ecológica, biológica e paisagística, e, portanto, deve-se promover a sua preservação. O código florestal não autoriza a supressão da vegetação, não sendo permitida a atividade mineral, por se tratar de Área de Preservação Permanente (APP).



Figura 4.20: Duna móvel em Tatajuba, município de Camocim – CE. Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 4.21: Avanço de dunas sobre a rodovia CE-187, próximo ao povoado de Venâncio, município de Barroquinha – CE. Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 4.22: Construção soterrada pelo avanço da duna na Praia da Barrinha, em Acaraú (CE). Fonte: Elaborado pelos autores.

Geoturismo

Conhecidos localmente como “cascudos” (Figura 4.21), os eolianitos são depósitos sedimentares de origem eólica, sendo formados por paleodunas pouco litificadas (cimento carbonático). Esses depósitos assumem várias feições geomorfológicas devido à ação de diversos agentes erosivos, incluindo a abrasão marinha e os ventos. Eles estão distribuídos por toda a costa oeste do Ceará. Além disso, um geossítio descrito pela Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), denominado “Eolianitos de Flecheiras/Mundaú”, foi descrito a poucos quilômetros da área de estudo, representando um sítio geológico/geomorfológico de grande valor científico. A área de estudo apresenta várias exposições de eolianitos que podem contribuir nas pesquisas científicas, assim como, serem explorados como geossítios para fins turísticos.

- Dunas móveis (DCEm_Ddm)

As dunas móveis são depósitos sedimentares, de composição arenosa, bem selecionadas, que se deslocam sob a influência dos ventos. Essas formações dinâmicas desempenham um papel importante nos ecossistemas da área de estudo, estendendo-se por toda a zona costeira do litoral norte. Além disso, elas representam feições naturais de grande potencial para o geoturismo.

Recursos minerais

São terrenos com alta fragilidade ambiental. Esses depósitos representam ambientes geológicos de grande importância ecológica, biológica e paisagística, e, portanto, deve-se promover a sua preservação. O código florestal não autoriza a supressão da vegetação, não sendo permitida a atividade mineral, por se tratar de Área de Preservação Permanente (APP).

Geoturismo

Constituem depósitos geológicos e feições geomorfológicas de grande beleza cênica com grande valor turístico e paisagístico.

- Lençóis de areia (DCEI_Dla)

Os lençóis de areia são representados pelas planícies (ou superfícies) de deflação eólica. Englobando as ativas, em franco processo de transporte de sedimentos por ação eólica, e as estabilizadas, que não sofrem mais transporte pela ação do vento.

Recursos minerais

São terrenos com alta fragilidade ambiental. Esses depósitos representam ambientes geológicos de grande importância ecológica, biológica e paisagística (Figuras 4.23 e 4.24), e, portanto, deve-se promover a sua preservação. O Código Florestal não autoriza a supressão da vegetação, não sendo permitida a atividade mineral, por se tratar de Área de Preservação Permanente (APP).

Geoturismo

Constituem depósitos geológicos e feições geomorfológicas de grande beleza cênica com grande valor turístico e paisagístico.

- Depósitos Sedimentares Cenozoicos Associados a Tabuleiros (DCT)

O Domínio dos Depósitos Sedimentares Cenozoicos Associados a Tabuleiros (DCT) é composto por camadas



Figura 4.23: Extensa planície de deflação entre a Praia do Preá (Município de Cruz, ao fundo) e o Morro do Farol (Jericoacoara), Ceará. Fonte: Elaborada pelos autores.



Figura 4.24: Depósitos de areia em planícies de deflação estabilizadas. Município de Cruz – CE. Fonte: Elaborado pelos autores.

pouco litificadas de extensão regional, onde predominam, na base, seixos centimétricos de quartzo e feldspatos com espessuras chegando até 10 m (Formação Camocim), sotoposta por alternâncias de materiais de textura arenosa, arenoargilosa, argiloarenosa, com granulometria fina a média, de cor amarelo-avermelhada, com espessura variando entre 1 a 15 m (Formação Barreiras indiviso). Esse domínio é o de maior expressão em território da área estudada.

- Alternância irregular entre camadas de sedimentos de composição diversa (DCT)

ASPECTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

Domínio que predomina na área estudada, constituído por camadas sedimentares pouco litificadas, majoritariamente sub-horizontalizadas, apresentando descontinuidades geomecânicas e hidráulicas importantes ao longo do perfil vertical. Os terrenos são bem drenados, com nível freático profundo, boa capacidade de suporte, facilmente escavável e com baixa a moderada resistência ao corte e à penetração.

O relevo nessa unidade é aplainado, típico de topo de tabuleiro, o que reflete em sua suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa predominantemente baixa. Dessa forma, essa unidade configura-se como de alta aptidão para a urbanização e para a implantação de obras viárias e de aterros sanitários, no entanto, é desaconselhável disposição de resíduos sólidos sobre esses terrenos, pois podem resultar em impactos ambientais.

Todavia, é preciso destacar que quando sofrem interferência antrópica, especialmente na borda dos tabuleiros, o material tem sua estabilidade comprometida tornando-se propenso à ocorrência de processos erosivos e de deslizamentos planares.

Em locais onde essa unidade atinge a linha de costa (falésias), as evidências de instabilidade do terreno são mais frequentes e intensas, marcadas pelas ravinas, voçorocas e desprendimento de blocos.

ASPECTOS GEOPEDOLÓGICOS

Quando aflora a parte siltico-argilosa a arenosa dessa unidade (Barreiras Indiviso), os solos são profundos e bem drenados, favoráveis à agricultura mecanizada, embora sejam de baixa fertilidade natural (Latosolos e Argissolos Amarelos – Figuras 4.25 e 4.26). Quando adubados e fertilizados, apresentam alto potencial, sendo amplamente utilizados na área para o plantio de diversos tipos de culturas perenes ou de ciclo curto (cajuzeiros, coqueiros, mandioca, etc.). Sendo as camadas cascalhosas (Formação Camocim) aflorantes ou mesmo nos horizontes laterizados e petroplínticos, são impróprios para o cultivo mecanizado, sendo de difícil escavabilidade e também de baixa fertilidade natural.

A baixa fertilidade natural dos solos dessa unidade (Latosolos Vermelho-Amarelos e Argissolos Amarelos) demandam investimento em adubos e fertilizantes para que as áreas passem a apresentar potencial para a agricultura.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos podem apresentar um horizonte adensado em subsuperfície (fragipan, em torno de 1 metro de profundidade), o que dificulta a escavabilidade dos terrenos.

Quanto aos aspectos hidrogeológicos, a sua espessura apresenta valores médios entre 40 a 50 metros, podendo ultrapassar 100 metros em certas regiões. Entre os rios Una e Acaraú, o aquífero é classificado com vazões moderadas,

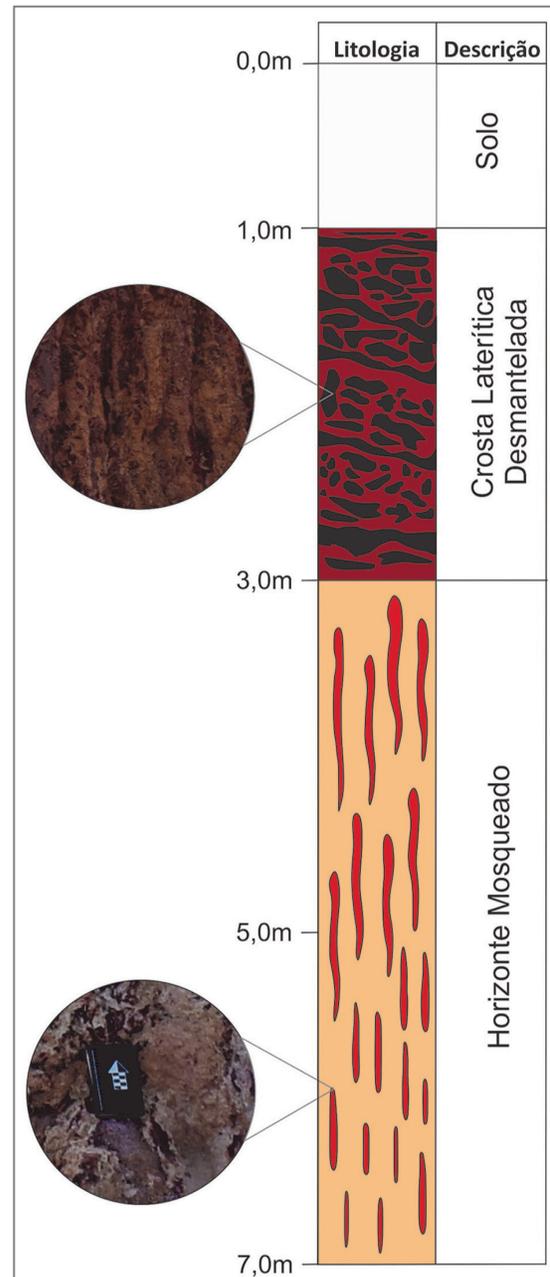


Figura 4.25: Perfis intempéricos característicos da unidade DCT. Fonte: Elaborado pelos autores.

compreendidas entre 41 e 50 m³/h. Entre os rios Acaraú e Aracati-Mirim, está classificado com vazões moderadas, compreendidas entre 33 e 41 m³/h. Entre os rios da Chapada e Coreaú, as vazões são moderadas, compreendidas entre 25 e 33 m³/h. Entre os rios Coreaú e Una, o aquífero é classificado como “geralmente baixa”, porém “localmente moderada”, com vazões entre 20 e 25 m³/h. Localizado na porção nordeste do município de Itarema, o aquífero está classificado como “geralmente baixa, porém localmente moderada”, com vazões entre 15 e 20 m³/h.

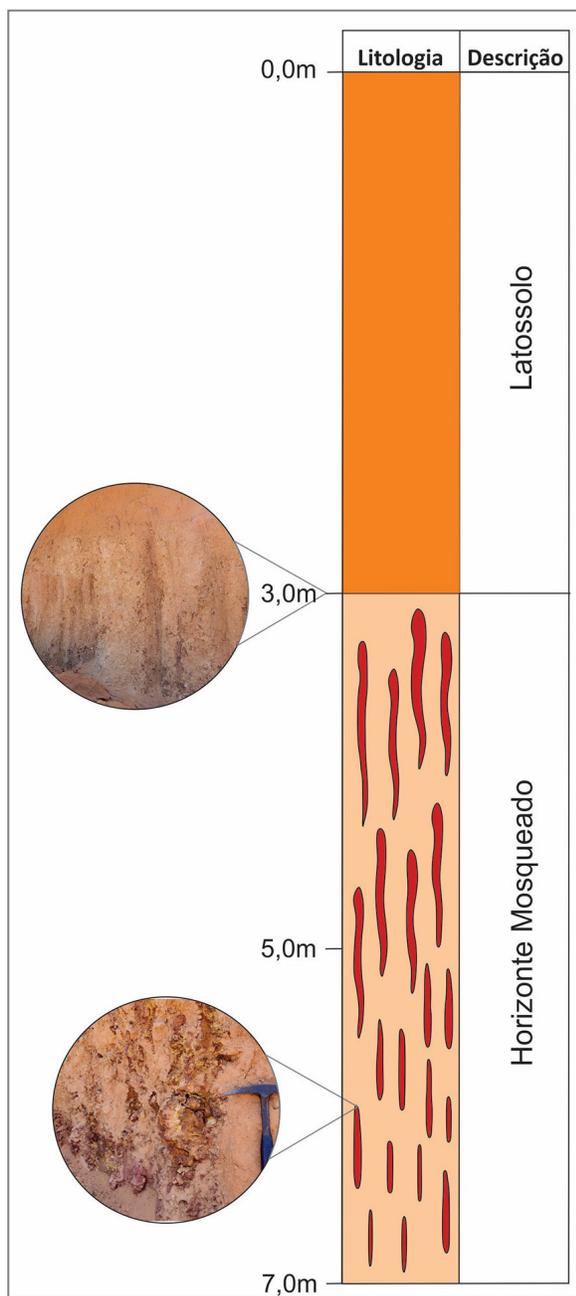


Figura 4.26: Perfis intempéricos característicos da unidade DCT. Fonte: Elaborado pelos autores.

Na porção sul dos municípios de Chaval, Barroquinha, Camocim, Acaraú e Itarema, a produtividade esperada é “geralmente muito baixa, porém localmente baixa”, com vazões compreendidas entre 1 e 4 m³/h, onde os fornecimentos contínuos dificilmente são garantidos. De pequena representatividade e localizado na porção oeste do município de Chaval, o aquífero está classificado como uma unidade pouco produtiva ou não aquífera. Suas águas, no geral, não apresentam boa qualidade química, com valor médio de STD ultrapassando 1.500 mg/L.

Recursos minerais:

Essa unidade é muito explorada como material de empréstimo, com grande utilização na construção civil (Figuras 4.27 e 4.28). A camada cascalhosa é amplamente utilizada na construção civil como material de empréstimo (piçarra) para estradas e base de arruamentos residenciais.

Geoturismo

Quando se estendem até a linha de costa, os sedimentos dessa unidade formam falésias ativas, de grande beleza cênica e atratividade geoturística. Na Praia do Farol, em Camocim, está a seção-tipo da Formação Camocim,



Figura 4.27: Perfil regolítico da Formação Barreiras, mostrando horizonte mosqueado. Município de Camocim - CE. Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 4.28: Falésia ativa mostrando afloramentos-tipo da Formação Camocim na Praia do Farol, município de Camocim - CE. Fonte: Elaborado pelos autores.

constituindo um geossítio de relevância científica. Todavia, é necessário desenvolver estudos mais aprofundados sobre a geologia da Formação Camocim, para formalizar um geossítio estratiográfico no Litoral Norte do Ceará.

- Sequências Sedimentares Proterozoicas Incluindo as Coberturas Plataformais, Dobradas e Metamorfizadas em Baixo a Alto Grau (DSP2)

As rochas do Domínio das Sequências Sedimentares Proterozoicas, incluindo as Coberturas Plataformais, Dobradas e Metamorfizadas em Baixo a Alto Grau (DSP2), Figura 4.29, estão geralmente expostas como afloramentos rochosos nas superfícies aplainadas ou em lajedos situados nos talvegues dos grandes rios, no entanto, a maioria não são mapeáveis na escala de trabalho e sendo a sua maior exposição na parte sul do município de Itarema.

- Predomínio de metassedimentos siltico-argilosos, representados por xistos, com intercalações de metassedimentos arenosos, metacalcários e calcissilicáticas (DSP2mxaccal)

Essa unidade é representada pelos litótipos do Complexo Canindé do Ceará.

ASPECTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

Domínio formado por rochas metassedimentares com alternância irregular de camadas areno-quartzosas, siltico-argilosas e carbonáticas, muito deformadas e fraturadas, geralmente associadas ao relevo de superfícies aplainadas, porém também é possível observar colinas sustentadas por rochas dessa unidade. Os DSP2mxaccal afloram na parte sudeste da área estudada na forma de lajedos, de *boulders* e de blocos rochosos depositados nas vertentes das colinas.

Devido ao elevado grau de descontinuidades, esse material apresenta características geotécnicas (comportamento geomecânico e hidráulico) bastante variáveis tanto na vertical, quanto na horizontal, além de alta resistência ao corte e à penetração. Os terrenos apresentam predomínio de baixa suscetibilidade a movimentos de massa, no entanto, em algumas colinas, vertentes mais declivosas apresentam média suscetibilidade a deslizamentos, e também a possibilidade de movimentação dos blocos dispersos nessas encostas.

Os níveis siltico-argilosos, abundantes em minerais micáceos, finamente laminados apresentam alta fissilidade, soltando-se em placas. Além disso, materiais ricos em silte tendem a ter uma maior erodibilidade. Essa característica deve ser levada em consideração quando da realização de cortes e escavações, pois podem resultar na instabilização do material. Além disso, solos residuais resultantes de processos pedogenéticos pouco evoluídos podem conter argilominerais expansivos, o que costuma gerar problemas importantes em obras.

ASPECTOS GEOPEDOLÓGICOS

Em geral, os solos siltico-argilosos, quando estão bem desenvolvidos (com pedogênese avançada), apresentam boa compactação, estabilidade em taludes de corte e baixa erodibilidade natural. Os solos provenientes dos metassedimentos siltico-argilosos são porosos, possuindo boa capacidade de retenção de nutrientes, respondendo bem à adubação, e mantêm uma boa capacidade hídrica, garantindo disponibilidade de água para as plantas.

Esses solos caracterizam-se por terem baixa permeabilidade e alta capacidade de reter e eliminar poluentes, o que contribui para reduzir o potencial de contaminação do lençol freático, onde são espessos. No entanto, são solos residuais de baixa fertilidade natural e

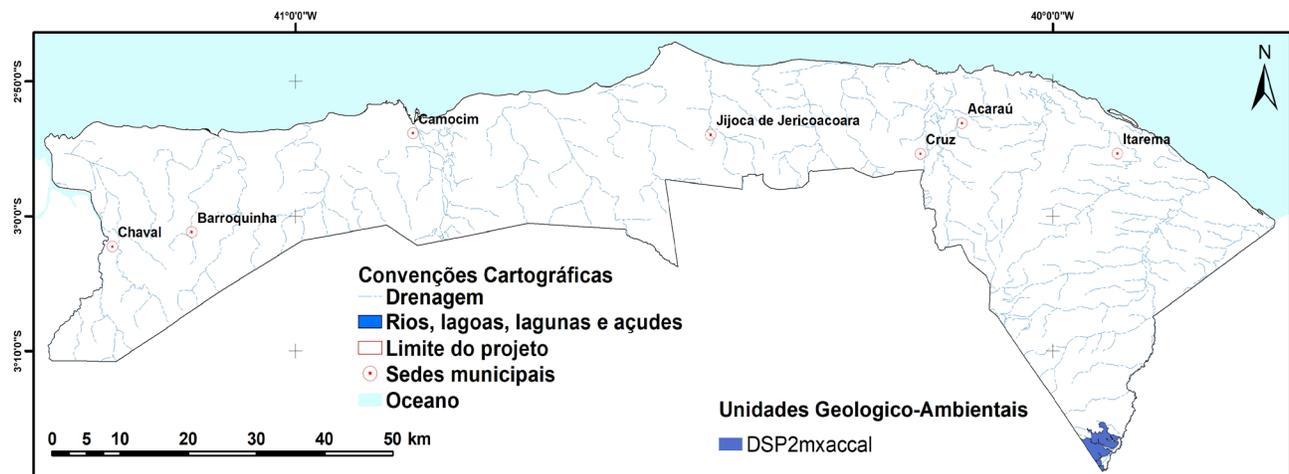


Figura 4.29: Mapa de distribuição do domínio DSP2 na área de estudo.
Fonte: Elaborado pelos autores.

podem conter excesso de alumínio, um elemento tóxico para as plantas. Quando pouco evoluídos, são muito rasos e arenosos, com predomínio de Neossolos Litólicos, resultando em solos de qualidade física inadequada para a agricultura, além de serem bastante suscetíveis à erosão.

■ ASPECTOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E HIDROGEOLÓGICOS

As características hidrogeológicas da unidade estão condicionadas à ocorrência de arranjos estruturais e tipo de compartimentações geomorfológicas favoráveis para aquíferos fissurais. As recargas ocorrem de forma direta, por precipitações, ou indiretas, por outras unidades sobrejacentes. A unidade possui produtividade “geralmente muito baixa”, porém “localmente baixa”, com vazões situadas entre 1 a 4 m³/h.

Recursos minerais

Seu manto de alteração pode ser utilizado como saibro e para extração de areia, embora sua espessura seja muito variável.

Geoturismo

Devido à falta de estudos específicos sobre seu potencial científico, à dificuldade de acesso a alguns afloramentos e à ausência de feições geológicas ou geomorfológicas que se destaquem, (Figura 4.30 e 4.31) esses locais não são adequados para a exploração turística.

- Sequências Vulcano-Sedimentares Proterozoicas Dobradas e Metamorfizadas de Baixo a Alto Grau (DSVP2)

Essa unidade é composta por metassedimentos arenosos (quartzitos) da Formação São Joaquim e por metapelitos da Formação Santa Terezinha e, na área, possui distribuição restrita entre os municípios de Cruz e Jijoca de Jericoacoara. (Figura 4.32 Mapa de Distribuição de Domínio).

- Predomínio de xistos e filitos (DSVP2x)

■ ASPECTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

A unidade DSVP2x (Figuras 4.33, 4.34 e 4.35) é constituída por metassedimentos síltico-argilosos, bastante foliados e aparece na forma de um corpo alongado na parte central da área de estudo. Trata-se de material com moderada resistência ao corte e à penetração e boa capacidade de suporte. No entanto, apresentam alta fissibilidade, desagregando-se facilmente em forma de placas. Além disso, qualquer corte nesse material deve levar em

consideração os seus planos de foliação. Cortes feitos em planos concordantes ao mergulho da foliação podem gerar a instabilização do talude.

Ademais, solos residuais pedogeneticamente pouco evoluídos, podem conter concentrações de argilo-minerais expansivos, o que tende a gerar problemas consideráveis em obras.

■ ASPECTOS GEOPEDOLÓGICOS

As áreas mais planas dessa unidade são propícias para a implantação de agricultura mecanizada e ocupação urbana. Nas áreas com solos mais espessos, observa-se uma boa proteção dos aquíferos contra a contaminação devido à maior argilosidade e à menor permeabilidade do solo. No entanto, esses solos podem conter excesso de alumínio, um elemento tóxico para as plantas.



Figura 4.30: Afloramento de paragneisses da Unidade Canindé do Ceará, próximo de Carvoeiro, município de Acaraú-CE. Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 4.31: Afloramento de paragneisses da Unidade Canindé do Ceará, próximo à Tapuia, município de Acaraú - CE. Fonte: Elaborado pelos autores.

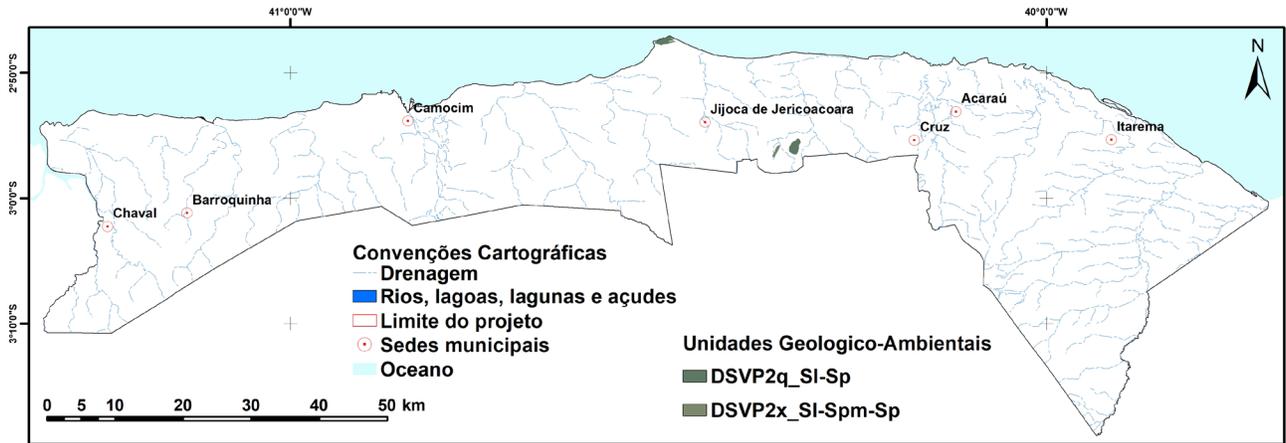


Figura 4.32: Mapa de distribuição do domínio das seqüências vulcano-sedimentares proterozoicas dobradas e metamorfizadas de baixo a alto grau na área de estudo.
Fonte: Elaborado pelos autores.

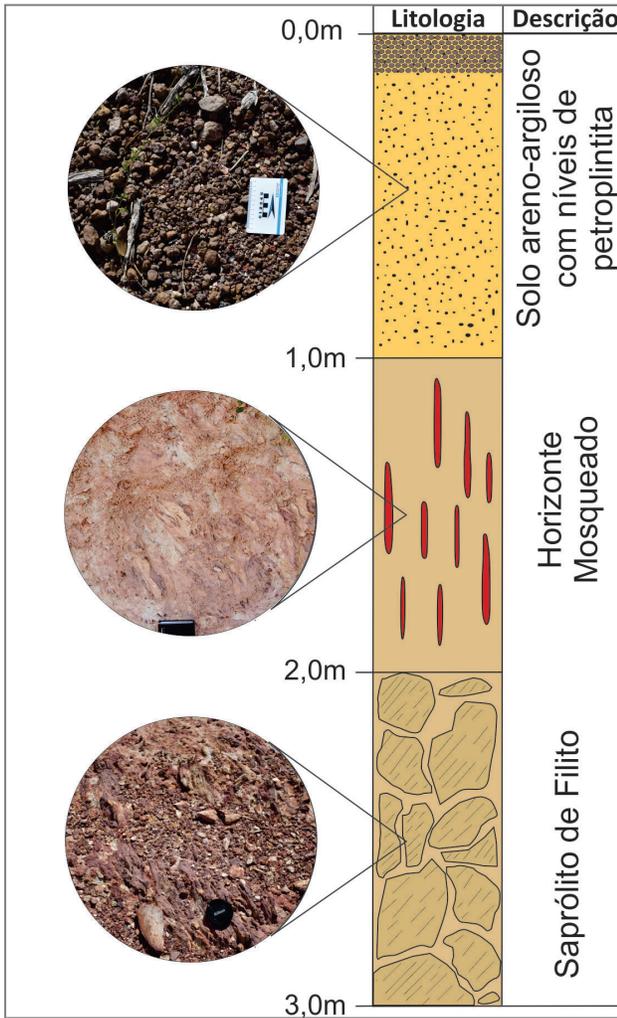


Figura 4.33: Perfil intempérico característico da unidade DSVP2x.



Figura 4.34: Detalhe de afloramento de filitos da Formação Santa Terezinha, Próximo de Juazeiro, município de Cruz - CE.
Fonte: Elaborado pelos autores.

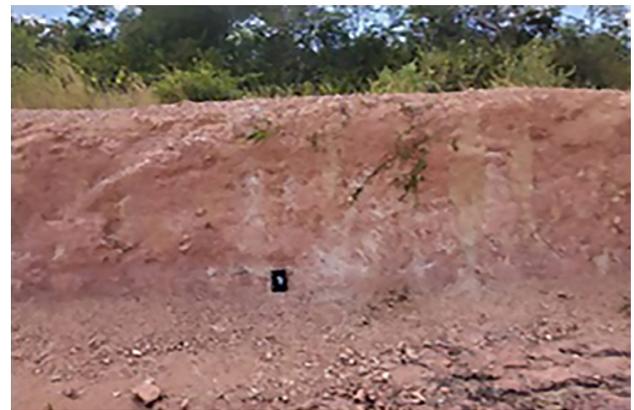


Figura 4.35: Perfil de alteração em filitos da Formação Santa Terezinha, mostrando horizonte mosqueado e saprólito de filitos. Próximo de Juazeiro, município de Cruz - CE.
Fonte: Elaborado pelos autores.

A maioria dos solos provenientes dessas unidades são arenosos ou argiloarenosos, caracterizando-se por baixa fertilidade natural e dificuldade na adsorção de nutrientes, além de serem muito suscetíveis a processos erosivos. Em algumas áreas, evoluem para solos com horizontes petroplínticos (Figuras 4.33, 4.34 e 4.35), o que dificulta a sua utilização.

■ ASPECTOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E HIDROGEOLÓGICOS

As características hidrogeológicas estão condicionadas à ocorrência de arranjos estruturais e tipo de compartimentações geomorfológicas favoráveis para aquíferos fissurais. As recargas ocorrem de forma direta, por precipitações, ou indiretas, por outras unidades sobrejacentes. A unidade possui produtividade “geralmente muito baixa”, porém “localmente baixa”, com vazões situadas entre 1 a 4 m³/h.

Recursos minerais

Potencialidade para materiais da construção civil, como uso para material de empréstimo.

Geoturismo

Não foi identificado potencial significativo.

- Predomínio de quartzito (DSVP2q)

■ ASPECTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

Domínio formado por rochas quartzíticas e metapelíticas (xistos e filitos). As rochas quartzíticas da unidade DSVP2q afloram na forma de promontório rochoso na Ponta de Jericoacoara e sustenta a colina situada na parte central da área.

Trata-se de um material com boa capacidade de suporte, bastante duro e resistente à abrasão, com alta resistência ao corte e à penetração, sendo necessário o uso de explosivos para realizar a sua escavação. Encontra-se intensamente fraturado e falhado, sendo possível observar a individualização de blocos rochosos de diferentes tamanhos, refletindo em uma média a alta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa do tipo queda e rolamento de blocos. O manto de alteração é pouco evoluído, constituído por material arenoso de baixa coesão e com alta erodibilidade.

■ ASPECTOS GEOPEDOLÓGICOS

Os solos resultantes da alteração dessas rochas são geralmente rasos e ricos em quartzo (Neossolos Quartzarênicos), com baixa fertilidade natural e excessivamente drenados.

■ ASPECTOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E HIDROGEOLÓGICOS

As características hidrogeológicas estão condicionadas à ocorrência de arranjos estruturais e tipo de compartimentações geomorfológicas favoráveis para aquíferos fissurais. As recargas ocorrem de forma direta, por precipitações, ou indiretas, por outras unidades sobrejacentes. A unidade possui produtividade “geralmente muito baixa”, porém “localmente baixa”, com vazões situadas entre 1 a 4 m³/h.

Recursos minerais

Os metassedimentos quartzosos têm potencial de exploração de materiais para construção civil (saibro, brita e pedra de cantaria). Foram observados em campo metapelitos, metarenitos e formações ferríferas (no Parna de Jericoacoara).

Geoturismo

Área com alto potencial geoturístico, existindo importantes atrativos relacionados aos quartzitos da Formação São Joaquim, como o promontório em que está a Pedra Furada, (Figuras 4.36 e 4.37) símbolo do Parque Nacional de Jericoacoara e geossítio aprovado pela Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleontológicos (SIGEP).

A unidade está relacionada às maiores altitudes, como os relevos de colinas e morros baixos, com destaque para o Serrote de Jericoacoara, ornado pelo seu farol que, atingindo mais de 100 metros de altitude, constitui o mais elevado promontório da costa do Nordeste, desde o Cabo de Santo Agostinho, em Pernambuco. O topo do Serrote de Jericoacoara, sustentado por quartzitos da Formação São Joaquim, consiste no mais importante mirante da paisagem regional, com observação privilegiada de extensa faixa litorânea e do ambiente de feições eólicas da planície costeira adjacente.

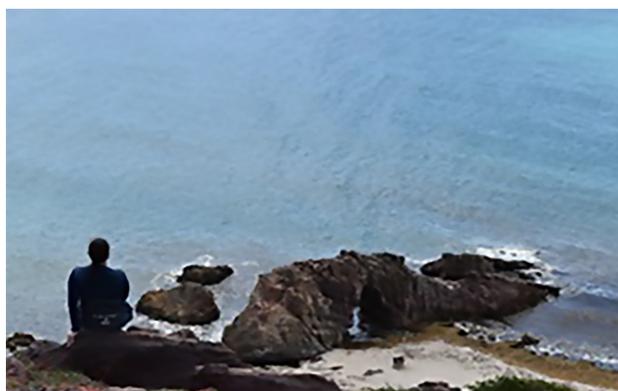


Figura 4.36: Pedra furada, geoforma esculpida por abrasão marinha em quartzitos da Formação São Joaquim (geossítio SIGEP), Praia de Jericoacoara, município de Jijoca de Jericoacoara - CE. Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 4.37: Afloramento de quartzitos da Formação São Joaquim, muito fraturados, na Praia de Jericoacoara, município de Jijoca de Jericoacoara - CE. Fonte: Elaborado pelos autores.

São áreas de beleza cênica, propícias ao geoturismo.

- Complexos Granitoides Não Deformados (DCGR1)

Essa unidade é formada pelos granitoides do Plúton Chaval e está distribuída pelo setor sudoeste da área, entre os municípios de Chaval, Barroquinha e Camocim, (Figura 4.38), tendo sua maior expressividade em termos de área, exposição de afloramentos e feições de relevo no município de Chaval.

- Séries graníticas subalcalinas e calcioalcalinas (baixo, médio e alto-K) e toleíticas. (DCGR1salc)

■ ASPECTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

Domínio formado por rochas de composição granítica, textura granular, estrutura usualmente maciça e isotrópica, situado na parte sudoeste da área estudada, geralmente

associado aos domínios de relevo das superfícies aplainadas e dos *inselbergs*, aflorando na forma de lajedos, monólitos e/ou blocos dispersos na superfície do terreno.

Essas rochas apresentam boa homogeneidade geomecânica e hidráulica, elevada resistência ao corte e à penetração, baixa porosidade primária e permeabilidade, capacidade de suporte elevada e alta resistência ao intemperismo. Quando frescas, são muito duras, de forma que o desmonte desse material demanda o emprego de explosivos. Quanto aos solos residuais, apresentam boa capacidade de compactação, sendo adequados para uso como material de empréstimo.

Na região de relevo mais acidentado, as vertentes são de grande amplitude e bastante declivosas. Algumas vezes, no topo desses corpos, forma-se uma rasa camada de solo residual, mas, em geral, na paisagem predominam os lajedos e paredões rochosos. No sopé desses maciços rochosos, comumente, são encontrados depósitos de gravidade. Essas regiões são de alta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa, e, portanto, não é aconselhável para a expansão urbana.

Em geral, apresentam baixo grau de fraturamento, porém a interseção das famílias de fraturas (tectônicas e de alívio) tende a resultar na individualização de blocos e lascas. Encontram-se distribuídos irregularmente em superfície e em profundidade no terreno. Os blocos em subsuperfície merecem atenção, pois podem causar problemas durante escavações, perfurações e implantação de fundações (uma vez que podem ser confundidos com topo rochoso).

■ ASPECTOS GEOPEDOLÓGICOS

Em terrenos planos, os solos tendem a ser mais espessos e bem evoluídos, e predominantemente argiloarenosos. Apresentam baixo potencial erosivo e boa capacidade de compactação, ricos em elementos alcalinos, que consistem em nutrientes essenciais para as plantas e com boa capacidade de reter e fixar nutrientes.

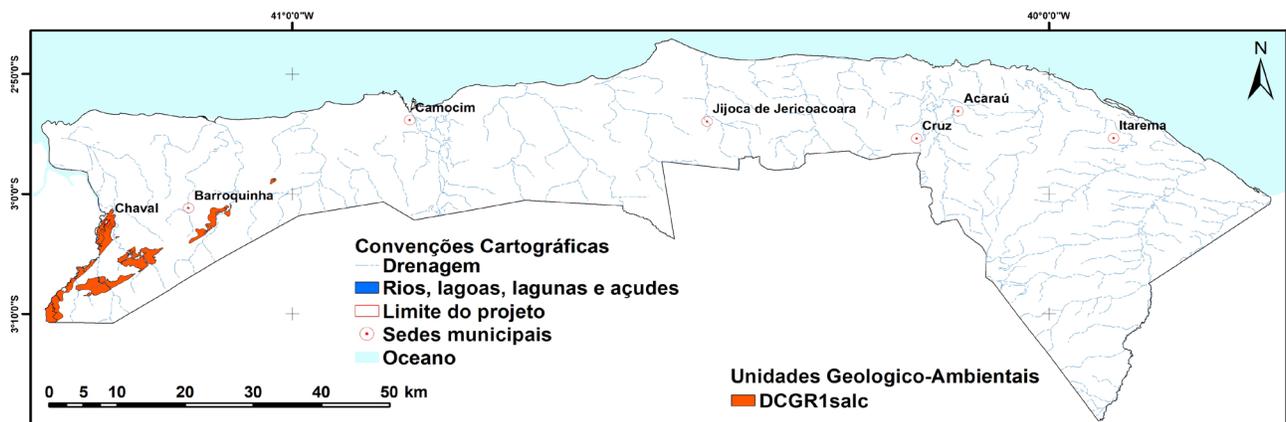


Figura 4.38: Mapa de distribuição do domínio dos complexos granitoides não deformados na área de estudo. Fonte: Elaborado pelos autores.

ASPECTOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E HIDROGEOLÓGICOS

As características hidrogeológicas estão condicionadas à ocorrência de arranjos estruturais e tipo de compartimentações geomorfológicas favoráveis para aquíferos fissurais. As recargas ocorrem de forma direta, por precipitações, ou indiretas, por outras unidades sobrejacentes. A unidade possui produtividade “geralmente muito baixa”, porém “localmente baixa”, com vazões situadas entre 1 a 4 m³/h.

Recursos minerais

Unidade favorável à produção de brita, revestimentos, ou até mesmo rocha ornamental, (Figuras 4.39 e 4.40) em função do seu aspecto estético e pouco fraturamento.

Geoturismo

São áreas de relevos residuais graníticos (*inselbergs* e *tors*), assim como os lajedões salpicados de marmitas e tanques fossilíferos que constituem paisagens de grande beleza cênica e de interesse geoturístico e geocientífico.

Recomenda-se fazer um inventário dos sítios com potencial geoturístico na unidade. Também, são comuns sítios de pinturas rupestres com alto valor científico e turístico.

- Complexos Gnáissico - Migmatíticos e Granulíticos (DCGMGL)

Esse domínio é aflorante na parte oeste da área (Figura 4.41), nos municípios de Chaval, Barroquinha e Camocim. Ocorrem como lajedos dispersos e de pouca extensão. Representadas pelo Complexo Granja e pela Formação Goiabeira (Figuras 4.42 e 4.43).



Figura 4.39: Gruta da Santa. Inselsbergs com feições de dissolução no Granito Chaval. Local com atrativo religioso e geoturístico. Município de Chaval - CE.
Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 4.40: Pedra da Balisa (Pedra do Sino). Boulder que emite sons de sino ao ser batido com martelo e que serve como atrativo geoturístico na região, localizado em região de afloramentos do Granito Chaval, município de Chaval - CE.
Fonte: Elaborado pelos autores.

ASPECTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

Domínio situado na parte sudoeste da área estudada, formado por rochas bandadas, bastante deformadas e migmatizadas. Apresentam zonas de fraqueza que favorecem a percolação da água, intensificando o intemperismo químico. Em geral, a rocha sã apresenta alta resistência ao corte e à penetração, de forma que o desmonte desse material demanda o emprego de explosivos. Já os solos residuais podem apresentar diferentes comportamentos a depender do grau de evolução pedogenética. Constituem terrenos com boa capacidade de suporte, todavia, apresentam grandes variações no comportamento geomecânico e hidráulico, tanto vertical quanto horizontal, o que reforça a necessidade de estudos geotécnicos prévios, no caso de serem instaladas obras na unidade.

ASPECTOS GEOPEDOLÓGICOS

A unidade apresenta solos arenoargilosos, ácidos, rasos a pouco profundos (Neossolos Litólicos e Cambissolos Háplicos), de moderada fertilidade natural e capacidade agrícola variável.

Quando bem desenvolvidos, possuem boa capacidade de compactação, permeabilidade baixa a moderada, moderadamente plásticos e pouco erosivos. Há a presença de rochas contendo minerais ferromagnesianos, que liberam cálcio e magnésio, gerando solos residuais com boa fertilidade natural.

Devido ao clima semiárido e baixo intemperismo físico, remanescem muitos minerais primários na matriz do solo, conferindo uma disponibilidade de nutrientes minerais, o que favorece a sua aptidão agrícola. Recomenda-se estudos pedológicos em maior detalhe.

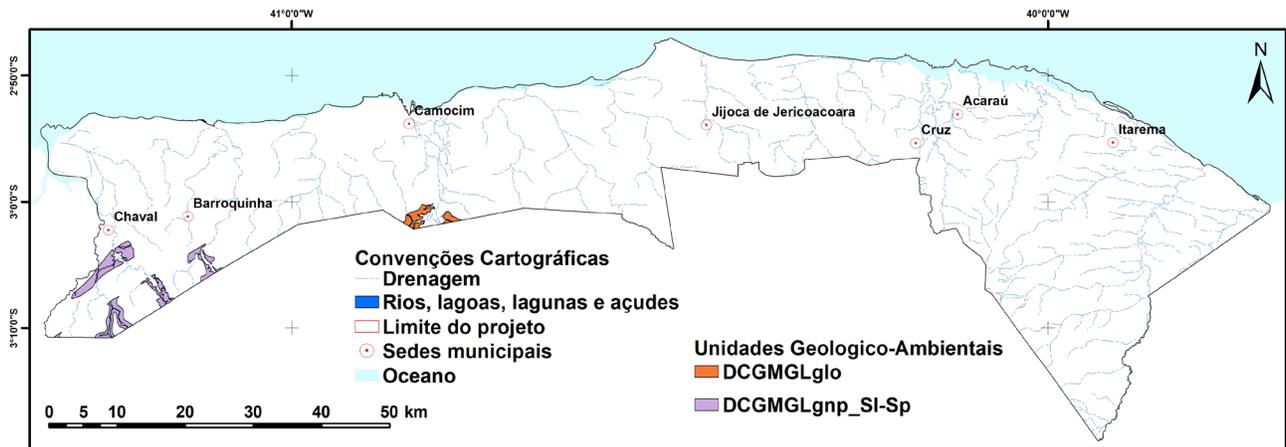


Figura 4.41: Mapa de distribuição do domínio dos complexos gnaissico–migmatíticos e granulíticos na área de estudo.
Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 4.42: Afloramento de paragneisses da Formação Goiabeiras. Município de Chaval – CE.
Fonte: Elaborado pelos autores.

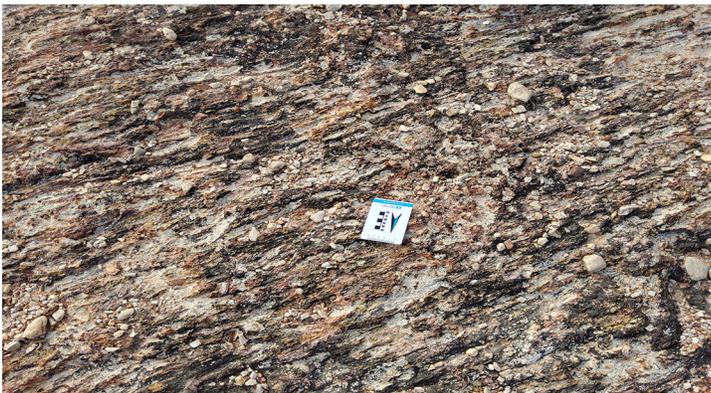


Figura 4.43: Detalhe de saprólito de paragneisse da Formação Goiabeiras. Município de Chaval – CE.
Fonte: Elaborado pelos autores.

ASPECTOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E HIDROGEOLÓGICOS

As características hidrogeológicas estão condicionadas à ocorrência de arranjos estruturais e tipo de compartimentações geomorfológicas favoráveis para aquíferos fissurais. As recargas ocorrem de forma direta, por precipitações, ou indiretas, por outras unidades sobrejacentes. A unidade possui produtividade “geralmente muito baixa”, porém “localmente baixa”, com vazões situadas entre 1 a 4 m³/h.

Recursos minerais

Quando os solos são bem evoluídos, apresentam bom uso como material de empréstimo. No entanto, pela pouca expressividade dessas unidades na área de estudo, não foi identificado potencial significativo (Figuras 4.44 e 4.45).

Geoturismo

Não foi identificado potencial significativo.

- Predomínio de gnaiss paraderivado. Podem conter porções migmatíticas (DCGMGLgnp)
- Gnaisses granulíticos ortoderivados. Podem conter porções migmatíticas (DCGMGLglo).



Figura 4.44: Afloramento de granulitos da Formação Goiabeiras, município de Camocim – CE.
Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 4.45: Perfil de saprólito de granulitos da Formação Goiabeiras, município de Camocim – CE.
Fonte: Elaborado pelos autores.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Quatorze unidades geológico-ambientais, distribuídas em sete domínios, foram identificadas na área de estudo e tiveram suas adequabilidades e limitações ao uso e ocupação descritas.

Em relação aos aspectos geológico-geotécnicos, as unidades cenozoicas (DC e DCE) são em sua maioria terrenos inapropriados para urbanização e implantação de aterros sanitários, pois apresentam média a alta suscetibilidade a inundações e enchentes (DC) ou baixa capacidade de suporte para edificações e obras enterradas (DCE).

O Domínio DCT predomina amplamente na área estudada, sendo constituído por camadas sedimentares pouco litificadas, majoritariamente sub-horizontalizadas, apresentando descontinuidades geomecânicas e hidráulicas importantes ao longo do perfil vertical. Os terrenos são bem drenados, com nível freático profundo, boa capacidade de suporte, facilmente escavável e com baixa a moderada resistência ao corte e à penetração.

O relevo nessa unidade é aplainado, típico de topo de tabuleiro, o que reflete em sua suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa predominantemente baixa. Dessa forma, essa unidade configura-se como de alta aptidão para urbanização e para implantação de obras viárias.

Os aspectos geopedológicos são bem diversificados, predominando Latossolos Amarelos e Vermelhos, derivados dos sedimentos do Grupo Barreiras Indiviso.

Ocorrem, ainda, Neossolos Litólicos associados principalmente a litotipos das unidades neoproterozoicas que compõem a área (Domínios DCGMGL, DCGR1, DSVP2 e DSP2). Associados à Unidade DCa_Dpbc predominam solos de boa fertilidade natural, como Neossolos Flúvicos, Neossolos Quartzarênicos e Gleissolos Háplicos, adequados para o cultivo de culturas de várzea.

Quanto aos recursos minerais, diversas unidades possuem adequabilidades para construção civil. Com destaque para o DCT, que tem ampla utilização como material de empréstimo na construção de estradas, demonstrado pelas inúmeras cavas de retiradas de material encontradas na área e que foram essenciais para descrição do Grupo Barreiras, em especial, a Formação Camocim.

Quanto às potencialidades, as demais unidades dos domínios pré-cenozoicos, DCGMGL, DCGR1, DSVP2 e DSP2,

possuem potencial na construção civil, como pedra para brita e rocha ornamental. Nos domínios cenozoicos, há várias restrições quanto ao uso. Alguns, por serem áreas com alta fragilidade ambiental, representam ambientes geológicos de grande importância ecológica, biológica e paisagística, e, portanto, deve-se promover a sua preservação, com destaque para os manguezais e apicuns e para os campos de dunas, associados com planícies de deflação e lagoas interdunares. Sendo, em sua maioria, Áreas de Preservação Permanente (APP). Em alguns corpos lagunares, nos municípios de Acaraú e Itarema, foram registradas ocorrências de diatomita.

Na análise de uso e cobertura do solo, o estudo comparativo, para os anos de 1991 e 2020, ilustrou o avanço de atividades agrícolas e da carcinicultura, e como essas atividades vêm tomando o espaço da Caatinga.

O somatório da perda das áreas de mangue ao longo de 29 anos, entre as imagens analisadas, para toda a área de trabalho, é de 64 km². E os municípios de Jijoca de Jericoacoara, Itarema e Chaval apresentam crescimentos muito próximos, com valores de 291%, 281% e 217%, respectivamente.

Destaca-se, portanto, a necessidade de fiscalização e readequação dos projetos de carcinicultura sobre áreas de apicuns e manguezais, devido ao expressivo impacto ambiental gerado sobre tais terrenos de grande fragilidade ambiental e importância ecológica.

Deve-se incentivar incremento de agricultura (caju e coco), em base sustentável, sobre os terrenos planos, bem drenados e de solos profundos dos tabuleiros da Formação Barreiras, com preservação de remanescente da vegetação original e melhor aproveitamento de subprodutos (casca e polpa de coco, fruta do caju, etc.) com implantação de plantas agroindustriais para o seu beneficiamento.

Em relação ao geoturismo, a área possui patrimônio geológico de importância mundial, pré-condição essencial para proposição de um geoparque. Destaca-se o Lineamento Transbrasiliano, o promontório com a Pedra Furada de Jericoacoara e as inúmeras exposições de eolânitos ao longo do litoral. Todos marcadores geológicos de eventos significativos do Neoproterozoico e do Holoceno. No entanto, para tal proposição é necessário um inventário

específico do patrimônio geológico e do patrimônio cultural tangível e intangível da região. Tem como ponto negativo (fator complicador, mas não impeditivo) para tal proposição, a baixa diversidade de eras geológicas.

Destaca-se, ainda, a necessidade de um espraiamento das atividades turísticas para outros municípios da costa norte do Ceará, com o intuito de disseminar o desenvolvimento econômico com foco no geoturismo para toda a região e aliviar a pressão ambiental da atividade turística sobre a vila de Jericoacoara. Chaval, Bitupitá, Camocim,

Tatajuba, Guriú e Preá, dentre outros recantos, devem ser divulgados como destinos turísticos de grande potencial e alternativos ao turismo de massa de Jericoacoara.

Além da potencialidade sugerida acima, há o turismo de aventura e paisagístico já implementado. Parte da área (Jijoca de Jericoacoara, Camocim e Barroquinha) faz parte da Rota das Emoções, criada em 2005, por meio do Sebrae, em conjunto com Ministério do Turismo (Brasil), para estimular o turismo da região do Nordeste brasileiro, envolvendo, ainda, municípios dos estados do Piauí e Maranhão.

REFERÊNCIAS

CAPÍTULO 1

BEZERRA, L. J. C. **Caracterização dos tabuleiros pré-litorâneos do estado do Ceará**. 2009. 144f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Mar) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

BIRD, E. C. F. **Submerging coasts: the effects of a rising sea level on coastal environments**. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 1993. v.20, n. 2, p.184. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/30369;jsessionid=F4BF63A60BB183E68EE42C664275C5FA>. Acesso em: 4 dez. 2023.

CALLIARI, L. J.; MUEHE, D.; HOEFEL, F. G.; TOLDO JR., E. Morfodinâmica praias: uma breve revisão. **Revista Brasileira de Oceanografia**, São Paulo, v. 51, n. único, 2003. p.6378. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rboce/a/LmPQjtj4ZwBmvcQWBQfyg5cC/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 4 dez. 2023.

CEARÁ (Estado). Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Zoneamento Ecológico Econômico da Zona Costeira do Estado do Ceará (ZEEC)**. 2021. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/gerenciamento-costeiro/zoneamento-ecologico-economico-da-zona-costeira-zeec/>. Acesso em: 4 dez. 2023.

DINIZ, J. A. O.; MONTEIRO, A. B.; FEITOSA, F. A. C.; FREITAS, M. A.; PEIXINHO, F. C. Metodologia para elaboração de mapas hidrogeológicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 17., 2012, Bonito, MS. **Anais [...]**. Bonito, MS: ABAS, 2012. p. 23-26.

IBGE. 2022. **Censo Demográfico**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html>. Acesso em: 4 dez. 2023.

IPECE. **As regiões de planejamento do estado do Ceará**. Fortaleza: IPECE, 2015. 58p. (Textos para discussão, 111). Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2014/02/TD_111.pdf. Acesso em: 4 dez. 2023.

MARQUES, E. S.; CLAUDINO-SALES, V.; PINHEIRO, L. S. Análise das características geoambientais costeiras da cidade de Camocim – CE. **Revista Equador**, v. 8, n. 3, p.225 – 241, 2019. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/9444/5621>. Acesso em: 4 dez. 2023.

MEDEIROS, E. C. S.; MAIA, L. P.; ARAÚJO, R. C. P. Environmental awareness of coastal erosion impact and contention work (bagwall) on a beach on the coast of northeast Brazil. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 49, n. 2, p. 57 – 67, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/327143721_PERCEPCAO_

AMBIENTAL_DO_IMPACTO_DA_EROSAO_COSTEIRA_E_DA_OBRA_DE_CONTENCAO_Bagwall_EM_UMA_PRAIA_NO_LITORAL_DO_NORDESTE_DO_BRASIL. Acesso em: 4 dez. 2023.

MEIRELES, A. J. A. Geodinâmica dos campos de dunas móveis de Jericoacoara/CE-BR. **Mercator**, v. 10, n. 22, p. 169-190, 2011. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/663>. Acesso em: 5 dez. 2023.

MEIRELES, A. J. A.; RAVENTOS, J. S. Um modelo geomorfológico integrado para a planície costeira de Jericoacoara/Ceará. **Mercator**, v. 1, n. 1, p. 79-94, 2002. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/197>. Acesso em: 5 dez. 2023.

MEIRELES, A. J.; GORAYEB, A.; PEREIRA FILHO, N. S. Dune fields in Jericoacoara: human intervention as a possible indicator of changes in the morphological dynamics. **Confins**, v. 34, 2018. Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/12872>. Acesso em: 5 dez. 2023.

SILVA, C. R. (ed.). **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro**. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. 264 p. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/1210>. Acesso em: 5 dez. 2023.

CAPÍTULO 2

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 3. ed. atual. amp. Vígosa - MG: UFV, 2005. v. 1.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2008.

RAMOS, M. A. B.; DANTAS, M. E.; MAIA, M. A. M.; MACHADO, M. F.; PFALTZGRAFF, P. A.; FERRASSOLI, M. A.; FERREIRA, C. E. O.; MORAES, J. M. **Projeto geodiversidade: manual metodológico para levantamento da geodiversidade em escalas 1:100.000 a 1:50.000**. Rio de Janeiro: CPRM, 2020. 46 p. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/21731>. Acesso em: 5 dez. 2023.

STRUCKMEIER, W. F.; MARGAT, J. **Hydrogeological maps a guide and a standard legend**. Hannover: International Association of Hydrogeologists, 1995. (International contributions to hydrogeology, 17). Disponível em: https://www.bgr.bund.de/EN/Themen/Wasser/Projekte/laufend/Beratung/Ihme1500/standard_legend_hydro_maps.pdf?__blob=publicationFile&v=4. Acesso em: 5 dez. 2023.

CAPÍTULO 3

ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B.; FUCK, R. A. Brazilian structural provinces: an introduction. **Earth-Science Reviews**, v. 17, n. 1/2, p. 1-29, abr. 1981.

BRAGA, I. F.; GOMES, I. P. **Geologia e recursos minerais da folha Itapipoca SA.24-Y-D-II**: estado do Ceará. Fortaleza: CPRM, 2018. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/20426>. Acesso em: 4 dez. 2023.

BRANDÃO, R. L.; FREITAS, L. C. B. (org.). **Geodiversidade do estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2014. 174 p. Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/16726>. Acesso em: 4 dez. 2023.

BRITO NEVES, B. B.; SANTOS, E. J.; VAN SCHMUS, W. R. Tectonic history of the Borborema Province. In: CORDANI, U. G. et al. **Tectonic evolution of the South America**. Rio de Janeiro: 31º International Geological Congress, 2000. p.151-182. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/19419>. Acesso em: 4 dez. 2023.

CARVALHO, A.M.; CLAUDINO-SALES, V.; MAIA, L.; CASTRO, J. W. A. Eolianitos de Flecheiras/Mundaú, Costa Noroeste do Estado do Ceará, Brasil: Registro ímpar de um paleo-sistema eólico costeiro. In: WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; SOUZA, C. R. G.; FERNANDES, A. C. S.; BERBERT-BORN, M.; QUEIROZ, E. T. (org.). **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. Brasília: CPRM, 2009. v. 2. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/19865>. Acesso em: 4 dez. 2023.

CARVALHO, A. M.; MAIA, L. P.; DOMINGUEZ, J. M. L. Caracterização do processo de migração das dunas de Flexeiras, Baleia, Paracuru e Jericoacoara, costa noroeste do Ceará. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 39, n. 1, 2006, p. 44-53. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/53937>. Acesso em: 4 dez. 2023.

CAVALCANTE, J. C.; VASCONCELOS, A. M.; MEDEIROS, M. F.; PAIVA, I. G. **Mapa geológico do estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2003. Escala 1:500.000. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/2355>. Acesso em: 4 dez. 2023.

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

CORDANI, U. G.; MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D. A. **Tectonic evolution of the South America**. Rio de Janeiro: 31º International Geological Congress, 2000. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/19419>. Acesso em: 4 dez. 2023.

DANTAS, M. E. (org.). **Biblioteca de padrões de relevo**: carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação. [Rio de Janeiro]: CPRM, [2016]. il. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/16589>. Acesso em: 4 dez. 2023.

DANTAS, M. E.; LACERDA, A.; MAIA, M. A. M. **Guia de procedimentos técnicos do Departamento de Gestão**

Territorial: volume 7 – versão 1, cartas de padrão de relevo multiescala. Brasília: SGB-CPRM, 2023. 42p. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/23763>. Acesso em: 4 dez. 2023.

DANTAS, M. E.; SHINZATO, E.; BRANDÃO, R. L.; FREITAS, L. C. B.; TEIXEIRA, W. G. Origem das paisagens. In: BRANDÃO, R. L.; FREITAS, L. C. B. (org.). **Geodiversidade do estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2014. 174 p. Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/16726>. Acesso em: 4 dez. 2023.

GIANNINI, P. C. F. **Sistemas deposicionais eólicos no quaternário costeiro do Brasil**. 2007. 200f. Tese (Geologia Sedimentar e Ambiental) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/44/tde-20012014-175413/pt-br.php>. Acesso em: 4 dez. 2023.

JULIO, K; MAGINI, C.; MAIA, L. P.; CASTRO, J. W. A. Ponta de Jericoacoara, CE - belo promontório de rochas neoproterozoicas associadas a praias e dunas quaternárias com registros de variações do nível do mar. In: WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; SOUZA, C. R. G.; FERNANDES, A. C. S.; BERBERT-BORN, M.; SALLUN FILHO, W.; QUEIROZ, E. T. (org.). **Sítios geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília: CPRM, 2013. v. 3. p. 85-94. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/19865>. Acesso em: 4 dez. 2023.

MABESONE, J. M. Panorama geomorfológico do nordeste brasileiro. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 56. 1978.

MARINO, M. T. R. D; FREIRE, G. S. S.; HORN, N. O. F. Aspectos geológicos e geomorfológicos da zona costeira entre as praias do Futuro e Porto das Dunas, região metropolitana de Fortaleza, (RMF), Ceará, Brasil. **Revista de Geologia**, v. 25, n. 1, p. 77-96, 2012. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/14833>. Acesso em: 04 dez. 2023.

MUEHE, D. Geomorfologia costeira. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p.253-308.

NEUMANN, V. H.; ARAGÃO, M. A. N. F.; VALENÇA, L. M. M. V; LEAL, J. P. Ambiente lacustres. In: AUGUSTO, J. C. L; ARAGÃO, M. A. N. F.; MAGALHÃES, A. J. C. **Ambiente de sedimentação siliciclástica do Brasil**. São Paulo: Beca-BALL, 2008.

NOGUEIRA NETO, J. de A.; MAGINI, C.; SANTOS, T. J. S. dos; PRAXEDES, I. F.; CARNEIRO, A. de A. **Granja - folha SA.24-Y-C-III**: carta geológica - escala 1:100.000. [S.l.]: CPRM, 2014. 1 mapa, color. Escala 1:100.000. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/17765>. Acesso em: 5 dez. 2023.

PINÉO, T. R. G.; LIMA, A. F.; BESSA, M. D. M. R.; MARTINS, M. D. **Projeto ARIM Noroeste do Ceará. Mapa geológico-geofísico:** folha Chaval - SA.24-Y-C-II. Fortaleza: CPRM, 2018a, 1 mapa color. Escala 1:100.000. disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/18664>. Acesso em: 5 dez. 2023.

PINÉO, T. R. G.; LIMA, A. F.; BESSA, M. D. M. R.; MARTINS, M. D. **Projeto ARIM Noroeste do Ceará. Mapa geológico-geofísico:** folha Bela Cruz - SA.24-Y-D-I. Estado do Ceará. Fortaleza: CPRM, 2018b, 1 mapa color. Escala 1:100.000. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/18665>. Acesso em: 5 dez. 2023.

PINÉO, T. R. G.; PALHETA, E. S. M. **Projeto geologia e recursos minerais do Estado do Ceará:** mapa geológico do estado do Ceará. Fortaleza: CPRM, 2021. 1 mapa, color. Escala 1:500.000. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/20418>. Acesso em: 5 dez. 2023.

ROSSETTI, D. F. Ambientes costeiros. In: Florenzano, T. G. (org.). **Geomorfologia:** conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 247-283.

SAUERMAN, G.; ANDRADE Jr., J. S.; MAIA, L. P.; COSTA, U. M. S.; ARAUJO, A. D.; HERRMANN, H. J. Wind velocity and sand transportation on a barchan dune. **Geomorphology**, v. 54, n. 3-4, p.1-11, 2003.

SILVEIRA, A. P.; VASCONCELOS, F. P.; CLAUDINO-SALES, V. Análise da evolução temporal e da dinâmica sedimentar da duna do pôr do sol, Jericoacoara, Ceará – Brasil. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral/CE, v. 21, n. 2, p. 656-673, set. 2019. Disponível em: <https://rcgs.uvanet.br/>

<index.php/RCGS/article/view/562/427>. Acesso em: 5 dez. 2023.

SILVA, C. R. (ed.). **Geodiversidade do Brasil:** conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. 264 p. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/1210>. Acesso em: 5 dez. 2023.

SOUZA, M.J.N. Contribuição ao estudo das unidades morfoestruturais do estado do Ceará. **Revista de Geologia – UFC**, Fortaleza, v. 1, p. 73-91, 1988.

WILLWOCK, J. A.; LESSA, G. C.; SUGUIO, K.; ANGULO, R. J.; DILLENBURG, S. R. Geologia e geomorfologia de regiões costeiras. In: DOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. (ed.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005. 382p. 94-113.

CAPÍTULO 4

DUNA de Jericoacoara que diminuiu de tamanho é ponto de encontro de turistas para aplaudir o pôr do sol: pesquisador defende a realização de um estudo na região para que sejam trabalhadas medidas de proteção das dunas. **G1 - Ceará**, [Fortaleza], 31 mar. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2023/03/31/duna-de-jericoacoara-que-diminuiu-de-tamanho-e-ponto-de-encontro-de-turistas-para-aplaudir-o-por-do-sol.ghtml>. Acesso em: 4 dez. 2023.

SILVA, J. R. Ambientes costeiros. In: AUGUSTO, J. C. L.; ARAGÃO, M. A. N. F.; MAGALHÃES, A. J. C. **Ambiente de sedimentação siliciclástica do Brasil**. São Paulo: Beca-BALL, 2008.

APÊNDICE I

APÊNDICE I

DOMÍNIOS E UNIDADES GEOLÓGICO-AMBIENTAIS DO TERRITÓRIO BRASILEIRO

ORGANIZAÇÃO

Maria Angélica Barreto Ramos

Antônio Theodorovicz*

Maria Adelaide Mansini Maia

*Geólogo aposentado do Serviço Geológico do Brasil – CPRM

DOMÍNIOS E UNIDADES GEOLÓGICO-AMBIENTAIS DO TERRITÓRIO BRASILEIRO

DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. DOMÍNIO UNIGEO	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. UNIGEO
DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS CENOZOICOS INCONSOLIDADOS OU POUCO CONSOLIDADOS, DEPOSITADOS EM MEIO AQUOSO OU MISTO.	DC	Ambiente de planícies aluvionares recentes ou antigas – Material inconsolidado e de espessura variável. Da base para o topo, é formado por cascalho, areia e argila. Depósitos de planícies de inundação (em médio e alto curso-alta energia).	DCa_Dpac
		Ambiente de planícies aluvionares recentes ou antigas – Material inconsolidado e de espessura variável. Da base para o topo, é formado por cascalho, areia e argila. Depósitos de planícies de inundação (em baixo curso-baixa energia).	Dca_Dpbc
		Ambiente de terraços aluvionares – Material inconsolidado a semiconsolidado, de espessura variável. Da base para o topo, é formado por cascalho, areia e argila.	DCta_Dt
		Ambiente fluviomarinho – Predomínio de sedimentos arenosos, intercalados com camadas argilosas, ocasionalmente com presença de turfa.	DCfm_Dfl
		Ambiente fluviolacustre – Predomínio de sedimentos arenosos, intercalados com camadas argilosas.	DCfl_Dflc
		Ambiente fluviolacustre – Predomínio de sedimentos arenosos, intercalados com camadas argilosas. Inclui turfas.	DCfl_Dflco
		Ambiente lagunar – Predomínio de sedimentos argilosos e/ou turfosos. Inclui turfas.	DCI_Dflo
		Ambiente paludal – Predomínio de argilas orgânicas e camadas de turfa. Turfeiras.	DCp_Dflot
		Ambiente marinho costeiro – Predomínio de sedimentos arenosos.	DCmc_Dmar
		Ambiente misto (marinho/continental) – Intercalações irregulares de sedimentos arenosos, argilosos, em geral, ricos em matéria orgânica (mangues).	DCm_Dm
		Alúvio colúvio.	DC_AI-Co
		Leques detríticos	DC_Dld
		Depósitos tecnogênicos.	DC_Tec

DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. DOMÍNIO UNIGEO	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. UNIGEO
DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS CENOZOICOS INCONSOLIDADOS DO TIPO COLUVIÃO E TÁLUS.	DCICT	Materiais inconsolidados, de granulometria e composição diversas, provenientes do transporte gravitacional. Tálus.	DCICT_T
		Materiais inconsolidados, de granulometria e composição diversas, provenientes do transporte gravitacional. Depósitos com predomínio de tálus e colúvio subordinados.	DCICT_T-Co
		Materiais inconsolidados, de granulometria e composição diversas, provenientes do transporte gravitacional. Depósitos com predomínio de colúvio e tálus subordinados.	DCICT_Co-T
		Materiais inconsolidados, de granulometria e composição diversas, provenientes do transporte gravitacional. Colúvio.	DCICT_Co
DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS INDIFERENCIADOS CENOZOICOS RELACIONADOS A RETRABALHAMENTO DE OUTRAS ROCHAS, GERALMENTE ASSOCIADOS ÀS SUPERFÍCIES DE APLAINAMENTO.	DCSR	Relacionado a sedimentos retrabalhados de outras rochas – Coberturas arenoconglomeráticas e/ ou siltico-argilosas associadas às superfícies de aplainamento.	DCSR
DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS CENOZOICOS PROVENIENTES DA ALTERAÇÃO DE ROCHA <i>IN SITU</i> COM GRAU DE ALTERAÇÃO VARIANDO DE SAPRÓLITO A SOLO RESIDUAL, EXCETO AS LATERITAS.	DCEL	Sedimentos eluviais.	DCEL
DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS CENOZOICOS BIOCLÁSTICOS.	DCB	Plataforma continental – Recifes.	DCBr
DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS CENOZOICOS EÓLICOS.	DCE	Dunas móveis – Material arenoso inconsolidado.	DCEm_Ddm
		Dunas fixas – Material arenoso fixado pela vegetação.	DCEf_Ddf
		Lençóis de areia – Material arenoso inconsolidado.	DCEl_Dla
DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS CENOZOICOS SEMICONSOLIDADOS FLUVIAIS.	DCF	Depósitos fluviais antigos – Intercalações de níveis arenosos, argilosos, siltosos e cascalhos semiconsolidados.	DCFa

DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. DOMÍNIO UNIGEO	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. UNIGEO
DOMÍNIO DAS FORMAÇÕES LATERÍTICAS <i>Esse domínio será descrito individualmente quando não se puder identificar a rocha-fonte</i>	DCDL	Indiviso - Proveniente de processo de lateritização em rochas de composição diversas.	DCDLin
		Perfil laterítico incompleto – Proveniente de processo de lateritização em rochas de composição diversas onde o perfil laterítico não formou crosta ou foi erodido.	DCDL_Pli
		Perfil laterítico completo - Proveniente de processo de lateritização em rochas de composição diversa, onde o perfil laterítico formou crostas.	DCDL_Plt
		Perfil Intempérico – Horizonte Mosqueado	DCDL_Spm
<p>Os Domínios e Unidades Geológico-Ambientais, descritas a partir de agora, como são provenientes de material rochoso (sedimentar, ígneo ou metamórfico), formam perfis intemperizados quando expostos. Os horizontes intempéricos, incluindo as crostas lateríticas, são definidos com as seguintes siglas:</p> <p>Co – Colúvio Sl – Solo – Horizonte Pedogenético Plt: Crosta Laterítica Pli: Crosta Truncada: ausência de um nível do perfil laterítico (no caso a crosta), em função da não formação ou erosão do perfil. Spm: Horizonte Mosqueado Ssp: Solo Saprolítico Sp: Saprólito Rch: Rocha não alterada</p> <p>Assim, na construção da nova unidade geológico-ambiental, podem ser observadas as seguintes situações:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Quando a rocha-mãe for identificada no perfil intempérico, as unidades geo das Formações Lateríticas (Completas – Plt ou Truncadas – Pli ou o Horizonte Mosqueado – Spm) entram ao final do código de qualquer unidade. Exemplo: DCMa_Plt. 2. Quando a expressão areal for o saprólito, dependendo do seu grau de alteração, pode ser Ssp (Solo Saprolítico – material muito intemperizado, mas ainda contendo estruturas da rocha) ou Sp (saprólito), quando as características da rocha estiverem mais bem preservadas.Exemplo: DGR1pal_Ssp 3. Dependendo de como se apresenta o perfil intempérico e sua distribuição areal que será cartografada em superfície, pode ser feita uma associação das siglas que compões o perfil intempérico. 4. Exemplo: DCGMGLmo_Ssp-Sp 			
DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. DOMÍNIO UNIGEO	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. UNIGEO
DOMÍNIO DAS COBERTURAS CENOZOICAS DETRITO-CARBONÁTICAS.	DCDC	Depósitos detrito-carbonáticos – Provenientes de processos de lateritização em rochas carbonáticas.	DCDC

DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. DOMÍNIO UNIGEO	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. UNIGEO
DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS CENOZOICOS E/OU MESOZOICOS POUCO A MODERADAMENTE CONSOLIDADOS, ASSOCIADOS ÀS PEQUENAS BACIAS CONTINENTAIS DO TIPO <i>RIFT</i> .	DCMR	Predomínio de sedimentos arenosos.	DCMRa
		Predomínio dos sedimentos siltico-argilosos.	DCMRsa
		Calcários com intercalações siltico-argilas.	DCMRcsa
DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS CENOZOICOS POUCO A MODERADAMENTE CONSOLIDADOS, ASSOCIADOS AOS TABULEIROS.	DCT	Alternância irregular entre camadas de sedimentos de composição diversa (arenito, siltito, argilito e cascalho).	DCT
DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS CENOZOICOS E/OU MESOZOICOS POUCO A MODERADAMENTE CONSOLIDADOS, ASSOCIADOS ÀS PROFUNDAS E EXTENSAS BACIAS CONTINENTAIS.	DCM	Predomínio de sedimentos arenoargilosos e/ou siltico-argilosos de deposição continental lacustrina deltaica, ocasionalmente com presença de linhito.	DCMIId
		Predomínio de sedimentos arenosos de deposição continental, lacustre, fluvial ou eólica – arenitos.	DCMa
DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS SEDIMENTARES MESOZOICAS CLASTOCARBONÁTICAS CONSOLIDADAS EM BACIAS DE MARGENS CONTINENTAIS (<i>RIFT</i>).	DSM	Predomínio de calcário e sedimentos siltico-argilosos.	DSM _c
		Predomínio de sedimentos quartzo arenosos e conglomeráticos, com intercalações de sedimentos siltico-argilosos e/ou calcíferos.	DSM _{qcg}
		Predomínio de sedimentos siltico-argilosos, com alternância de sedimentos arenosos e conglomeráticos.	DSM _{sa}
		Intercalações de sedimentos siltico-argilosos e quartzo arenosos.	DSM _{saq}
		Intercalação de sedimentos siltico-argilosos e camadas de carvão.	DSM _{scv}
DOMÍNIO DAS COBERTURAS SEDIMENTARES MESOZOICAS (CRETÁCEAS), POUCO A MODERADAMENTE CONSOLIDADAS. Ex: Grupo Bauru (formações Vale do Rio do Peixe, Marília, Rio Paraná, São José do Rio Preto) e Grupo Caiuá (formações Santo Anastácio e Goio Erê).	DSMC	Predomínio de sedimentos quartzo arenosos finos, com cimentação carbonática e intercalações subordinadas siltico-argilas (ambientes deposicionais: eólico e/ou eólico/fluvial).	DSMC _{ef}
		Predomínio de sedimentos quartzo arenosos finos (ambiente deposicional eólico)	DSMC _e

DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. DOMÍNIO UNIGEO	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. UNIGEO
DOMÍNIO DAS COBERTURAS SEDIMENTARES E VULCANOSSEDIMENTARES MESOZOICAS E PALEOZOICAS, POUCO A MODERADAMENTE CONSOLIDADAS, ASSOCIADAS ÀS GRANDES E PROFUNDAS BACIAS SEDIMENTARES DO TIPO SINÉCLISE (AMBIENTES DEPOSICIONAIS: CONTINENTAL, MARINHO, DESÉRTICO, GLACIAL E VULCÂNICO).	DSVMP	Predomínio de sedimentos arenosos mal selecionados.	DSVMPa
		Predomínio de espessos pacotes de arenitos de deposição eólica.	DSVMPae
		Predomínio de espessos pacotes de arenitos de deposição mista (eólica e fluvial).	DSVMPaef
		Predomínio de arenitos e conglomerados.	DSVMPacg
		Predomínio de arenitos a arenitos caulíníticos.	DSVMPac
		Intercalações de sedimentos arenosos, siltico-argilosos e folhelhos.	DSVMPasaf
		Predomínio de sedimentos siltico-argilosos com intercalações arenosas.	DSVMPsaa
		Predomínio de arenitos vulcanoclásticos (tufo cineríticos).	DSVMPav
		Predomínio de sedimentos siltico-argilosos e arenosos, contendo camadas de carvão.	DSVMPsaacv
		Intercalações de paraconglomerados (tilitos) e folhelhos.	DSVMPcgf
		Predomínio de sedimentos siltico-argilosos e calcários com intercalações arenosas subordinadas.	DSVMPsaca
		Intercalações irregulares de sedimentos arenosos, siltico-argilosos e calcários.	DSVMPasac
		Intercalações irregulares de sedimentos arenosos e siltico-argilosos com finas camadas de evaporitos e calcários.	DSVMPasaec
		Predomínio de rochas calcárias intercaladas com finas camadas siltico-argilosas.	DSVMPcsa
		Arenitos, conglomerados, tilitos e folhelhos.	DSVMPactf
		Arenitos, conglomerados, siltitos, folhelhos e calcário.	DSVMPacsf
Predomínio de sedimentos siltico-argilosos intercalados de folhelhos betuminosos e calcários.	DSVMPsabc		
Predomínio de arenitos e intercalações de pelitos.	DSVMPap		

DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. DOMÍNIO UNIGEO	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. UNIGEO
DOMÍNIO DO VULCANISMO FISSURAL MESOZOICO DO TIPO PLATÔ.	DVM	Predomínio de rochas básicas intrusivas.	DVMgd
		Predomínio de rochas básicas extrusivas (basaltos).	DVMb
		Predomínio de basalto com <i>intertraps</i> subordinados de arenito.	DVMba
		Predomínio de rochas ácidas (riolitos e/ou riodacitos).	DVMrrd
		Predomínio de rochas intermediárias (dacitos, andesitos e/ou basaltos andesíticos).	DVMdaba
DOMÍNIO DOS COMPLEXOS ALCALINOS INTRUSIVOS E EXTRUSIVOS, DO PALEÓGENO, MESOZOICO E PROTEROZOICO.	DCA	Indeterminado.	DCAin
		Tufo, brecha e demais materiais piroclásticos.	DCAtbr
		Série subalcalina (monzonitos, quartzomonzonitos, mangeritos etc).	DCAsbalc
		Série alcalina saturada e alcalina subsaturada (sienito, quartzo-sienitos, traquitos, nefelina sienito, sodalita sienito etc).	DCAalc
		Gabro, anortosito, carbonatito, dique de lamprófiro.	DCAganc
		Série alcalina saturada e/ou subsaturada, com rochas básicas e/ou ultrabásicas associadas.	DCAalcubu
DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS SEDIMENTARES E VULCANOSSEDIMENTARES DO EOPALEOZOICO, ASSOCIADAS AOS <i>RIFTS</i> , NÃO OU POUCO DEFORMADAS E METAMORFIZADAS.	DSVE	Predomínio de rochas sedimentares.	DSVEs
		Sequência vulcanossedimentar.	DSVEvs
		Predomínio de vulcânicas.	DSVEv
DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS SEDIMENTARES PROTEROZOICAS DO TIPO MOLASSA, NÃO OU POUCO DEFORMADAS E METAMORFIZADAS)	DSPM	Predomínio de metaconglomerados, intercalados de metarenitos arcósianos, metarcóseos e metassiltitos.	DSPMcgas

DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. DOMÍNIO UNIGEO	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. UNIGEO
DOMÍNIO DAS COBERTURAS SEDIMENTARES PROTEROZOICAS, NÃO OU MUITO POUCO DOBRADAS E METAMORFIZADAS. CARACTERIZADAS POR UM EMPILHAMENTO DE CAMADAS HORIZONTALIZADAS E SUB-HORIZONTALIZADAS DE VÁRIAS ESPESSURAS, DE SEDIMENTOS CLASTOQUÍMICOS DE VÁRIAS COMPOSIÇÕES E ASSOCIADOS AOS MAIS DIFERENTES AMBIENTES TECTONODEPOSICIONAIS.	DSP1	Indiferenciado.	DSVPin
		Predomínio de sedimentos arenosos e conglomeráticos, com intercalações subordinadas de sedimentos siltico-argilosos.	DSP1acgsa
		Intercalações irregulares de sedimentos arenosos, siltico-argilosos e formações ferríferas e manganêsíferas.	DSP1asafmg
		Predomínio de sedimentos siltico-argilosos, com intercalações subordinadas de arenitos e metarenito feldspático.	DSP1saagr
		Rochas calcárias com intercalações subordinadas de sedimentos siltico-argilosos e arenosos.	DSP1csaa
		Diamictitos, metarenitos feldspáticos, sedimentos arenosos e siltico-argilosos.	DSP1dgrsa
		Predomínio de sedimentos siltico-argilosos com intercalações subordinadas de rochas calcárias.	DSP1sac
		Predomínio de sedimentos siltico-argilosos, com intercalações de arenitos. Ex.: Formação Suapi e Supergrupo Roraima.	DSP1saa
DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS VULCANOSSEDIMENTARES PROTEROZOICAS, NÃO OU POUCO DOBRADAS E METAMORFIZADAS.	DSVP1	Predomínio de vulcanismo ácido a intermediário.	DSVP1va
		Predomínio de vulcanismo básico.	DSVP1vb
		Sequência vulcanossedimentar.	DSVP1vs
		Vulcanismo ácido a intermediário e intercalações de sedimentos arenosos e siltico-argilosos, podendo conter formações ferríferas e/ou manganêsíferas.	DSVP1vaa
		Predomínio de ortoconglomerados.	DSVP1ocg
		Predomínio de sedimentos arenosos e conglomerados, com intercalações de sedimentos siltico-argilosos. Ex.: Bacias de Campo Alegre e de Itajaí; Orógeno de Pelotas.	DSVP1sacg

DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. DOMÍNIO UNIGEO	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. UNIGEO
DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS SEDIMENTARES PROTEROZOICAS INCLUINDO AS COBERTURAS PLATAFORMAIS, DOBRADAS, METAMORFIZADAS DE BAIXO A ALTO GRAU.	DSP2	Metarenitos, quartzitos e metaconglomerados.	DSP2mqmtc
		Predomínio de metarenitos e quartzitos, com intercalações irregulares de metassedimentos siltico-argilosos e formações ferríferas ou manganésíferas.	DSP2mqsafmg
		Intercalações irregulares de metassedimentos arenosos e siltico-argilosos.	DSP2msa
		Intercalações de metassedimentos siltico-argilosos, arenosos e metagrauvas	DSP2msag
		Predomínio de metaconglomerados polimíticos, suportados por clastos e metabrechas conglomeráticas	DSP2mtc
		Predomínio de metarenitos com níveis subordinados de metaconglomerado e metabrechas conglomeráticas.	DSP2mac
		Predomínio de metassedimentos siltico-argilosos, com intercalações de metarenitos feldspáticos.	DSP2sag
		Predomínio de metassedimentos siltico-argilosos, representados por xistos, com intercalações de metassedimentos arenosos, metacalcários e calcissilicáticas.	DSP2mxaccal
		Predomínio de metassedimentos siltico-argilosos, representados por xistos com níveis de quartzitos (milinotizados ou não).	DSP2xq
		Intercalações irregulares de metassedimentos arenosos, metacalcários, calcissilicáticos e xistos calcíferos.	DSP2mcx
		Predomínio de metacalcários, com intercalações subordinadas de metassedimentos siltico-argilosos e arenosos.	DSP2mcsaa
		Predomínio de sedimentos siltico-argilosos com intercalações subordinadas de arenitos.	DSP2saa
		Predomínio de calcissilicáticas.	DSP2cass
		Predomínio de formações ferríferas.	DSP2ff
		Predomínio de mármore calcíticos.	DSP2ca
Predomínio de quartzitos.	DSP2q		

DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. DOMÍNIO UNIGEO	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. UNIGEO
DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS SEDIMENTARES PROTEROZOICAS INCLUINDO AS COBERTURAS PLATAFORMAIS, DOBRADAS, METAMORFIZADAS DE BAIXO A ALTO GRAU.	DSP2	Predomínio de metassedimentos siltico-argilosos, representados por xistos.	DSP2x
		Metagrauvacas e metaconglomerados predominantes.	DSP2mgccg
		Metavulcânicas ácidas a intermediárias xistificadas intercaladas com sedimentos psamíticos e pelíticos.	DSP2mvx
		Predomínio de metadiamictitos e filitos, localmente com lentes de quartzitos.	DSP2mdmf
		Predomínio de metassedimentos siltico-argilosos e/ou arenosos com intercalações subordinadas de rochas calcárias	DSP2sac
		Predomínio de metacalcários e metadolomitos	DSP2cd
DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS VULCANOSSEDIMENTARES PROTEROZOICAS DOBRADAS METAMORFIZADAS DE BAIXO A ALTO GRAU.	DSVP2	Indiferenciado.	DSVP2in
		Predomínio de quartzitos.	DSVP2q
		Predomínio de metassedimentos siltico-argilosos, representados por xistos.	DSVP2x
		Predomínio de rochas metacalcárias, com intercalações de finas camadas de metassedimentos siltico-argilosos.	DSVP2csa
		<i>Metacherts</i> , metavulcânicas, formações ferríferas e/ou formações manganíferas, metacalcários, metassedimentos arenosos e siltico-argilosos.	DSVP2vfc
		Metarenitos feldspáticos, metarenitos, tufo e metavulcânicas básicas a intermediárias.	DSVP2gratv
		Metassedimentos siltico-argilosos e vulcânicas ácidas.	DSVP2mva
		Predomínio de rochas metabásicas e metaultramáficas.	DSVP2bu
		<i>Metacherts</i> , metarenitos, metapelitos, vulcânicas básicas, formações ferríferas e formações manganíferas.	DSVP2af
		Metarenitos, <i>metacherts</i> , metavulcânicas ácidas a intermediárias, formações ferríferas e/ou manganíferas.	DSVP2avf

DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. DOMÍNIO UNIGEO	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. UNIGEO
DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS VULCANOSSEDIMENTARES PROTEROZOICAS DOBRADAS METAMORFIZADAS DE BAIXO A ALTO GRAU.	DSVP2	Predomínio de vulcânicas ácidas.	DSVP2va
		Predomínio de metapelitos com intercalações de rochas metabásicas e/ou metaultramáficas.	DSVP2pbu
		<i>Metacherts</i> , metarenitos e/ou metapelitos.	DSVP2cap
		Predomínio de metaconglomerados milinotizados intercalados com metavulcânicas.	DSVP2mcv
		Metassedimentos pelíticos intercalados com metavulcânicas.	DSVP2msmv
		Metapalitos, metacarbonatos e quartzitos intercalados com metavulcânicas.	DSVP2pcqv
		Metavulcânicas, metacalcários, <i>metacherts</i> , metassedimentos arenosos, calcissilicáticas, xistos e ultramafitos.	DSVP2vscu
		Predomínio de metarenitos e quartzitos com intercalações irregulares de metassedimentos siltico-argilosos e formações ferríferas ou manganésíferas.	DSVP2mqsafmg
DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS VULCANOSSEDIMENTARES TIPO GREENSTONE BELT, ARQUEANO ATÉ O MESOPROTEROZOICO.	DGB	Predomínio de metarenitos e quartzitos com intercalações irregulares de metassedimentos siltico-argilosos e formações ferríferas ou manganésíferas.	DSVP2mqsafmg
		Predomínio de metarenitos e/ou quartzitos, intercalados com vulcânicas ácidas e básicas.	DSVP2mavab
		Sequência vulcânica komatiítica associada a talco-xistos, anfibolitos, cherts, formações ferríferas e metaultrabasitos.	DGBko
		Predomínio de sequência sedimentar.	DGBss
		Sequência vulcanossedimentar, com alta participação de metavulcânicas ácidas e intermediárias.	DGBvai
		Sequência vulcanossedimentar.	DGBvs

DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. DOMÍNIO UNIGEO	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. UNIGEO
DOMÍNIO DOS CORPOS MÁFICO-ULTRAMÁFICOS (SUÍTES KOMATIÍTICAS, SUÍTES TOLEÍTICAS, COMPLEXOS BANDADOS).	DCMU	Série máfico-ultramáfica (dunito, peridotito etc).	DCMUmu
		Série básica e ultrabásica (gabro, anortosito etc).	DCMUbu
		Vulcânicas básicas.	DCMUvb
		Metamáficas, anfíbolitos e gnaisses calcissilicáticos.	DCMUmg
DOMÍNIO DOS CORPOS BÁSICOS SOB A FORMA DE SOLEIRAS E DIQUES DE IDADES VARIADAS, NÃO METAMORFIZADOS.	DCBSD	Corpos básicos na forma de diques e <i>sills</i> .	DCBSDds
DOMÍNIO DOS COMPLEXOS GRANITOIDES NÃO DEFORMADOS	DCGR1	Associações charnockíticas. Minerais diagnósticos: hiperstênio, diopsídio.	DCGR1ch
		Séries graníticas peralcalinas.	DCGR1palc
		Séries graníticas alcalinas. Minerais diagnósticos: fluorita, alanita.	DCGR1alc
		Séries graníticas subalcalinas: calcialcalinas (baixo, médio e alto-K) e toleíticas. Minerais diagnósticos: hornblenda, biotita, titanita, epidoto.	DCGR1salc
		Granitoides peraluminosos. Minerais diagnósticos: muscovita, granada, cordierita, silimanita, monazita, xenotima.	DCGR1pal
		Série shoshonítica. Minerais diagnósticos: augita, diopsídio e/ou hiperstênio, anfíbólio e plagioclásio.	DCGR1sho
		Indeterminado.	DCGR1in
DOMÍNIO DOS COMPLEXOS GRANITOIDES DEFORMADOS	DCGR2	Associações charnockíticas. Minerais diagnósticos: hiperstênio, diopsídio.	DCGR2ch
		Séries graníticas peralcalinas.	DCGR2palc
		Séries graníticas alcalinas. Minerais diagnósticos: fluorita, alanita.	DCGR2alc
		Séries graníticas subalcalinas: calcialcalinas (baixo, médio e alto-K) e toleíticas. Minerais diagnósticos: hornblenda, biotita, titanita, epidoto.	DCGR2salc

DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. DOMÍNIO UNIGEO	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. UNIGEO
DOMÍNIO DOS COMPLEXOS GRANITOIDES DEFORMADOS.	DCGR2	Granitoides peraluminosos. Minerais diagnósticos: muscovita, granada, cordierita, silimanita, monazita, xenotima.	DCGR2pal
		Série shoshonítica.	DCGR2sho
		Indeterminado.	DCGR2in
DOMÍNIO DOS COMPLEXOS GRANITOIDES INTENSAMENTE DEFORMADOS: ORTOGNAISSES.	DCGR3	Associações charnockíticas.	DCGR3ch
		Séries graníticas peralcalinas.	DCGR3palc
		Séries graníticas alcalinas.	DCGR3alc
		Séries graníticas subalcalinas: calcialcalinas (baixo, médio e alto-K) e toleíticas.	DCGR3salc
		Granitoides peraluminosos.	DCGR3pal
		Série shoshonítica.	DCGR3sho
		Indeterminado.	DCGR3in
DOMÍNIO DOS COMPLEXOS GNÁISSICO-MIGMATÍDICOS E GRANULÍDICOS.	DCGMGL	Predominam migmatitos ortoderivados.	DCGMGLmo
		Predominam migmatitos paraderivados.	DCGMGLmp
		Predomínio de gnaisses paraderivados. Podem conter porções migmatíticas.	DCGMGLgnp
		Migmatitos indiferenciados.	DCGMGLmgi
		Gnaisses granulito paraderivado. Podem conter porções migmatíticas.	DCGMGLglp
		Predomínio de paragnaisses com elevada incidências de cobertura detrito-laterítica.	DCGMGLldl
		Gnaisses granulíticos ortoderivados. Podem conter porções migmatíticas.	DCGMGLglo
		Granulitos indiferenciados.	DCGMGLgli
		Predomínio de gnaisses ortoderivados. Podem conter porções migmatíticas.	DCGMGLgno
		Gnaisses indiferenciados.	DCGMGLgni
		Metacarbonatos.	DCGMGLcar

DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. DOMÍNIO UNIGEO	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. UNIGEO
DOMÍNIO DOS COMPLEXOS GNÁISSICO-MIGMATÍTICOS E GRANULÍTICOS.	DCGMGL	Anfibolitos.	DCGMGLaf
		Gnaisses, migmatitos e/ou granulitos, com alta incidência de corpos de metamáficas e/ou metaultramáficas.	DCGMGLmu
		Gnaisses, migmatitos e/ou granulitos associados com rochas metamáficas e/ou metaultramáficas, incluindo formações ferríferas bandadas.	DCGMGLmufb
		Predomínio de quartzito.	DCGMGLqt

APÊNDICE II

APÊNDICE II

BIBLIOTECA DE PADRÕES DE RELEVO DO TERRITÓRIO BRASILEIRO

ORGANIZAÇÃO

Marcelo Eduardo Dantas
Serviço Geológico do Brasil – CPRM

SUMÁRIO

A ANÁLISE DE PADRÕES DE RELEVO COMO UM INSTRUMENTO APLICADO AO MAPEAMENTO DA GEODIVERSIDADE	3
1. DOMÍNIO DAS UNIDADES AGRADACIONAIS	5
2. DOMÍNIO DAS UNIDADES DENUDACIONAIS EM ROCHAS SEDIMENTARES POUCO LITIFICADAS	29
3. DOMÍNIO DAS UNIDADES DENUDACIONAIS EM ROCHAS SEDIMENTARES LITIFICADAS	31
4. DOMÍNIO DOS RELEVOS DE APLAINAMENTO	37
5. DOMÍNIO DAS UNIDADES DENUDACIONAIS EM ROCHAS CRISTALINAS OU SEDIMENTARES	41
6. DOMÍNIO DE FORMAS DE DISSOLUÇÃO EM ROCHAS CARBONÁTICAS	54



A ANÁLISE DE PADRÕES DE RELEVO COMO UM INSTRUMENTO APLICADO AO MAPEAMENTO DA GEODIVERSIDADE

AB'SABER, EM SEU ARTIGO "Um Conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas sobre o Quaternário" [Geomorfologia, São Paulo, n. 18, 1969], já propunha uma análise dinâmica da geomorfologia aplicada aos estudos ambientais, com base na pesquisa de três fatores interligados: identificação de uma compartimentação morfológica dos terrenos; levantamento da estrutura superficial das paisagens e estudo da fisiologia da paisagem (Figura 1).

A **compartimentação morfológica** dos terrenos é obtida a partir da avaliação empírica dos diversos conjuntos de formas e padrões de relevo posicionados em diferentes níveis topográficos, por meio de observações de campo e análise de sensores remotos (fotografias aéreas, imagens de satélite e Modelo Digital de Elevação - MDE). Essa avaliação é diretamente aplicada aos estudos de ordenamento do uso do solo e planejamento territorial, constituindo-se

em uma primeira e fundamental contribuição da geomorfologia.

A **estrutura superficial das paisagens** consiste no estudo dos mantos de alteração *in situ* (formações superficiais autóctones) e coberturas inconsolidadas (formações superficiais alóctones) que jazem sob a superfície dos terrenos. É de grande relevância para a compreensão da gênese e evolução das formas de relevo e, em aliança com a compartimentação morfológica dos terrenos, constitui-se em importante ferramenta para se avaliar o grau de fragilidade natural dos terrenos frente aos processos erosivo-deposicionais.

A **fisiologia da paisagem** consiste na análise integrada das diversas variáveis ambientais em sua interface com a geomorfologia. Ou seja, a influência de condicionantes litológico-estruturais, padrões climáticos e tipos de solos na configuração física das paisagens. Com essa terceira avaliação, objetiva-se, também, compreender a ação dos processos erosivo-deposicionais atuais, incluindo todos os impactos decorrentes da ação antropogênica sobre a paisagem natural. Dessa forma, embute-se na análise geomorfológica o estudo da morfodinâmica, privilegiando-se a análise de processos.

A Biblioteca de Padrões de Relevo do Programa Geodiversidade do Brasil foi elaborada para disponibilizar uma compartimentação geomorfológica proposta para ser aplicada na

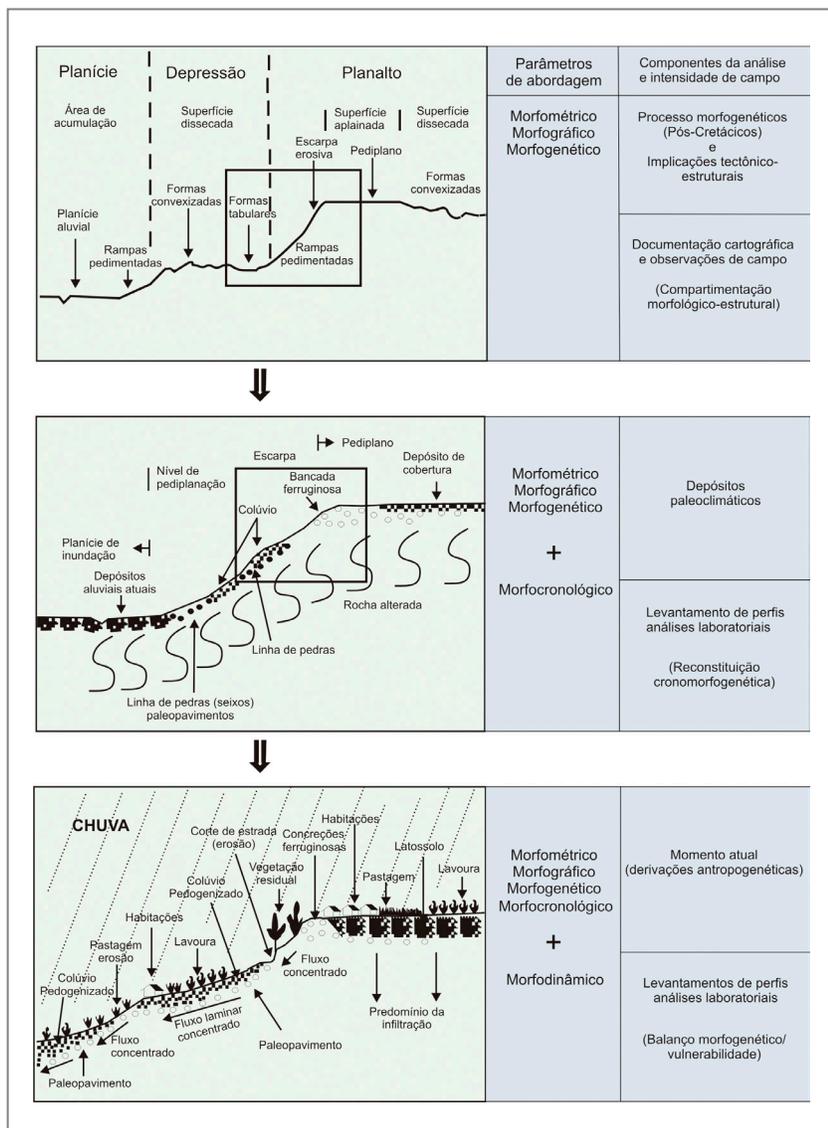


Figura 1: Demonstração dos Níveis de Abordagem Geomorfológica (seguindo metodologia de análise de Aziz Nacib Ab'Saber, 1969).

metodologia de mapeamento da geodiversidade em escalas que podem variar entre 1:25.000 e 1:100.000. Nesse sentido, sua abordagem restringe-se a avaliar o primeiro dos pressupostos elencados por Ab'Saber: a compartimentação morfológica dos terrenos. Subordinadamente, são avaliados aspectos de gênese, morfodinâmica e evolução do modelado. Portanto, a compartimentação de relevo efetuada nos mapeamentos da geodiversidade elaborados pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM compreende o acúmulo de experiências em mapeamentos geomorfológicos desenvolvidos em diferentes escalas em todo território nacional desde 1997. Com a presente Biblioteca de Padrões de Relevo, o SGB/CPRM tem como objetivo precípuo mapear a morfologia dos terrenos e gerar dados morfológicos e morfométricos que, além de caracterizar o modelado das paisagens, fornecem informações para a delimitação de áreas sujeitas à inundação, enxurrada e corridas de massa. O mapeamento de padrões de relevo representa, em linhas gerais, o 3º táxon

hierárquico da metodologia de mapeamento geomorfológico proposta por Ross (1992). Em alguns casos, foram mapeadas relevantes feições de relevo para o mapeamento em escala de semidetalhe, alcançando o 4º táxon (Figura 2). Em todos os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) da geodiversidade, desenvolvidos pelo SGB/CPRM, o mapa de padrões de relevo pode ser visualizado, bastando acessar o diretório correspondente.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 18, p. 1-23, 1969.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, v. 6, p. 17-29, 1992.

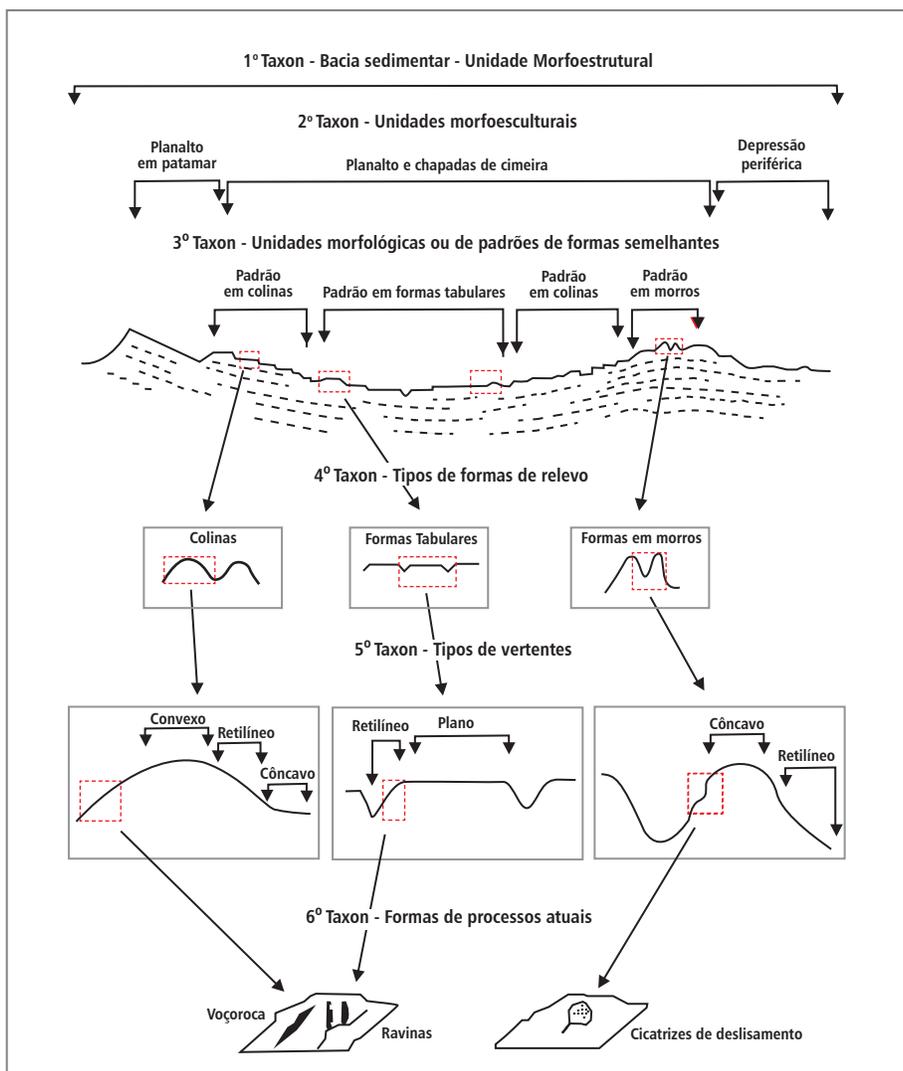


Figura 2: Demonstração dos Níveis de Hierarquia Taxonômica do Relevo (segundo metodologia de análise de Jurandy Ross, 1992).

1

DOMÍNIO DAS UNIDADES AGRADACIONAIS

R1a – PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO (*Várzeas*)

Relevo de agradação. Zona de acumulação atual.

Superfícies sub-horizontais constituídas de depósitos arenosos ou areno-argilosos a argilosos, bem selecionados, situados nos fundos de vales. Apresentam gradientes extremamente suaves e convergentes em direção aos cursos d'água principais. Terrenos imperfeitamente drenados nas planícies de inundação, sendo periodicamente inundáveis; bem drenados nos terraços. Os abaciamentos em áreas planas e as Áreas de Acumulação Inundáveis (Aai), frequentes na Amazônia e no Pantanal, também estão representadas nesta unidade.

Amplitude de relevo: zero.

Inclinação das vertentes: 0°-3°.



R1a – Extensa planície de inundação do Rio do Imbé (assinalada em cor amarelo-claro) que se espraia em meio a um relevo acidentado de escarpas serranas e alinhamentos serranos escalonados em posição de contrafortes da escarpa da Serra do Desengano. O abrupto alargamento da planície aluvionar, que percorre uma inusitada trajetória paralela ao front escarpado, sugere controle neotectônico (geração de gráben ou hemigráben) na evolução dessa bacia de drenagem, diretamente associada ao próprio soerguimento da Serra do Mar.

Em termos gerais, este padrão de relevo representa zonas de alta a muito alta suscetibilidade a eventos de inundação. Médio Vale do Rio do Imbé (município de Santa Maria Madalena – escala original 1:20.000).

R1b1 – TERRAÇOS FLUVIAIS

Relevo de agradação. Zona de acumulação subatual.

Superfícies sub-horizontais constituídas de depósitos arenosos ou areno-argilosos a argilosos, bem selecionados, situados nos flancos dos atuais fundos de vales. Consistem de superfícies bem drenadas, de relevo plano a levemente ondulado, representando paleoplanícies de inundação que se encontram em um nível mais elevado que o das várzeas atuais e acima do nível das cheias sazonais.

Amplitude de relevo: 2 a 20 m.

Inclinação das vertentes: 0°-3° (localmente, ressaltam-se rebordos abruptos no contato com a planície fluvial).



R1b1 – Terraços fluviais do Rio Macabu (assinalados em cor amarelo-ouro) ocupando, de forma fragmentada, os flancos dos fundos de vales em cotas ligeiramente mais elevadas que as planícies subjacentes.

Em termos gerais, este padrão de relevo representa zonas de baixa a média suscetibilidade a eventos de inundação. Médio Vale do Rio Macabu (limite entre os municípios de Conceição de Macabu e Santa Maria Madalena – escala original 1:15.000).



R1a – Planícies de inundação dos rios Pirapetinga (a) e Barreiro de Baixo (b) em domínio de mar de morros. Resende-RJ. Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2015.



R1b1 -Terraços fluviais posicionados acima das cotas de cheias sazonais no Médio Vale do Rio Macabu (a) e no Baixo Vale do Rio Muriaé (b). Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2012 e 2017, respectivamente.

R1b2 – TERRAÇOS LAGUNARES (paleoplanícies de inundação no rebordo de lagoas costeiras)

Relevo de agradação. Zona de acumulação subatual.

Superfícies bem drenadas, de relevo plano a levemente ondulado constituído de depósitos arenosos a argilosos de origem lagunar. Consistem de paleoplanícies de inundação que se encontram em nível mais elevado que o das planícies lagunares ou fluviolagunares atuais e acima do nível das cheias sazonais. Essa unidade encontra-se restrita ao estado do Rio Grande do Sul, mais especificamente na borda continental da Laguna dos Patos.

Amplitude de relevo: 2 a 20 m.

Inclinação das vertentes: 0°-3° (localmente, ressaltam-se rebordos abruptos no contato com a planície fluvial).

R1b3 – TERRAÇOS MARINHOS (paleoplanícies marinhas à retaguarda dos atuais cordões arenosos)

Relevo de agradação. Zona de acumulação subatual.

Superfícies sub-horizontais, constituídas de depósitos arenosos, apresentando microrrelevo ondulado, geradas por processos de sedimentação marinha e/ou eólica. Terrenos bem drenados e não inundáveis.

Amplitude de relevo: 2 a 20 m.

Inclinação das vertentes: 0°-5°



R1b3 – Exíguo terraço marinho defronte a paleofalésias do Grupo Barreiras. Proximidades de Ponta Buena, em São Francisco do Itabapoana, RJ.



Foto: Marcelo Eduardo Dantas, 2016.

R1b4 – BAIXADAS ALÚVIO-COLUVIONARES

Relevo de agradação. Zona de acumulação subatual.

Superfícies sub-horizontais constituídas de depósitos arenosos, com grânulos e seixos, a areno-argilosos, moderadamente selecionados, depositadas na hinterlândia das planícies litorâneas. Consistem de superfícies mal a moderadamente drenadas, de relevo plano a suavemente ondulado, resultantes do preenchimento de antigas depressões por entulhamento de sedimentos fluviais e por fluxos de enxurrada. Tais baixadas estão frequentemente entremeadas num relevo de colinas isoladas (típico dos terrenos da Baixada Fluminense, no Gráben da Guanabara) e situam-se em um nível próximo ao das várzeas atuais e também sujeitas ao atingimento das cheias sazonais.

Amplitude de relevo: 2 a 20 m.

Inclinação das vertentes: 0°-3° (localmente, ressaltam-se rebordos abruptos no contato com a planície fluvial).



R1b4 – Baixadas alúvio-coluvionares entulhando a depressão tectônica do Gráben da Guanabara (assinalados em cor laranja-claro) em meio a um relevo de colinas e morros isolados, recobertos por sedimentos fluviais a fluviomarinhos da Baixada Fluminense.

Em termos gerais, este padrão de relevo representa zonas de média a alta suscetibilidade a eventos de inundação. Baixo Vale do Rio Guapiaçu. (limite entre os municípios de Guapimirim e Cachoeiras de Macacu – escala original 1:12.000).



R1b4 – Baixada alúvio-coluvionar com relevo plano a levemente ondulado em meio a relevo colinoso. Área de extração de areia. Guapimirim, RJ.
Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2016.

R1c1 – RAMPAS DE ALÚVIO-COLÚVIO

Relevo de agradação. Zona de acumulação atual.

Superfícies deposicionais inclinadas constituídas por depósitos de encosta, areno-argilosos a argilo-arenosos, mal selecionados, em interdigitação com depósitos praticamente planos das planícies fluviais. Ocorrem, de forma disseminada, em meio ao domínio de mar de morros com relevo de colinas e de morros ou nas fraldas dos alinhamentos serranos.

Amplitude de relevo: variável.

Inclinação das vertentes: 5°-10° (associados à porção deposicional dos Complexos de Rampas).



R1c1 – Rampas de alúvio-colúvio (em cor rosa) entulham fundos de vales de tributários que entalham um alinhamento de morros dissecados entre os vales dos rios Imbé e da Lama Preta. As curvas de nível demonstram uma superfície deposicional suavemente inclinada que converge em direção à vasta planície de inundação.

Em termos gerais, este padrão de relevo representa zonas de baixa suscetibilidade a eventos de inundação ou, por outro lado, uma zona de atingimento em relação às vertentes circundantes podendo, portanto, ser incluída como uma zona de baixa a média suscetibilidade a movimento de massa.

Médio Vale do Rio do Imbé (município de Santa Maria Madalena – escala original 1:10.000).



R1c1 – Rampas de alúvio-colúvio de pequenos vales tributários em zona de cabeceira de drenagem em domínio de mar de morros.

Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2015

R1c2 – RAMPAS DE COLÚVIO/DEPÓSITOS DE TÁLUS

Relevo de agradação. Zona de acumulação atual.

Superfícies deposicionais fortemente inclinadas constituídas por depósitos de encosta, de matriz areno-argilosa a argilo-arenosa, rica em blocos, muito mal selecionados, em interdigitação com depósitos suavemente inclinados das rampas de alúvio-colúvio. Ocorrem nos sopés das vertentes íngremes de maciços montanhosos, alinhamentos serranos isolados e escarpas serranas. Apresentam baixa capacidade de suporte.

Amplitude de relevo: variável, dependendo da extensão do depósito na encosta.

Inclinação das vertentes: 10º-25º (associados aos cones de tálus).



R1c2 – Rampas de colúvio/tálus (em cor salmão) preenchem os talwegues dos altos vales que drenam as vertentes serranas. Nota-se os depósitos praticamente planos das planícies fluviais (em cor amarela) sendo interdigitados ou sobrepostos pelas rampas alúvio-coluvionares (em cor rosa) derivados, predominantemente, de fluxos de enxurradas. Mais a montante, os corpos de tálus. As curvas de nível que interceptam o talwegue em planta, são mais frequentes e exibem uma leve convexidade em planta, o que denuncia a sedimentação do depósito de encosta e corridas de detritos.



Representa zonas de alta suscetibilidade a movimentos de massa. Corpos de tálus são definidos como instável unidade geotécnica.

Escarpa da Serra do Mar (Parque Estadual dos Três Picos - município de Cachoeiras de Macacu – escala original 1:20.000).



R1c2 – Rampa de colúvio-tálus depositada sob forma de cones de dejeção no sopé de relevos acidentados em Santa Maria Madalena, RJ (a) ou entulhando fundos de vales de canais que drenam íngremes vertentes da Serra da Mantiqueira (b) (Resende, RJ).

Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2017 e 2015, respectivamente.

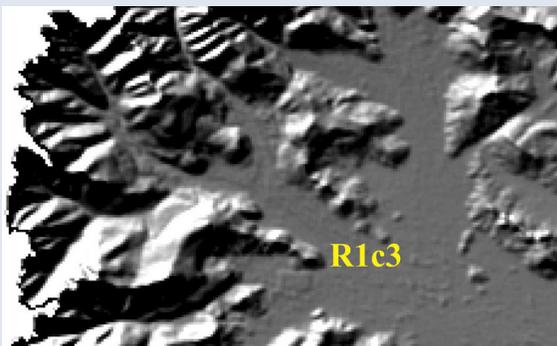
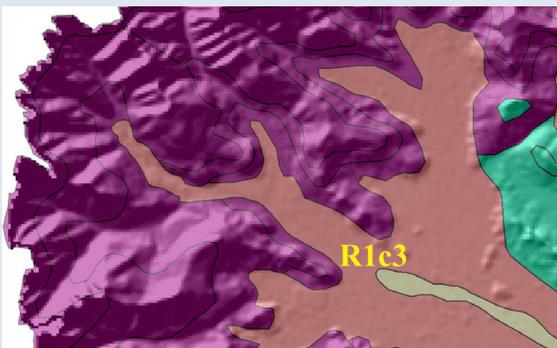
R1c3 – LEQUES ALUVIAIS

Relevo de agadação. Zona de acumulação atual ou subatual.

Os leques aluviais consistem de superfícies deposicionais inclinadas, constituídas por depósitos aluvionares de enxurrada, espalhados em forma de leque em uma morfologia ligeiramente convexa em planta. São depósitos mal selecionados, variando entre areia fina e seixos subangulosos a subarredondados, gerados no sopé de escarpas e serras. Em sua porção proximal, os leques aluviais caracterizam-se por superfícies fortemente inclinadas e dissecadas por canais efêmeros, que drenam as abruptas vertentes escarpadas. Em sua porção distal, os leques aluviais caracterizam-se por superfícies muito suavemente inclinadas, com deposição de sedimentos finos, em processo de coalescência com as planícies aluviais ou fluviolacustres..

Amplitude de relevo: 2 a 10 m.

Inclinação das vertentes: 0°-3°
(exceto nas porções proximais dos lequesl).



R1c3 – Extensa superfície de leques aluviais coalescentes depositados no piemonte da escarpa da Serra Geral, no sul de Santa Catarina.

Alto Vale do Rio Timbé (município de Timbé do Sul – escala original 1:70.000).



R1c3 – Vale entulhado por corridas de massa do Rio Amola-Faca. Município de Timbé do Sul (a). Superfície original com relevo ondulado no sopé da escarpa da Serra Geral, município de Treviso, ambos no sul de Santa Catarina (b).
Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2002.



R1c3 – Superfície do leque aluvial convertida em canchas de arroz (a), com destaque para o material rudáceo remobilizado (b). Município de Nova Veneza, sul de Santa Catarina.
Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2002.

R1d1 – PLANÍCIES FLUVIOMARINHAS (*mangues*)**Relevo de agadação. Zona de acumulação atual.**

Terrenos lamosos, saturados em água, muito ricos em matéria orgânica, situados em fundo de baías ou enseadas, ou deltas e estuários dominados por maré, revestidos por manguezais. Superfícies planas, de interface com os sistemas deposicionais continentais e marinhos, constituídas de depósitos argilo-arenosos a argilosos. Terrenos periodicamente inundados, com padrão de canais bastante meandantes e divagantes, sob influência de refluxo de marés. Muito baixa capacidade de suporte dos terrenos.

Amplitude de relevo: zero.

Inclinação das vertentes: plano (0°)



R1d1 – Vasta planície intermarés revestida por manguezais de macromaré, que podem chegar a 30km de extensão, no município de Bragança, Costa Nordeste do Pará (assinalada em cor cinza-escuro). Os mangues consistem numa unidade de paisagem facilmente identificada pela vegetação em imagens de satélite. Este padrão de relevo é diariamente inundado pela ação de fluxo e refluxo de marés.

Manguezais de Bragança – Costa Nordeste do Pará – escala original 1:125.000.



R1d1 – Manguezal sob pressão urbana em Florianópolis.
Foto: Marcelo Eduardo Dantas, 2011.



R1d1 – Manguezal de macromaré da costa nordeste do Pará.
Foto: Sheila Gatinho Teixeira, 2019.



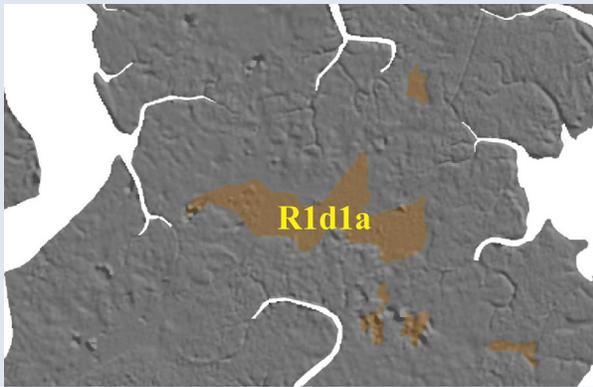
R1d1 – Mangue no recôncavo da Baía de Guanabara.
Baixo Rio Macacu, Itaboraí, RJ.
Foto: Marcelo Eduardo Dantas, 2013.

R1d1a – PLANÍCIES FLUVIOMARINHAS (*campos salinos ou apicum*)**Relevo de agradação. Zona de acumulação atual.**

Os campos salinos ou apicum representam subambiente das planícies de maré por manguezais (R1d1). Também consistem de terrenos lamosos, saturados em água, muito ricos em matéria orgânica, situados em fundo de baías ou enseadas, ou deltas e estuários dominados por maré. Superfícies planas, desprovidas de vegetação ou revestidas por uma rala cobertura herbácea ou espécimes raquíticas da vegetação de manguezal. No período de estiagem, ocorre o acúmulo de sal na superfície por capilaridade. Terrenos periodicamente inundados, com padrão de canais bastante meandranes e divagantes, sob influência de refluxo de marés. Muito baixa capacidade de suporte dos terrenos.

Amplitude de relevo: zero.

Inclinação das vertentes: plano (0°)



R1d1a – Campos salinos, que ocorrem em meio às áreas de manguezal, no município de Bragança, Costa Nordeste do Pará (assinalada em cor marrom-claro). Os campos salinos consistem numa unidade de paisagem facilmente identificada pela textura lisa e cor de solo exposto em meio à vegetação de mangue nas imagens de satélite. Este padrão de relevo é periodicamente inundado pela maré diária.

Campos Salinos de Bragança – Costa Nordeste do Pará – escala original 1:80.000.



R1d1a – Campos salinos da costa nordeste do Pará.
Foto: Sheila Gatinho Teixeira, 2019.

R1d2 – PLANÍCIES FLUVIOMARINHAS (*brejos*)

Relevo de agradação. Zona de acumulação atual.

Superfícies planas, de interface com os sistemas deposicionais continentais e marinhos, constituídas de depósitos argilo-arenosos a argilosos, ricos em matéria orgânica. Terrenos muito mal drenados, prolongadamente inundáveis, com padrão de canais bastante meandranes e divagantes, presente nas baixadas litorâneas, em baixos vales dos principais rios que convergem para a linha de costa. Baixa capacidade de suporte dos terrenos.

Amplitude de relevo: zero.

Inclinação das vertentes: plano (0°).



R1d2 – Baixo Vale do Rio Guapimirim recoberto por espriadas planícies aluviais (em cor amarela) com predomínio de Neossolos Flúvicos e de planícies fluvio marinhas embrejadas (em cor cinza), com predomínio de Gleissolos Háplicos, Solódicos ou Tiomórficos. Os solos mal drenados ou com ocorrência de saias e enxôfre, além da vegetação mais úmida em imagens de satélite denuncia a presença das planícies fluvio marinhas nas Baixadas Litorâneas.

Em termos gerais, este padrão de relevo representa zonas de muito alta suscetibilidade a eventos de inundação.

Baixada Fluminense (município de Guapimirim – escala original 1:15.000).



R1d2 – Planície fluvio marinha no Baixo Vale do Rio Guapiaçu, apresentando terrenos planos e muito mal drenados (Gleissolos Húmicos).

Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2013.



R1d2 – Planície fluvio marinha no Baixo Vale do Rio Itabapoana (a). Campo de Perizes. Campos halófilos de várzea na Baixada Maranhense (b).

Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2016 e 2017, respectivamente.

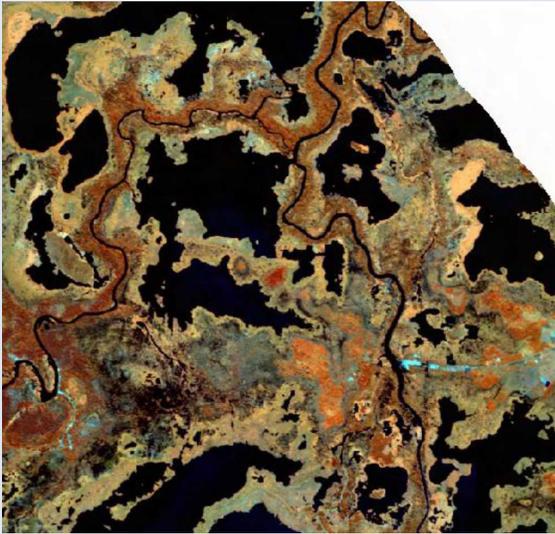
R1d3 – PLANÍCIES FLUVIOMARINHAS (*brejos*)

Relevo de agradação. Zona de acumulação atual.

Superfícies planas, de interface com os sistemas deposicionais fluviais e lacustres, constituídas de depósitos argilo-arenosos a argilosos. Terrenos mal drenados, prolongadamente inundáveis. Os abaciamentos (ou suaves depressões em solos arenosos) em áreas planas ou em baixos interflúvios, denominados Áreas de Acumulação Inundáveis (Aai), frequentes na Amazônia, estão inseridos nessa unidade. Baixa capacidade de suporte dos terrenos

Amplitude de relevo: zero.

Inclinação das vertentes: plano (0°).



R1d3 – Extensa planície fluviolacustre do Baixo Vale do Rio Mearim, ao sul do Golfão Maranhense, caracterizado por grandes lagos de água doce e solos muito mal drenados (Gleissolos Háplicos e Organossolos), ocupados por campos higrófilos e floresta de várzea.

Em termos gerais, este padrão de relevo representa zonas de muito alta suscetibilidade a eventos de inundação.

Baixada maranhense (município de Bacabal – escala original 1:10.000).



Foto: Marcelo Eduardo Dantas, 2011.

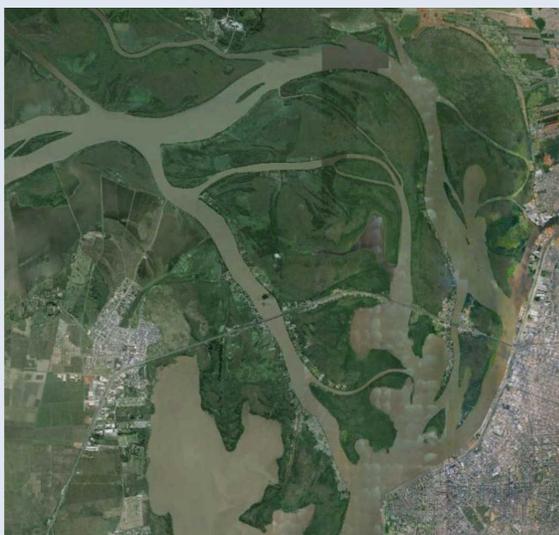
R1d4 – PLANÍCIES FLUVIODELTAICAS (*brejos*)

Relevo de agradação. Zona de acumulação atual.

Superfícies planas, de interface com os sistemas deposicionais fluviais e lagunares ou marinhos, constituídas de depósitos arenosos a argilo-arenosos. Terrenos mal drenados, prolongadamente inundáveis.

Amplitude de relevo: zero.

Inclinação das vertentes: plano (0°).



R1d4 – Planície fluviodeltaica do Rio Jacuí, que desemboca no denominado Lago Guaíba, caracterizada por extensa superfície deposicional de solos mal drenados (Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos), por vezes, convertidos em canchas de rizicultura.

Em termos gerais, este padrão de relevo representa zonas de muito alta suscetibilidade a eventos de inundação.

Região Metropolitana de Porto Alegre – escala original 1:25.000.



Foto: Marcelo Eduardo Dantas, 2015.

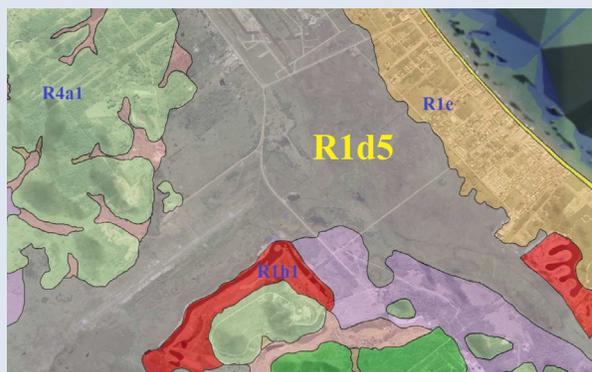
R1d5 – PLANÍCIES LAGUNARES (*brejos*)

Relevo de agradação. Zona de acumulação atual.

Superfícies planas constituídas de depósitos argilosos a argilo-arenosos, muito ricos com matéria orgânica, resultantes do processo de colmatção de paleolagunas. A contribuição fluvial é inexpressiva. Consistem de terrenos muito mal drenados com lençol freático subaflorante e aflorante. Descritos como turfas, ocupam depressões embrejadas, longitudinais à linha de costa, à retaguarda de cordões arenosos de origem marinha.

Amplitude de relevo: zero.

Inclinação das vertentes: plano (0°)



R1d5 – Planície lagunar situada entre o promontório de Búzios e o continente, caracterizada por extensa baixada revestida por campos hidrófilos de várzea com solos muito mal drenados e ricos em sais (Gleissolos Salinos, Gleissolos Melânicos e Organossolos), devido à influência marinha. Ao fundo, colinas amplas e superfícies aplainadas modeladas sobre o embasamento cristalino e que delimitavam o contorno interno da paleolaguna.

Em termos gerais, este padrão de relevo representa zonas de muito alta suscetibilidade a eventos de inundação.

Estrada de acesso ao aeroporto de Búzios e ao Golf Club. Município de Búzios – escala original 1:12.000.



R1d5 – Planície lagunar com nível freático subaflorante, resultante de processos de colmatção de antiga laguna situada no interior da península de Búzios (a). Planície fluviolagunar do baixo curso do Rio Macabu (b) com extenso canal de drenagem para rebaixamento regional do nível freático. Exposição de Organossolos (solos turfosos).

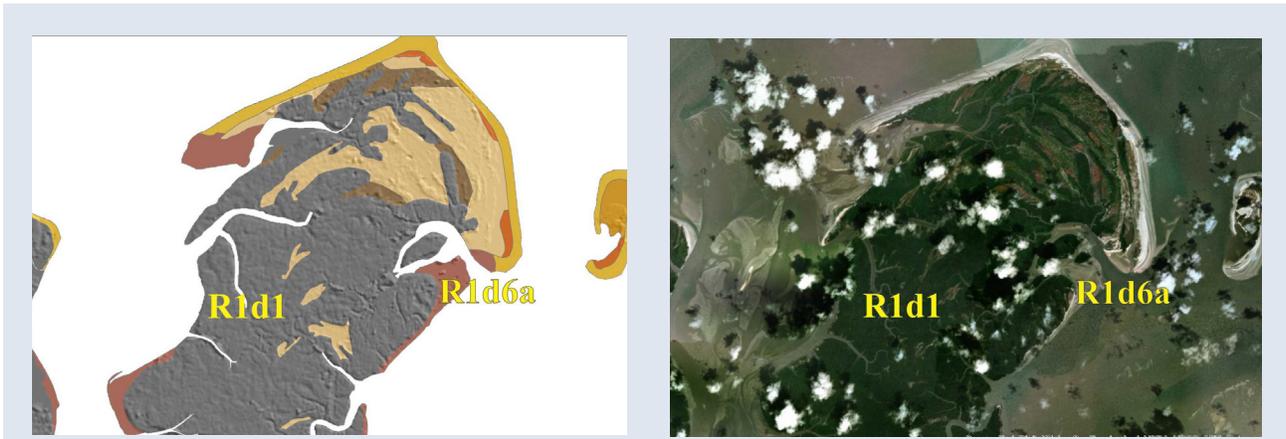
Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2016 e 2017, respectivamente.

R1d6a – PLANÍCIES DE MARÉ LAMOSAS (*coroas de lama*)**Relevo de agradação. Zona de acumulação atual.**

Superfícies planas constituídas de depósitos lamosos, muito ricos em matéria orgânica, que se posicionam na linha de costa a frente da planície de maré ocupada por manguezais. Frequentes em costas rasas de ambientes de macromaré de zona equatorial, consistem de terrenos submersos durante o período de maré alta. Deste modo, estes sedimentos afloram apenas na maré baixa e são desprovidos de qualquer cobertura vegetal.

Amplitude de relevo: zero.

Inclinação das vertentes: plano (0°)



R1d6a – Planícies de maré lamosa que ocorrem na frente dos manguezais de macromaré, Município de Viseu – Costa Nordeste do Pará– escala original 1:100.000).



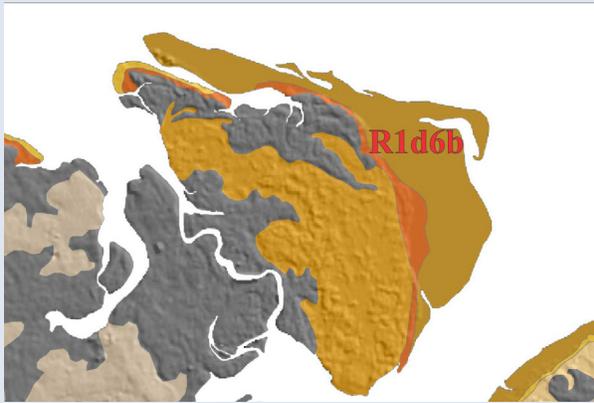
R1d6a – Planície lamosa em Marapanim, costa nordeste do Pará.
Foto: Sheila Gatinho Teixeira, 2019.

R1d6b – PLANÍCIES MARÉ ARENOSAS (*barras arenosas*)**Relevo de agradação. Zona de acumulação atual.**

Superfícies planas constituídas de barras arenosas quartzosas, que se posicionam na linha de costa à frente da praia ou na desembocadura dos estuários. Frequentes em costas rasas de ambientes de macromaré de zona equatorial, consistem de terrenos submersos durante o período de maré alta. Deste modo, estes sedimentos afloram apenas na maré baixa e são desprovidos de qualquer cobertura vegetal. Essas feições apresentam grande mobilidade em ambiente costeiro de alta atividade morfodinâmica, caracterizada por uma intercalação de barras arenosas e canais de maré.

Amplitude de relevo: zero.

Inclinação das vertentes: plano (0°)



R1d6b – Planícies de maré arenosa que ocorrem na frente das praias de macromaré, que ficam submersos durante a preamar.

Município de Salinópolis – Costa Nordeste do Pará– escala original 1:60.000).



R1d6b – Planície de maré arenosa em Marapanim, costa nordeste do Pará.

Foto: Sheila Gatinho Teixeira, 2019.

R1e – PLANÍCIES MARINHAS (*restingas*)**Relevo de agradação. Zona de acumulação atual.**

Superfícies sub-horizontais, constituídas de depósitos arenosos, apresentando microrrelevo ondulado, geradas por processos de sedimentação marinha. Terrenos bem drenados e não inundáveis elaborados sobre terraços marinhos e cordões arenosos.

Amplitude de relevo: zero.

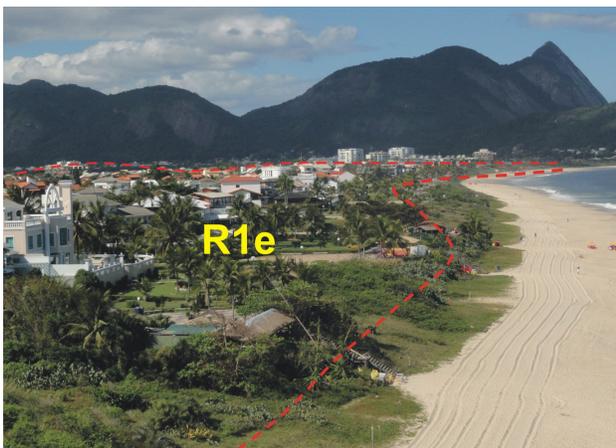
Inclinação das vertentes: 0°-5°



R1e – Cordão arenoso francamente urbanizado da praia e restinga de Piratininga (em cor laranja), isolando a laguna homônima do oceano. Este cordão arenoso encontra-se ancorado por cabos rochosos. A leste, pelo promontório da Praia do Sossego (em cor verde-clara) e, a oeste, pela laje (em cor lilás) e pela ponta do Tibau (em cor verde-escura).

Em termos gerais, este padrão de relevo representa zonas de baixa suscetibilidade a eventos de inundação, devido à alta permeabilidade dos solos (Espodossolos e Neossolos Quartzarênicos).

Região Oceânica de Niterói (município de Niterói – escala original 1:15.000).



R1e – Planície costeira urbanizada do bairro Camboinhas, Niterói (a). Cordão arenoso transgressivo em Quissamã (b).

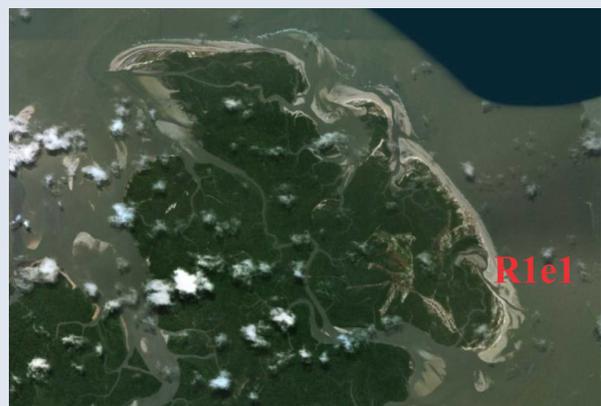
Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2013 e 2018, respectivamente.

R1e1 – PLANÍCIES MARINHAS (*praias*)**Relevo de agradação. Zona de acumulação atual.**

As praias representam um subambiente das planícies marinhas (R1e). Também consistem de superfícies sub-horizontais, constituídas de depósitos arenosos, geradas por processos de sedimentação marinha. Em costas rasas de ambiente de macromaré das zonas equatoriais, as praias são facilmente mapeáveis, apresentando zonas de estirâncio de centenas de metros de largura. Terrenos bem drenados, porém sujeitos à variação de maré, sendo elaborados sobre terraços marinhos e cordões arenosos.

Amplitude de relevo: 2 a 5 m.

Inclinação das vertentes: 0°-5°



R1e1 – Praias com zona de estirâncio de centenas de metros em região de macromaré, Praia de Ajuruteua - Bragança – Costa Nordeste do Pará– escala original 1:80.000.



R1e1 – Praia de macromaré – Salinópolis – costa nordeste do Pará (a). Praia de micromaré de alta energia no Cabo de São Tomé (b) delimitado por falésias em terraço marinho.

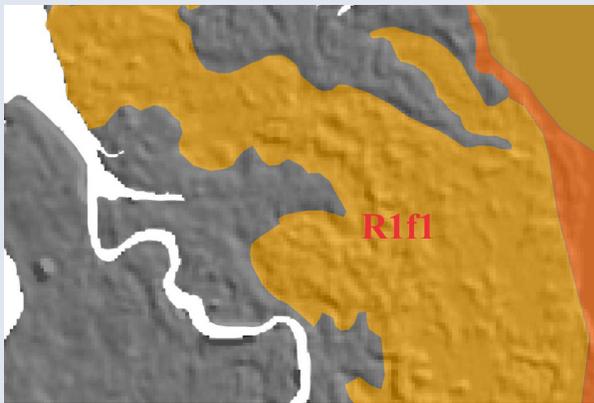
Foto: (a) Sheila Gatinho Teixeira, 2019 e (b) Marcelo Eduardo Dantas, 2018.

R1f1 – CAMPOS DE DUNAS (*dunas fixas*)**Relevo de agradação. Zona de acumulação atual ou subatual.**

Superfícies de relevo ondulado, constituídas de depósitos areno-quartzosos bem selecionados, depositados por ação eólica longitudinalmente à linha de costa, podendo também se desenvolver em zonas interioranas. As dunas fixas caracterizam-se, preferencialmente, por dunas do tipo parabólica, *hairpin* ou *nebka* e recebem esse nome em função da fixação, por conta da vegetação pioneira que recobre os depósitos de areia, que às vezes é do tipo arbustiva e outras do tipo rasteira, o que diminui a ação do vento sobre estes depósitos levando a estabilização dos mesmos. São constituídos por areia fina a muito fina, de coloração amarelada a esbranquiçada.

Amplitude de relevo: 2 a 40 m.

Inclinação das vertentes: 3°-30°



R1f1 – Campos de dunas fixas, facilmente identificados nas imagens de satélite, Município de Salinópolis – Costa nordeste do Pará– escala original 1:80.000.



R1f1 – Campo de dunas fixas da restinga de Massambaba, Arraial do Cabo, RJ (a).

Campo de dunas fixas – Marapanim – Costa nordeste do Pará (b).

Fotos: (a) Marcelo Eduardo Dantas, 2018 e (b) Sheila Gatinho Teixeira, 2019.

R1f2 – CAMPOS DE DUNAS (*dunas móveis*)**Relevo de agradação. Zona de acumulação atual ou subatual.**

Superfícies de relevo ondulado, constituídas de depósitos arenoquartzosos bem selecionados, depositados por ação eólica longitudinalmente à linha de costa. As dunas móveis caracterizam-se, preferencialmente, por dunas do tipo barcana e são constituídas, essencialmente, por depósitos de areia de granulometria fina a média, bem selecionados de coloração esbranquiçada e encontram-se desprovidos de vegetação apresentando, portanto, de expressiva mobilidade.

Amplitude de relevo: 2 a 40 m.

Inclinação das vertentes: 3°-30°



R1f2 – Formação isolada de duna (em cor abóbora), junto à praia e planície costeira de Itaipu. Duna Grande de Itaipu. Região Oceânica de Niterói (município de Niterói – escala original 1:8.000).



R1f2 –Sítio arqueológico (sambaqui) da Duna Grande de Itaipu (a). Duna megaparabólica de Cabo Frio, RJ (b). Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2013 e 2018, respectivamente.

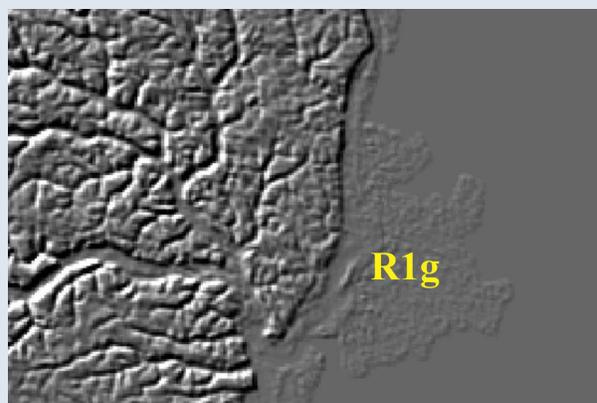
R1g – RECIFES

Relevo de agradação. Zona de acumulação atual.

Os recifes situam-se na plataforma continental interna em posição de linha de arrebentação ou *off-shore*, podendo ser distinguidos dois tipos principais: RECIFES DE ARENITO DE PRAIA, que consistem de antigos cordões arenosos (*beach-rocks*), sob forma de ilhas-barreiras paralelas à linha de costa, que foram consolidados por cimentação ferruginosa e/ou carbonática; RECIFES DE BANCOS DE CORAIS, que consistem de bancos de recifes ou formações peculiares denominadas “chapeirões”, submersos ou parcialmente emersos durante os períodos de maré baixa. Estes são produzidos por acumulação carbonática, devido à atividade biogênica (corais).

Amplitude de relevo: zero.

Inclinação das vertentes: plano (0°)



R1g – Santa Cruz Cabralia (sul do estado da Bahia).

R1h1 – DEPÓSITOS TECNOGÊNICOS (*aterros sobre corpos d'água*)

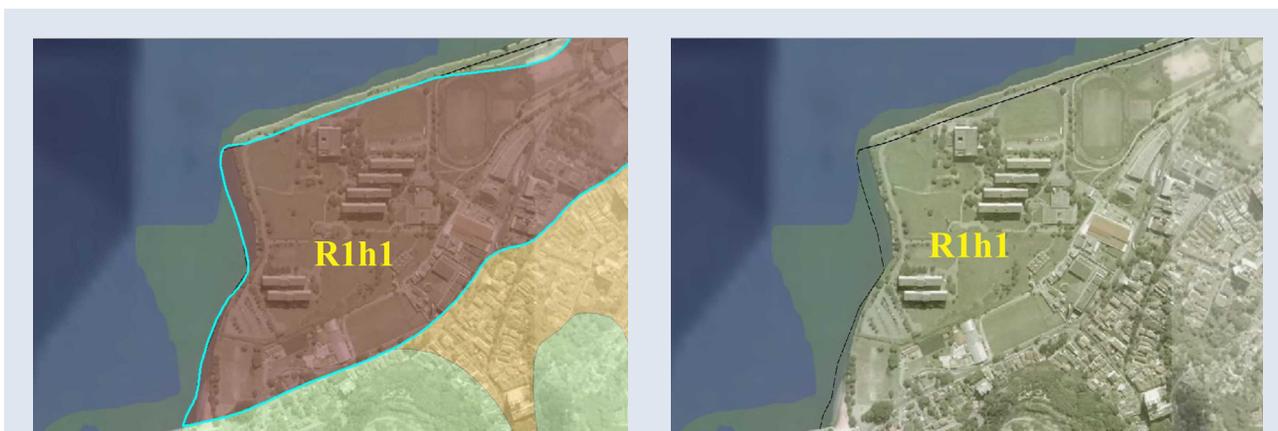
Relevo produzido pela ação antrópica.

Superfícies planas, resultantes de aterramento de antigas planícies fluviomarinhas (mangues ou brejos), ou mesmo, de parte do espelho d'água em áreas urbanas valorizadas pela intervenção do estado e pelo capital imobiliário.

Unidade geotécnica singular apresentando suscetibilidade nula a movimentos de massa e inundação.

Amplitude de relevo: zero.

Inclinação das vertentes: plano (0°)



R1h1 – Aterro sobre a Baía de Guanabara (em cor marrom).

Campus da UFF – bairro São Domingos. (município de Niterói – escala original 1:5.000).



R1h1 – Aterro do Campus da UFF, Niterói, RJ.

Foto: Marcelo Eduardo Dantas, 2013.

R1h2 – DEPÓSITOS TECNOGÊNICOS (*aterros sanitários*)

Relevo produzido pela ação antrópica.

Os aterros sanitários produzem “elevações artificiais” que requerem rígido controle e monitoramento ambiental.

Unidade geotécnica singular apresentando risco muito alto de combustão e de contaminação das águas (superficial e subterrânea) e dos solos, podendo apresentar alta suscetibilidade de deslizamento de lixo e solo (vide tragédia do Morro do Bumba em Niterói, 2010).

Amplitude de relevo: variável.

Inclinação das vertentes: variável.



R1h2 – Aterro sanitário (em cor rósea) implantado em local totalmente inadequado sob terrenos alagadiços de planície fluvio-marinha (mangues) (em cor cinza-escuro), às margens do Rio Sarapuí, no recôncavo da Baía de Guanabara. Aterro Sanitário de Gramacho. (município de Duque de Caxias – escala original 1:24.000).



R1h2 – Aterro Sanitário de Morro do Céu, Niterói, RJ.
Foto: Marcelo Eduardo Dantas, 2013.

R1h3 – FORMAÇÕES TECNOGÊNICAS (*terrenos alterados pela atividade de mineração*)

Relevo produzido pela ação antrópica.

Terrenos submetidos à intensa intervenção antrópica descaracterizando a morfologia original da paisagem física e sua rede de drenagem. Caracteriza-se por uma forte degradação ambiental produzida pela atividade mineral, resultando num cenário de áreas terraplenadas; sucessão de cavas a céu aberto; pilhas de estéril; túneis e escavações; e lagoas de decantação, associado com a remoção completa da cobertura vegetal.

Unidade geotécnica singular apresentando risco muito alto de quedas de blocos em frente de lavra, colapsos do terreno, combustão espontânea (em lavras de carvão) e de contaminação das águas superficial e subterrânea.

Amplitude de relevo: variável.

Inclinação das vertentes: variável.



R1h3 – Área de extração de argilitos (sem cor) em cabeceira de drenagem sob domínio colinoso da Depressão Periférica Paulista.

Polo cerâmico do município de Santa Gertrudes – escala original 1:12.000.



R1h3 – Cavas de mineração, pilhas de rejeito (a) e drenagem ácida (b) na Bacia Carbonífera de Criciúma, SC.

Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2002.

R1h4 – FORMAÇÕES TECNOGÊNICAS (*esplanadas de desmonte de morros*)

Relevo produzido pela ação antrópica.

As esplanadas representam extensos terrenos planos, resultantes do desmonte de morros em áreas urbanas que experimentam forte valorização imobiliária. Tais formações tecnogênicas são comuns no centro do Rio de Janeiro e desempenham um papel fundamental na ocupação histórica da cidade no século XX, tanto através da criação artificial de espaços para expansão da malha urbana, como também por meio de criação de novos espaços de ocupação via aterramento de antigas zonas de brejo e mangue, assim como de porções da Baía de Guanabara.

Unidade geotécnica singular apresentando excelentes condições de urbanização, estando embasada diretamente em rocha alterada ou sã. No centro do Rio de Janeiro, as esplanadas foram modeladas poucos metros acima das planícies fluviomarinhas circunjacentes.

Amplitude de relevo: zero.

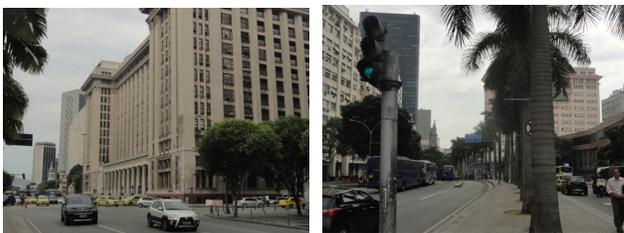
Inclinação das vertentes: plano (0°).



R1h4 – Localização da Esplanada do Castelo (R1h4 - em cor púrpura) em área urbana verticalizada, ladeada por antigas áreas de mangues e brejos (R1d1 e R1d2 – cores acinzentadas) e feixes de cordões de praia (R1e – cor laranja). Tais ambientes deposicionais configuram o sítio original do centro da cidade do Rio de Janeiro. Destacam-se, ainda, os extensos aterros sobre a Baía da Guanabara (R1h1 – cor rósea), como o Aeroporto Santos Dumont e a Zona Portuária, cujos materiais foram provenientes do desmonte dos morros da zona central da cidade (escala original 1:13.000).



R1h4 – Fotografia da Esplanada do Morro do Castelo em 1930, poucos anos após seu desmonte, onde se destaca o imenso vazio urbano em meio ao casario do século XIX e início do século XX. Essa esplanada posiciona-se entre 5 a 8 metros acima do nível de base das planícies em seu entorno. Observa-se, à esquerda, uma extensa área recém-aterrada junto à Baía de Guanabara. *



R1h4 – Prédios monumentais da Esplanada do Castelo (tal como o Ministério do Trabalho), erigidos em estilo Neoclássico durante a Era Vargas (décadas de 30 e 40). Ao fundo, a pequena Igreja de Santa Luzia que, outrora, situava-se no sopé do Morro do Castelo, junto à praia.

Na segunda foto, nota-se o contraste entre a ampla av. Antônio Carlos (criada no século XX) e a estreita rua 1º de Março (oriunda da antiga rua Direita, surgida ainda no século XVI), onde se destaca construções históricas (terceira foto) que remontam ao período colonial, como o Convento do Carmo, o Paço Imperial e a Catedral da Sé.

Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2017.

*Fonte: Holland, S.H. Esplanada do Castello, Mercado Municipal, Baía de Guanabara etc. Rio de Janeiro: [s.n.], [1930?]. 1 fotografia, p&b. Disponível em: <<http://brasilianafotografica.bn.br/brasiana/handle/bras/2855>>. Acesso em: 04 maio 2016.

2

DOMÍNIO DAS UNIDADES DENUDACIONAIS EM ROCHAS SEDIMENTARES POUCO LITIFICADAS

R2a1 – TABULEIROS

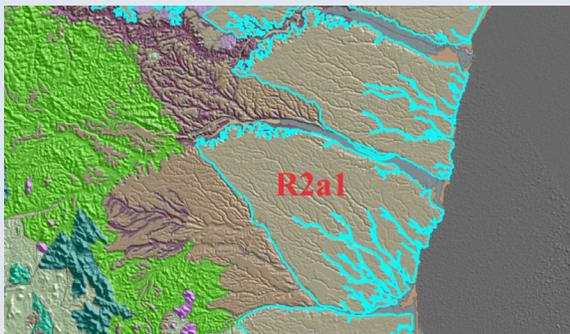
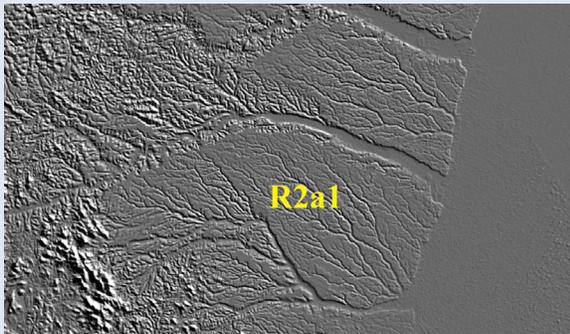
Relevo de degradação em rochas sedimentares.

Formas de relevo suavemente dissecadas, com extensas superfícies de gradientes extremamente suaves, com topos planos e alongados e vertentes retilíneas nos vales encaixados em forma de “U”, resultantes de dissecação fluvial recente.

Predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão). Ocorrências esporádicas, restritas a processos de erosão laminar

Amplitude de relevo: 20 a 50 m.

Inclinação das vertentes: topo plano: 0°-3° (localmente, ressaltam-se vertentes acentuadas: 10°-25°).



R2a1 – Vastas superfícies tabulares, planas a suave onduladas, sulcadas por uma rede de canais de baixa densidade de drenagem. Tabuleiros da Bacia Sedimentar de Macacu (em cor marrom-clara). Extração de argila evidenciada na análise da imagem.

Em termos gerais, este padrão de relevo representa zonas de muito baixa suscetibilidade a eventos de movimentos de massa. Apenas nas vertentes declivosas dos vales encaixados pode-se sugerir uma suscetibilidade baixa a média a eventos de movimentos de massa.

Loteamentos periurbanos implantados entre as localidades de Itambi e Porto das Caixas (município de Itaboraí – escala original 1:20.000).



R2a1 – Terrenos praticamente planos dos topos dos tabuleiros da Bacia Macacu nas cercanias de Itaboraí (a) e de Itambi (b) (Latosolos Amarelos).

Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2013.

R2a2 – TABULEIROS DISSECADOS

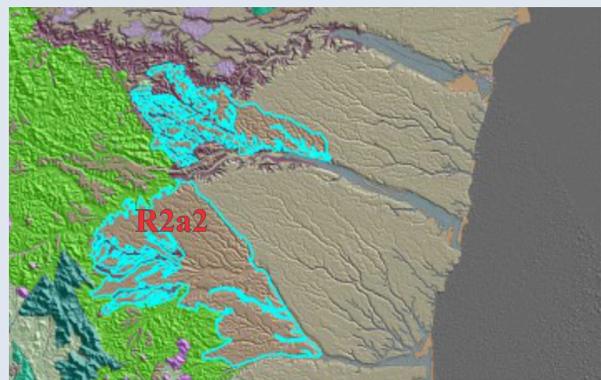
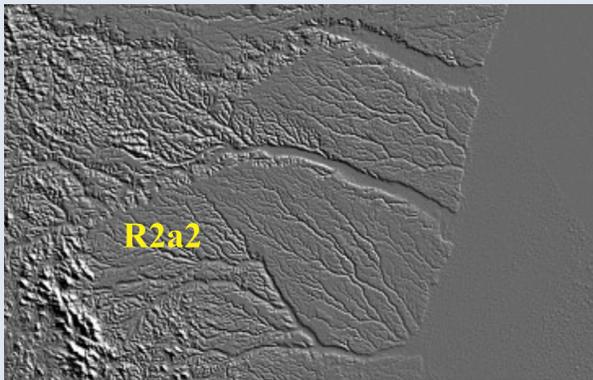
Relevo de degradação em rochas sedimentares.

Formas de relevo tabulares, dissecadas por uma rede de canais com alta densidade de drenagem, apresentando relevo movimentado de colinas com topos tabulares ou alongados e vertentes retilíneas e declivosas nos vales encaixados, resultantes da dissecação fluvial recente.

Predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão). Ocorrência de processos de erosão laminar ou linear acelerada (sulcos e ravinas).

Amplitude de relevo: 20 a 50 m.

Inclinação das vertentes: topos planos restritos: 0°-3° (localmente, ressaltam-se vertentes acentuadas: 10°-25°).



R2a2 – Porto Seguro (sul do estado da Bahia).



R2a2 – Tabuleiros dissecados em São Francisco do Itabapoana, RJ.
Foto: Marcelo Eduardo Dantas, 1998.

3

DOMÍNIO DAS UNIDADES DENUDACIONAIS EM ROCHAS SEDIMENTARES LITIFICADAS

R2b1 – BAIXOS PLATÔS

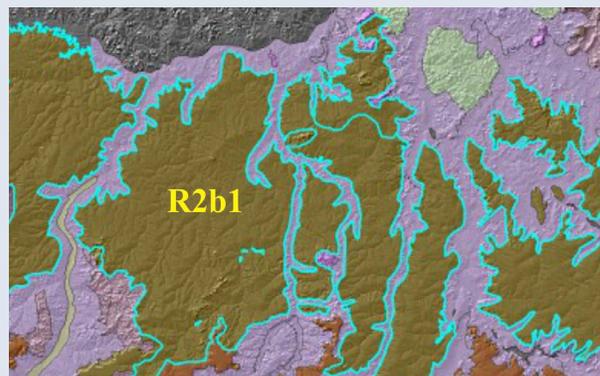
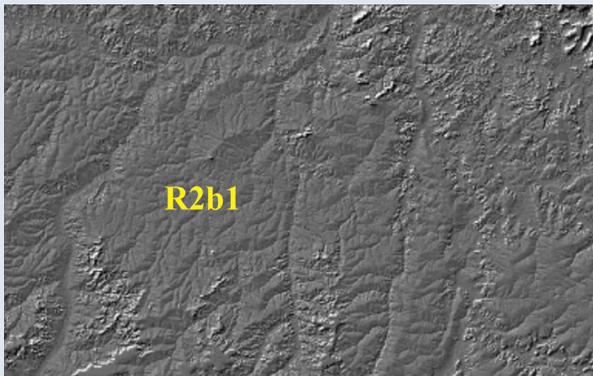
Relevo de degradação em rochas sedimentares.

Superfícies ligeiramente mais elevadas que os terrenos adjacentes, pouco dissecadas em formas tabulares. Sistema de drenagem principal com fraco entalhamento.

Predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão). Eventual atuação de processos de laterização. Caracterizam-se por superfícies planas de modestas altitudes em antigas bacias sedimentares, como os patamares mais baixos da Bacia do Parnaíba (Piauí) ou a Chapada do Apodi, na Bacia Potiguar (Rio Grande do Norte).

Amplitude de relevo: 0 a 20 m.

Inclinação das vertentes: topo plano a suavemente ondulado: 2°-5°.



R2b1 – Centro-sul do estado do Piauí.



R2b1 – Baixos platôs não dissecados da Bacia do Parnaíba.
Foto: Marcelo Eduardo Dantas, 2010.

R2b2 – BAIXOS PLATÔS DISSECADOS

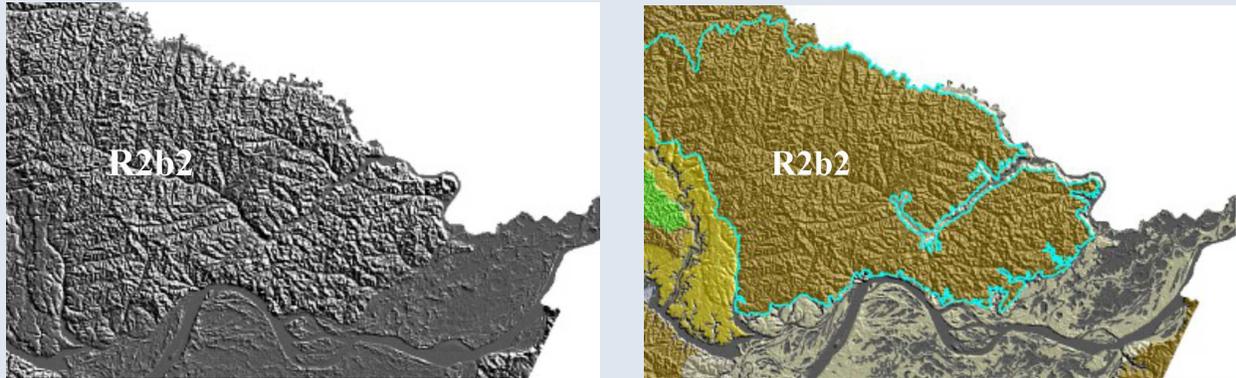
Relevo de degradação em rochas sedimentares.

Superfícies ligeiramente mais elevadas que os terrenos adjacentes, francamente dissecadas em forma de colinas tabulares. Sistema de drenagem constituído por uma rede de canais com alta densidade de drenagem, que gera um relevo dissecado em vertentes retilíneas e declivosas nos vales encaixados, resultantes da dissecção fluvial recente. Deposição de planícies aluviais restritas em vales fechados.

Equilíbrio entre processos de pedogênese e morfogênese (formação de solos espessos e bem drenados, com moderada suscetibilidade à erosão). Eventual atuação de processos de laterização. Ocorrências esporádicas, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas). Situação típica encontrada nos baixos platôs embasados pela Formação Alter do Chão, ao norte de Manaus.

Amplitude de relevo: 20 a 50 m.

Inclinação das vertentes: topo plano a suavemente ondulado: 2°-5°, excetuando-se os eixos dos vales fluviais, onde se registram vertentes com declividades mais acentuadas (10°-25°).



R2b2 – Interflúvio entre os rios Uatumã e Nhamundá (nordeste do estado do Amazonas).



R2b2 – Baixos platôs dissecados, em Presidente Figueiredo, AM.

Foto: Marcelo Eduardo Dantas, 2001.

R2b3 – PLANALTOS

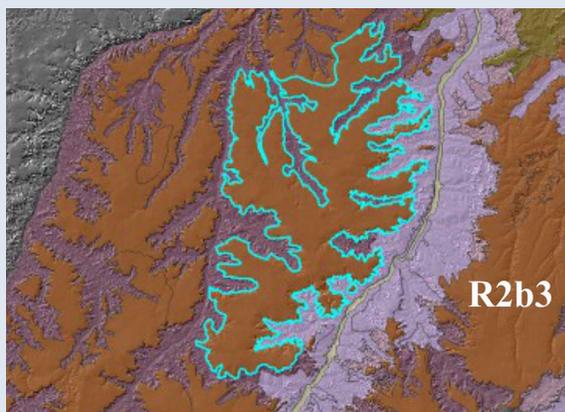
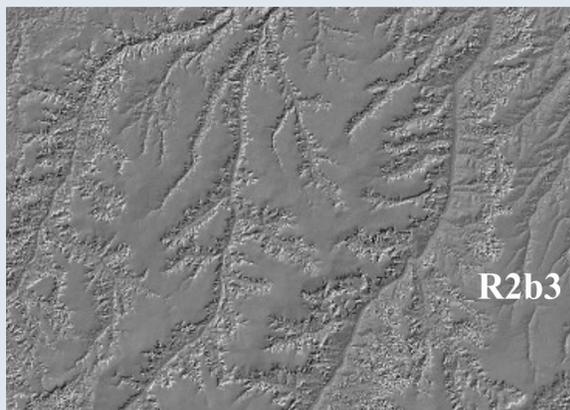
Relevo de degradação predominantemente em rochas sedimentares, mas também sobre rochas cristalinas.

Superfícies mais elevadas que os terrenos adjacentes, pouco dissecadas em formas tabulares ou colinas muito amplas. Sistema de drenagem principal com fraco entalhamento e deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados.

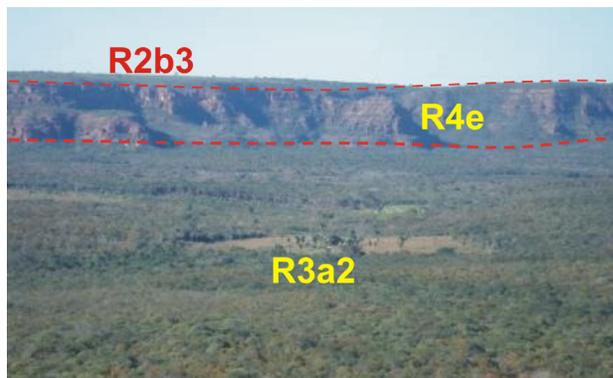
Predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão). Eventual atuação de processos de laterização. Ocorrências esporádicas, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas).

Amplitude de relevo: 20 a 50 m.

Inclinação das vertentes: topo plano a suavemente ondulado: 2°-5°, excetuando-se os eixos dos vales fluviais.



R2b3 – Planalto de Uruçuí (sul do estado do Piauí).



R2b3 – Escarpa erosiva do Planalto de Uruçuí (sudoeste do Piauí).

Foto: Marcelo Eduardo Dantas, 2010.



R2b3 – Topo de planalto no sul do Maranhão convertido para agricultura.

Foto: Edgar Shinzato, 2019.



R2b3 – Topo do Planalto da Borborema, em Garanhuns, PE.

Foto: Rogério Valença Ferreira, 2011.

R2b4 – PLANALTOS DISSECADOS

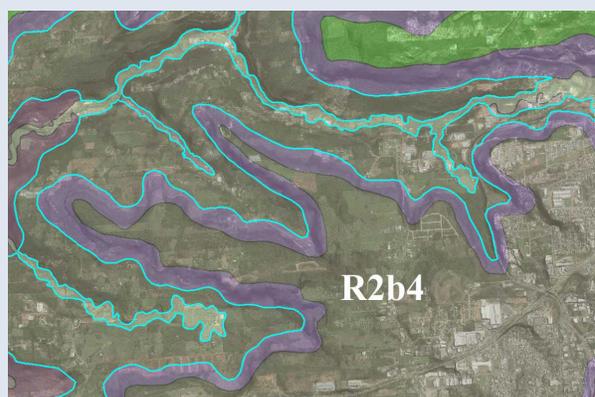
Relevo de degradação, predominantemente, em rochas sedimentares ou em bacias vulcanossedimentares, mas também sobre rochas cristalinas.

Superfícies mais elevadas que os terrenos adjacentes, francamente dissecadas por canais incisos e aprofundados gerando superfícies planálticas fragmentadas e morros de topos planos. Sistema de drenagem principal com forte entalhamento e esparsa e episódica deposição de planícies aluviais confinadas em vales incisos.

Predomínio de processos de morfogênese com aprofundamento da rede de canais em processo de reajuste com o nível de base regional devido a soerguimento tectônico epirogenético de vastas superfícies.

Amplitude de relevo: 20 a 200 m.

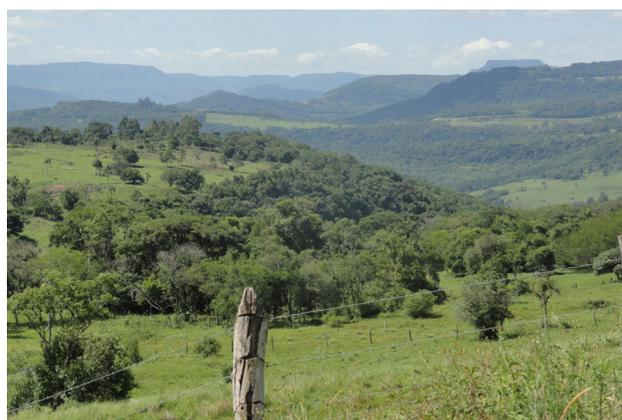
Inclinação das vertentes: relevo de topo plano a suavemente ondulado: 3°-10°, intercalado com vertentes declivosas: 20°-45°.



R2b4 – Planalto dissecado em uma sucessão de degraus e patamares e vales incisos esculpidos sob espessos derrames de rochas vulcânicas da Bacia do Paraná no Planalto Meridional. Município de Caxias do Sul/ RS.



R2b4 – Planalto dissecado em derrames basálticos.
Alto Feliz, RS.
Foto: Marcelo Eduardo Dantas, 2015.



R2b4 – Planalto dissecado em escarpa arenítico-basáltica.
Igrejinha, RS.
Foto: Marcelo Eduardo Dantas, 2015.

R2b5 – PATAMARES LITOESTRUTURAIS

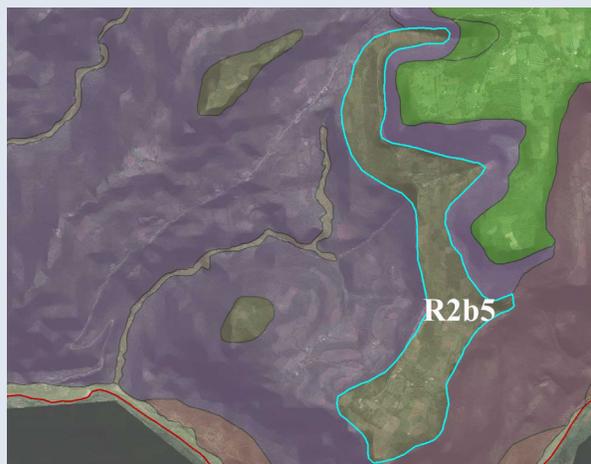
Relevo de degradação, predominantemente, em rochas sedimentares ou em bacias vulcanossedimentares, mas também sobre rochas cristalinas.

Superfícies em cotas intermediárias embutidas entre duas vertentes situadas abaixo dos topos dos planaltos ou das cristas serranas e acima dos fundos de vales encaixados ou depressões circunjacentes. Consistem de superfícies aplainadas modeladas por processos de esculturação e recuo erosivo sobre rochas mais brandas quanto ao intemperismo e erosão, quando comparadas com as litologias adjacentes.

Predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão). Ocorrências esporádicas, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas).

Amplitude de relevo: 10 a 50 m.

Inclinação das vertentes: topo plano a suavemente ondulado: 3°-10°.



R2b5 – Patamar litoestrutural resultante da dissecação diferencial dos derrames de rochas vulcânicas junto ao vale encaixado do Rio Caí. Município de Caxias do Sul/RS.



R2b5 – Patamar em vale encaixado. Alto Feliz, RS.
Foto: Marcelo Eduardo Dantas, 2015.



R2b5 – Patamar litoestrutural na vertente norte da Serra do Curral, Belo Horizonte, MG.
Foto: Marcelo Eduardo Dantas, 2001.

R2c – CHAPADAS E PLATÔS (superfícies cimeiras)

Relevo de degradação em rochas sedimentares.

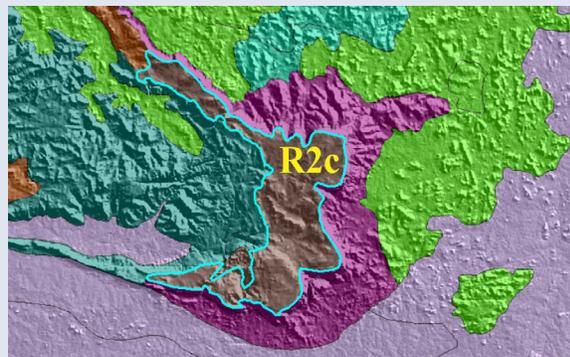
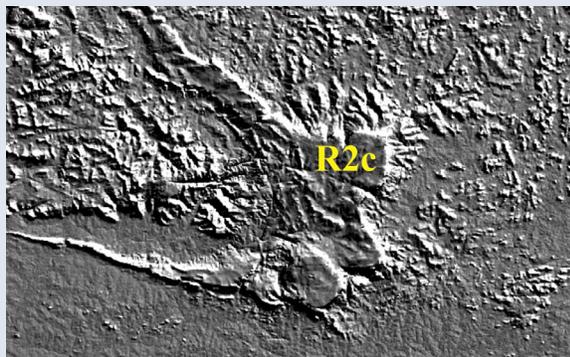
Superfícies tabulares alçadas, ou relevos soerguidos, planos ou aplainados, não ou incipientemente pouco dissecados. Os rebordos dessas superfícies, posicionados em cotas elevadas, são delimitados, em geral, por vertentes íngremes a escarpadas. Representam algumas das principais ocorrências das superfícies cimeiras do território brasileiro.

Franco predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão).

Processos significativos de morfogênese nos rebordos das escarpas erosivas, via recuo lateral das vertentes. Frequente atuação de processos de laterização. Ocorrências esporádicas, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas).

Amplitude de relevo: 2 a 20 m.

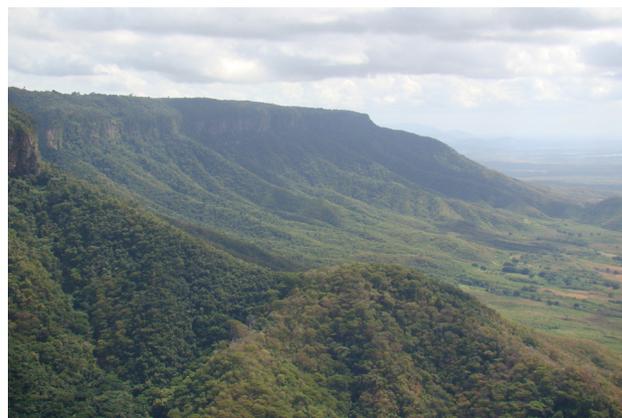
Inclinação das vertentes: topo plano, excetuando-se os eixos dos vales fluviais.



R2c – Borda leste da Chapada dos Pacaás Novos (região central do estado de Rondônia).



R2c – *Tepuy* do Tepequém, norte de Roraima.
Foto: Marcelo Eduardo Dantas, 2002



R2c – Cornija e escarpa da Chapada da Ibiapaba (divisa CE-PI).
Foto: Marcelo Eduardo Dantas, 2010.



R3a2 – Aspecto da superfície aplainada da Depressão Sertaneja em Patos, Paraíba.
Foto: Marcelo Eduardo Dantas, 2012.

4

DOMÍNIO DOS RELEVOS DE APLAINAMENTO

R3a1 – SUPERFÍCIES APLAINADAS CONSERVADAS

Relevo de aplainamento.

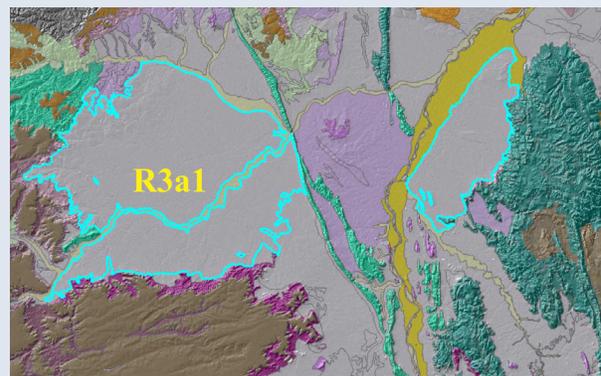
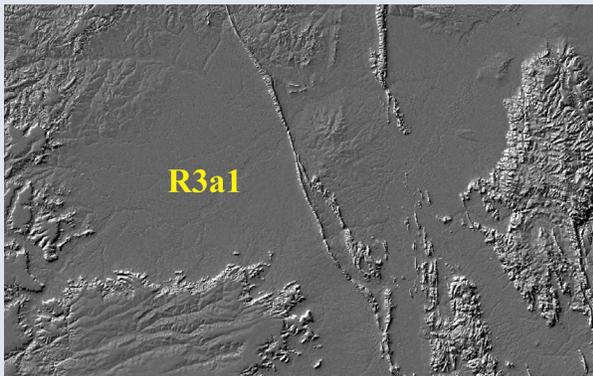
Superfícies planas a levemente onduladas, promovidas pelo arrasamento geral dos terrenos, representando, em linhas gerais, grandes extensões das depressões interplanálticas do território brasileiro.

No bioma da Floresta Amazônica: franco predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa suscetibilidade à erosão). Eventual atuação de processos de laterização.

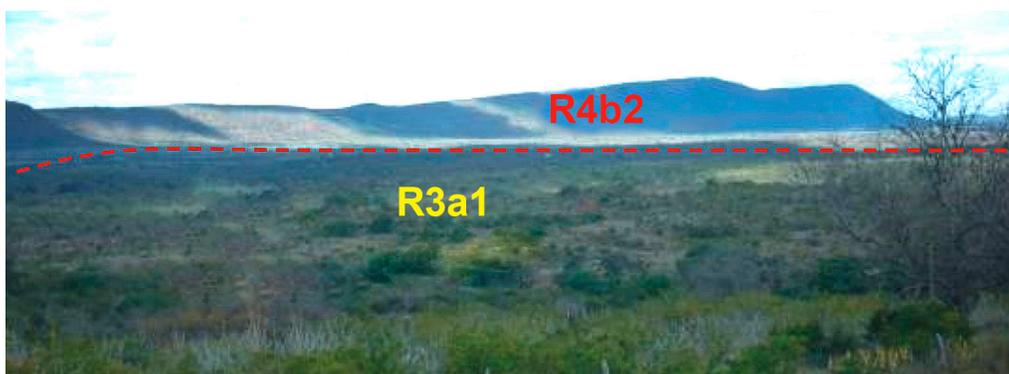
Nos biomas de Cerrado e Caatinga: equilíbrio entre processos de pedogênese e morfogênese (a despeito das baixas declividades, prevalece o desenvolvimento de solos rasos e pedregosos e os processos de erosão laminar são significativos).

Amplitude de relevo: 0 a 10 m.

Inclinação das vertentes: 2°-5°.



R3a1 – Médio Vale do Rio São Francisco (estado da Bahia).



R3a1 – Superfície aplainada, delimitada por cristas de quartzitos (Canudos, Bahia).

Foto: Rogério Valença Ferreira, 2009.

R3a2 – SUPERFÍCIES APLAINADAS RETOCADAS OU DEGRADADAS

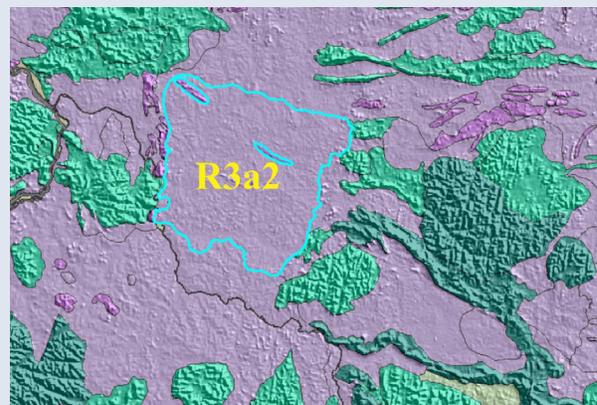
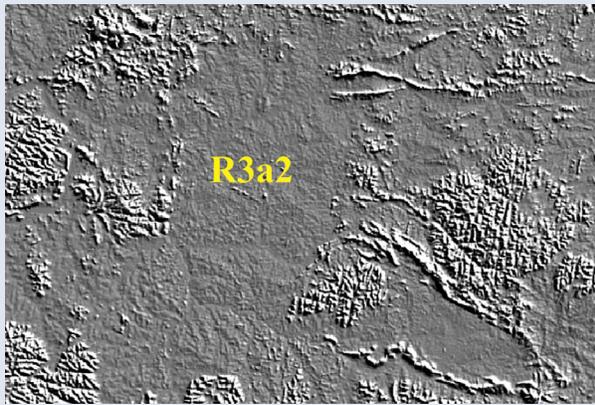
Relevo de aplainamento.

Superfícies suavemente onduladas, promovidas pelo arrasamento geral dos terrenos e posterior retomada erosiva proporcionada pela incisão suave de uma rede de drenagem incipiente. Inserem-se, também, no contexto das grandes depressões interplanálticas do território brasileiro.

Caracteriza-se por extenso e monótono relevo suave ondulado sem, contudo, caracterizar ambiente colinoso, devido às suas amplitudes de relevo muito baixas e longas rampas de muito baixa declividade.

Amplitude de relevo: 10 a 30 m.

Inclinação das vertentes: 0°-5°.



R3a2 – Médio Vale do Rio Xingu (estado do Pará).



R3a2 – Superfície aplainada levemente ondulada da Depressão Sertaneja no Rio Grande do Norte (a) e no Ceará (b).
Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2009 e 2012, respectivamente.

R3a3 – LAJES, LAJEDÕES E PLATAFORMAS DE ABRASÃO

Relevo de aplainamento.

Superfícies rochosas, quase planas, promovidas por processos de erosão severa e generalizada, e remoção da cobertura de solos. A formação dos campos de lajedões consiste num dos mecanismos de desertificação no Nordeste semiárido, como visto no Cariri Potiguar.

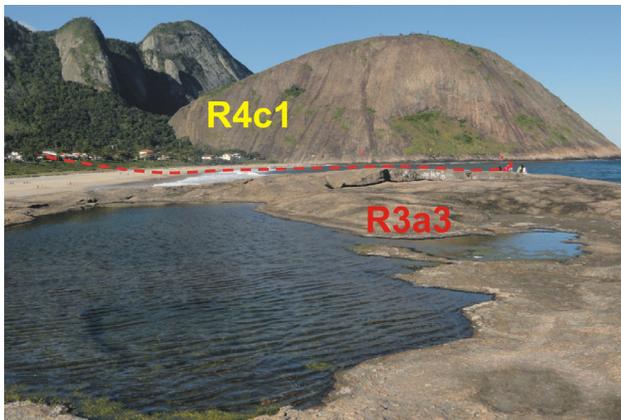
No litoral de promontórios rochosos do litoral sudeste brasileiro, ressaltam-se a ocorrência de lajes, afloramentos rochosos e plataformas de abrasão junto à linha de costa.

Amplitude de relevo: 0 a 10 m.

Inclinação das vertentes: 0°-10°.



R3a3 – Laje de Itacoatiara (em cor lilás), situado junto à praia e planície costeira homônima (em cor laranja). Região Oceânica de Niterói. (município de Niterói – escala original 1:10.000).



R3a3 – Laje de Itacoatiara. Ao fundo, a pedra do Elefante (Niterói, RJ) (a).
Lajedão com marmitas e tanques fossilíferos em Itapipoca, CE (b).
Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2013 e Ricardo de Lima Brandão, 2012, respectivamente.

R3b – INSELBERGS E OUTROS RELEVOS RESIDUAIS (PICOS ISOLADOS, MORROS RESIDUAIS, PONTÕES, MONOLITOS)

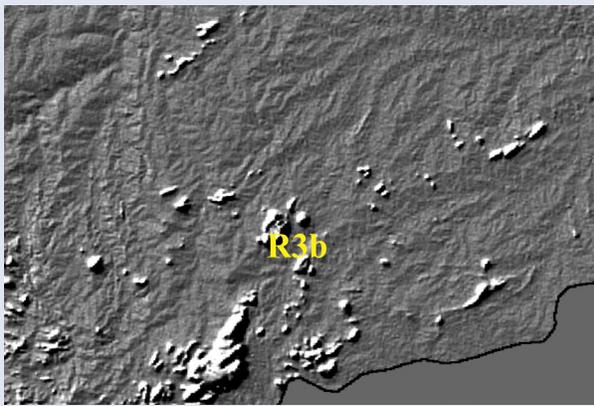
Relevo de aplainamento.

Relevos residuais isolados, destacados na paisagem aplainada, remanescentes do arrasamento geral dos terrenos.

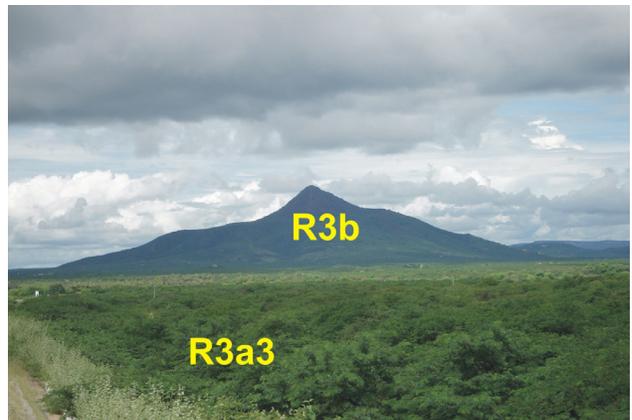
No domínio morfoclimático de mares de morros do Sudeste brasileiro, é frequente a ocorrência de pontões graníticos de topos rochosos e arredondados, gerados por erosão diferencial de rochas mais resistentes ao intemperismo e à erosão

Amplitude de relevo: 50 a 500 m.

Inclinação das vertentes: 25°-45°, com ocorrência de paredões rochosos subverticais (60o-90o).



R3b – Agrupamentos de inselbergs em meio à Depressão Sertaneja do sul do estado do Rio Grande Norte (escala original 1:200.000).



R3b – Inselberg granítico em Quixadá, Ceará (a).
 Pico do Cabugi. Neck vulcânico em meio a superfícies aplainadas no Rio Grande do Norte (b).
 Fotos: Luís Carlos Freitas, 2012 e Rogério Valença Ferreira, 2009, respectivamente.

5

DOMÍNIO DAS UNIDADES DENUDACIONAIS EM ROCHAS CRISTALINAS OU SEDIMENTARES

R4a1 – COLINAS

Relevo de degradação em qualquer litologia.

Relevo constituído de colinas pouco dissecadas, com vertentes convexas ou convexo-côncavas e topos amplos, de morfologia alongada ou arredondada, com vertentes de gradiente suave e baixas amplitudes de relevo inferiores a 50m. Apresenta baixa a média densidade de drenagem com padrão predominantemente dendrítico. Atuação dominante de processos de pedogênese (formação de solos muito profundos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão). Sistema de drenagem principal com deposição de planícies aluviais relativamente amplas. Ocorrências esporádicas, restritas a processos de erosão laminar. Geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes.

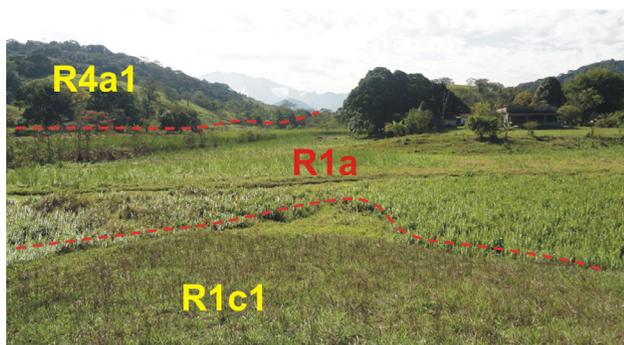
Amplitude de relevo: 20 a 50 m.

Inclinação das vertentes: 3°-10°.



R4a1 – Relevo de colinas baixas e convexas (em cor verde-clara), isoladas pelo afogamento generalizado produzido pela sedimentação fluvial ou fluviomarinha (em cor amarela) ocorrida nas baixadas litorâneas.

Em termos gerais, este padrão de relevo representa zonas de baixa suscetibilidade a eventos de movimentos de massa. Baixada Fluminense (município de Guapimirim – escala original 1:10.000).



R4a1 – Colinas amplas e baixas entremeadas por rampas de alúvio-colúvios (**R1c1**) e planícies fluviais (**R1a**), Guapimirim, RJ (a, b).

Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2013.

R4a2 – MORROS BAIXOS**Relevo de degradação em qualquer litologia.**

Relevo típico do domínio de mares de morros, constituído de colinas dissecadas, com vertentes convexo-côncavas e topos arredondados, com vertentes de gradiente suave a moderado, apresentando moderada densidade de drenagem com padrão dendrítico ou subdendrítico. Atuação concomitante de processos de pedogênese e morfogênese (formação de solos muito profundos e bem drenados, em geral, todavia com moderada a alta suscetibilidade à erosão). Sistema de drenagem principal com deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados. Ocorrências de processos de erosão laminar e linear acelerada (sulcos, ravinas e voçorocas). Geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes.

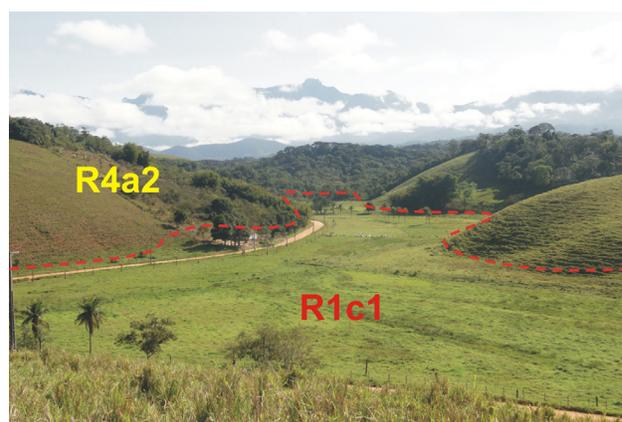
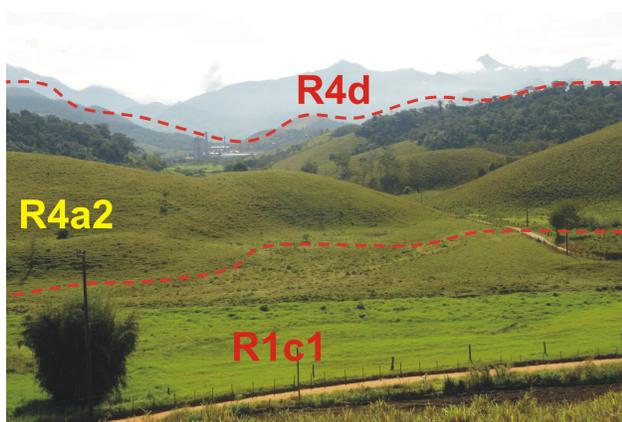
Amplitude de relevo: 50 a 120 m.

Inclinação das vertentes: 5°-20°.



R4a2 – Relevo de morros baixos (em cor verde), em meio a vasta sedimentação aluvionar (em cor amarela) ocorrida nas baixadas litorâneas.

Em termos gerais, esse padrão de relevo representa zonas de média suscetibilidade a eventos de movimentos de massa. Vale do Rio Guapiaçu (município de Cachoeiras de Macacu – escala original 1:20.000).



R4a2 – Relevo ondulado de morros baixos em meio a planícies aluviais (**R1a**) e rampas de alúvio-colúvio (**R1c1**) na Bacia do Rio Macacu (a, b).

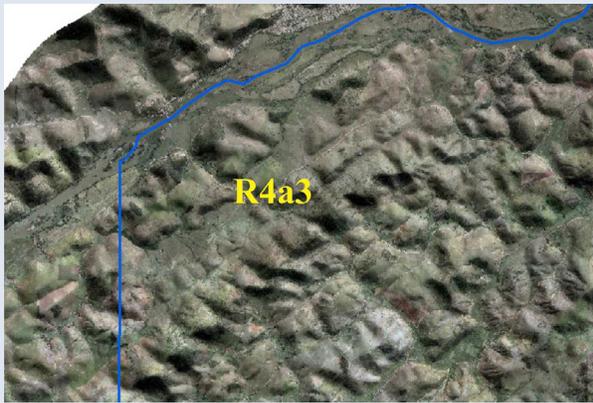
Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2013.

R4a3 – MORROTOS**Relevo de degradação em qualquer litologia.**

Relevo constituído de pequenos morros francamente dissecados, com vertentes retilíneas ou retilíneo-côncavas e topos arredondados a aguçados, por vezes, alinhados em cristas. Apresenta vertentes de gradiente moderado a alto, com moderada densidade de drenagem e padrão subdendrítico a treliça, com notável controle estrutural. Atuação preponderante de processos de morfogênese (formação de solos pouco profundos e bem drenados, com alta suscetibilidade à erosão). Sistema de drenagem principal com deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados. Ocorrência frequente de processos de erosão laminar e linear acelerada (sulcos, ravinas e voçorocas), além de movimentos de massa de pequenas dimensões. Frequentemente, tais feições de relevo estão associadas às largas faixas de zonas de cisalhamento de idade brasileira.

Amplitude de relevo: 40 a 100 m.

Inclinação das vertentes: 10°-30°.



R4a3 – Notável alinhamento de morrotes da Serra da Portela (em cor verde-musgo), com marcante direção estrutural WSW-ENE.

Municípios de Itaocara e São Fidélis – escala original 1:25.000.



R4a3 – Morrotes dissecados com declivosas vertentes retilíneas e topos arredondados ou aguçados em cristas.

Sopé da Serra das Araras (Piraí, RJ) (a). Extenso alinhamento de morrotes da Serra Vermelha ou da Portela, que atravessa parte dos municípios de Itaocara e São Fidélis (RJ) (b).

Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2016 e 2019, respectivamente.

R4b1 – MORROS ALTOS**Relevo de degradação em qualquer litologia.**

Relevo de morros de geometria convexo-côncava, francamente dissecados e com topos arredondados ou aguçados, apresentando sedimentação de colúvios, alúvios e, subordinadamente, depósitos de tálus. Caracteriza-se por um relevo movimentado com vertentes de gradientes médios a elevados e topos arredondados a aguçados. Densidade de drenagem moderada a alta, com padrão subdendrítico a treliça. Atuação dominante de processos de morfogênese (formação de solos pouco profundos em terrenos declivosos, em geral, com moderada a alta suscetibilidade à erosão). Atuação frequente de processos de erosão laminar e linear acelerada (sulcos e ravinas) e ocorrência esporádica de processos de movimentos de massa. Sistema de drenagem principal com restritas planícies aluviais. Geração de colúvios e, subordinadamente, depósitos de tálus nas baixas vertentes.

Amplitude de relevo: 80 a 250 m.

Inclinação das vertentes: 10°-35°.



R4b1 – Relevo de morros dissecados com vertentes íngremes (em cor verde-escura) isolados pela sedimentação fluvial que preenche os fundos dos vales dos rios do Imbé e Braço Rio do Norte. Contrafortes da escarpa da Serra do Desengano.

Em termos gerais, este padrão de relevo representa zonas de média a alta suscetibilidade a eventos de movimentos de massa.

Cercanias da localidade de Sossego (município de Santa Maria Madalena – escala original 1:18.000).



R4b1 – Relevo movimentado de morros amplos a dissecados com vales profundos em Santa Maria Madalena (a) e São José do Vale do Rio Preto (b).

Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2012 e 2017, respectivamente.

R4b2 – CRISTAS ISOLADAS E SERRAS BAIXAS

Relevo de degradação em qualquer litologia.

Relevo constituído por pequenas serras isoladas, com vertentes predominantemente retilíneas e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados, que se destacam topograficamente do relevo circunjacente. Amplitudes de relevo elevadas e gradientes muito elevados, com ocorrência frequente de vertentes muito íngremes com gradientes muito elevados (superiores a 45°) e paredões rochosos subverticais (60 a 90°). Rede de drenagem incipiente, com nítido controle estrutural. Atuação dominante de processos de morfogênese (formação de solos pouco profundos em terrenos declivosos, em geral, com moderada a alta suscetibilidade à erosão). Atuação frequente de processos de erosão laminar e linear acelerada (sulcos e ravinas) e ocorrência esporádica de processos de movimentos de massa. Geração de colúvios e depósitos de tálus nas baixas vertentes.

Amplitude de relevo: 100 a 300 m.

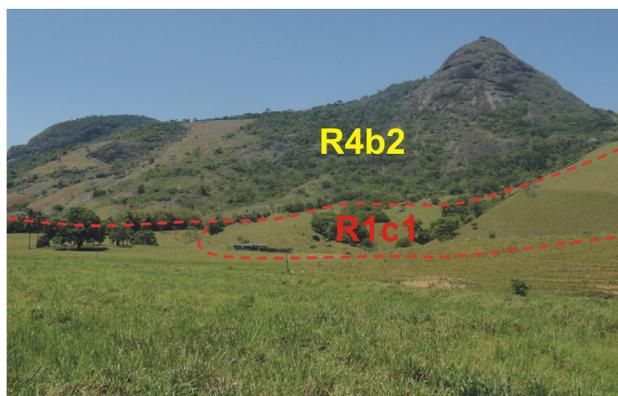
Inclinação das vertentes: 20°-45°, com ocorrência de paredões rochosos subverticais (60°-90°).



R4b2 – Relevo de serras isoladas com vertentes muito íngremes (em cor verde-azulada) e topos em crista (Serra da Lama Preta).

Em termos gerais, este padrão de relevo representa zonas de alta a muito alta suscetibilidade a eventos de movimentos de massa.

Vale do Córrego da Lama Preta (município de Santa Maria Madalena – escala original 1:15.000).



R4b2 – Vertentes íngremes e paredões rochosos da Serra da Lama Preta (a) e da Serra da Pedra Branca (b), ambas situadas na Bacia do Rio Macabu.

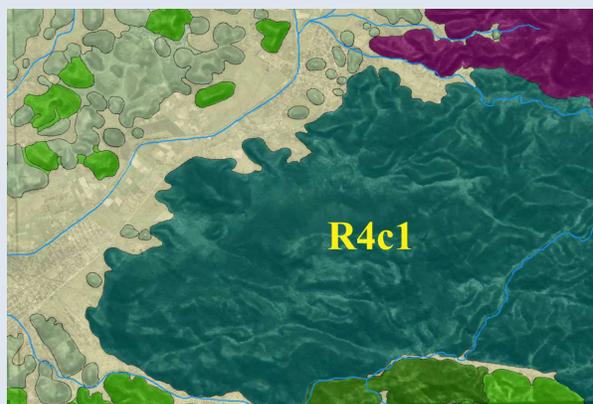
Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2012.

R4c1 – DOMÍNIO SERRANO**Relevo de degradação em qualquer litologia.**

Relevo de aspecto montanhoso, muito acidentado, apresentando vertentes predominantemente retilíneas a côncavas e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Predominam vertentes de gradientes elevados com ocorrência esporádica de paredões rochosos subverticais e pães-de-açúcar. Sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento. Amplitude de relevo muito elevadas e densidade de drenagem moderada a alta com padrão treliça a retangular, sob forte controle estrutural. Franco predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos em terrenos acidentados, em geral, com alta suscetibilidade à erosão). Atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa. Geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes.

Amplitude de relevo: acima de 300 m.

Inclinação das vertentes: 20°-45°, com ocorrência de paredões rochosos subverticais (60°-90°).



R4c1 – Maciço intrusivo alcalino (em cor verde-azulada) com vertentes muito íngremes e conformação dômica adjacente ao Vale do Rio Macacu.

Em termos gerais, este padrão de relevo representa zonas de alta a muito alta suscetibilidade a eventos de movimentos de massa.

Maciço de Soarinho (município de Cachoeiras de Macacu – escala original 1:40.000).



R4c1 – Maciço costeiro de Cassorotiba, no limite Maricá - Itaboraí (a).
Ocupação urbana em relevo serrano (b) (Vale do Meudon, Teresópolis, RJ).
Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2013 e 2014, respectivamente.

R4c2 – DOMÍNIO ALTO SERRANO

Relevo de degradação em qualquer litologia.

Relevo de aspecto montanhoso, com destaque para grandes desníveis altimétricos. Terrenos muito acidentados, apresentando vertentes predominantemente retilíneas a côncavas e topos de cristas alinhadas e aguçadas, com espessa e generalizada sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Predominam vertentes de gradientes elevados com ocorrência frequente de paredões rochosos subverticais e pães-de-açúcar. Sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento. Amplitude de relevo muito elevadas e densidade de drenagem moderada a alta com padrão treliça a retangular, sob forte controle estrutural. Franco predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos em terrenos acidentados, em geral, com alta suscetibilidade à erosão). Atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa.

A despeito do fato de que a estrutura geológica do território brasileiro apresentar apenas raízes de antigos orógenos de idade brasiliana, movimentos epirogenéticos de idade cenozoica promoveram o soerguimento de cadeias serranas que atingem cotas consideráveis, acima de 2.000 metros de altitude. Destacam-se, neste contexto, as serras do Mar e da Mantiqueira. Geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes.

Amplitude de relevo: acima de 700 m, cujos picos estão alçados em cotas mínimas de 1.500 metros de altitude.

Inclinação das vertentes: 30°-45°, com ocorrência de paredões rochosos subverticais (60°-90°).



R4c2 – Relevo Alto Serrano da Serra dos Órgãos (em cor azul-clara), adjacente ao núcleo urbano de Teresópolis, embutido na planície aluvial do Rio Paquequer (em cor amarela) e domínio de morros circunjacentes (em cor verde). Em termos gerais, este padrão de relevo representa zonas de muito alta suscetibilidade a eventos de movimentos de massa. Alto Vale do Rio Paquequer (município de Teresópolis – escala original 1:40.000).



R4c2 – Maciço intrusivo alcalino de Itatiaia. Picos entre 2.200 e 2780 m (a).
Pico da Maria Comprida (1.900 m). Serra do Mar, Petrópolis, RJ (b).
Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2015 e 2014, respectivamente.

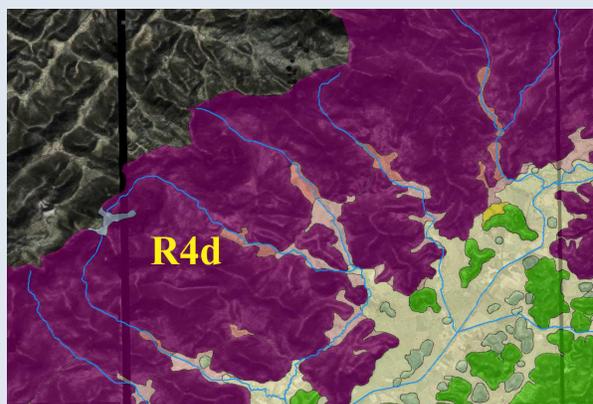
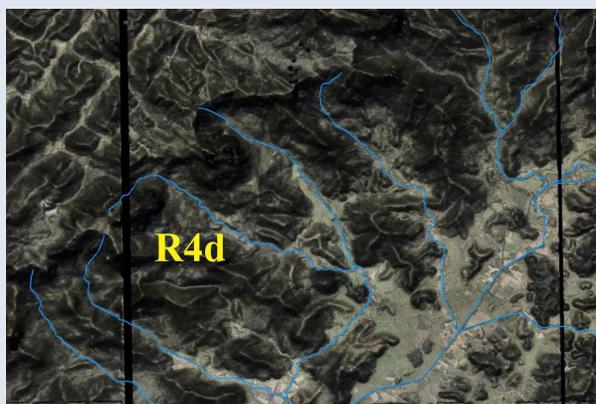
R4d – ESCARPAS DE BORDA DE PLANALTOS

Relevo de degradação em qualquer litologia.

Relevo de aspecto montanhoso, muito acidentado, apresentando vertentes predominantemente retilíneas a côncavas e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Predominam vertentes de gradientes elevados com ocorrência esporádica de paredões rochosos subverticais e pães-de-açúcar. Sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento. Amplitude de relevo muito elevadas e densidade de drenagem moderada a alta com padrão treliça a retangular, sob forte controle estrutural. Franco predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos em terrenos acidentados, em geral, com alta suscetibilidade à erosão). Atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa. Geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes.

Amplitude de relevo: acima de 300 m.

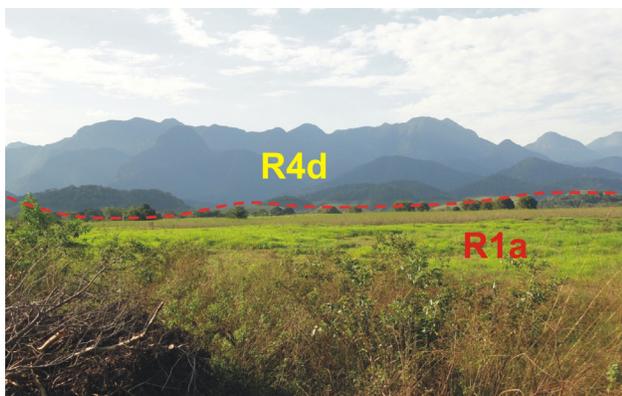
Inclinação das vertentes: 20°-45°, com ocorrência de paredões rochosos subverticais (60°-90°).



R4d – Vertentes muito íngremes a escarpadas com ocorrência de paredões rochosos das escarpas serranas nas cabeceiras de drenagem da Bacia do Rio Guapiaçu.

Em termos gerais, este padrão de relevo representa zonas de muito alta suscetibilidade a eventos de movimentos de massa.

Escarpa da Serra do Mar no Parque Estadual dos Três Picos (município de Cachoeiras de Macacu – escala original 1:60.000).



R4d – Vertentes íngremes e paredões rochosos da escarpa da Serra do Mar. Parque Estadual dos Três Picos (a, b). Cachoeiras de Macacu, RJ.

Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2013.

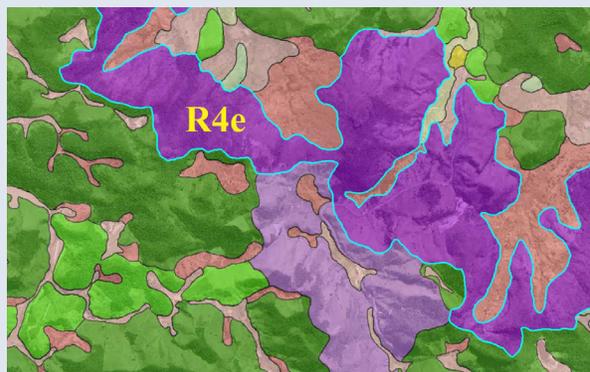
R4e – ESCARPAS DEGRADADAS, DEGRAUS ESTRUTURAIS E REBORDOS EROSIVOS**Relevo de degradação em qualquer litologia.**

Relevo acidentado, constituído por vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, declivosas e topos levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento. Representam relevo de transição entre duas superfícies distintas alçadas a diferentes cotas altimétricas. As escarpas serranas degradadas são mais baixas e recuadas que as escarpas frontais, devido a um mais intenso processo de erosão e denudação. Um exemplo marcante é o contraste entre o relevo imponente das vertentes íngremes e muito elevadas da Serra do Mar (Serra do Couto; Serra dos Órgãos) com o relevo adjacente mais rebaixado de vertentes muito dissecadas sob forte controle estrutural da Serra das Araras, que se comporta como típico degrau de borda de planalto.

Franco predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos, em geral, com alta suscetibilidade à erosão). Atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa. Geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes.

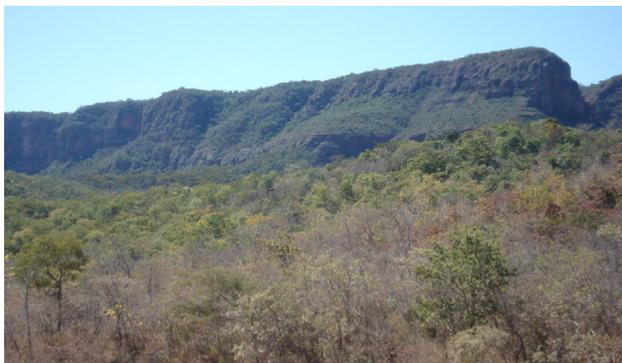
Amplitude de relevo: 50 a 200 m.

Inclinação das vertentes: 10°-25°, com ocorrência de vertentes muito declivosas (acima de 45°).



R4e – Escarpa reversa da Região Serrana (em cor roxa) com vertentes muito íngremes e esporádicos paredões rochosos. Em termos gerais, este padrão de relevo representa zonas de alta a muito alta suscetibilidade a eventos de movimentos de massa.

Vale do Rio São Francisco, Serra do Rosa (município de Sapucaia – escala original 1:25.000).



R4e – Degrau estrutural da borda sudeste da Bacia Sedimentar do Parnaíba, situado no sul do Piauí (a).

R4f1 – Vale inciso da Garganta do Viradouro em área de risco a movimentos de massa, localizado na zona sul do município de Niterói, RJ. (b).

Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2009 e 2013, respectivamente.

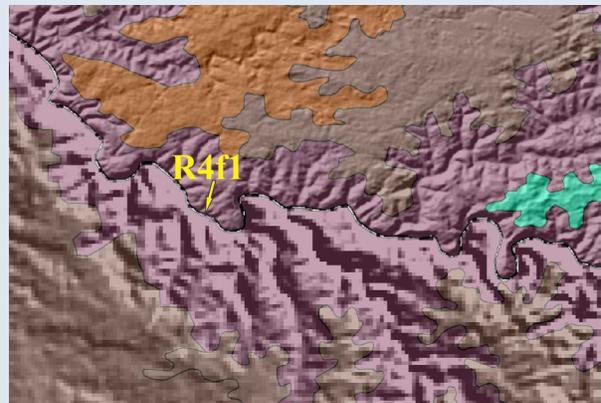
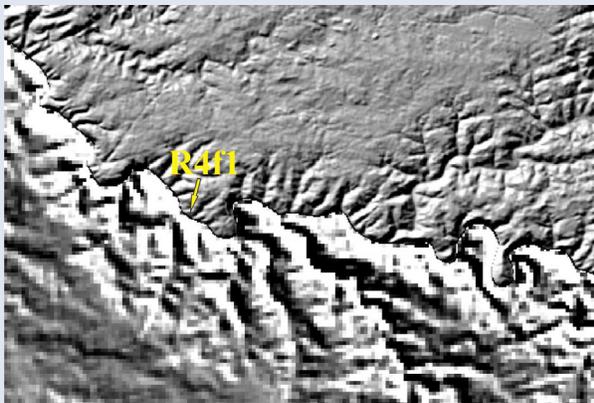
R4f1 – VALES ENCAIXADOS

Relevo de degradação em qualquer litologia.

Relevo muito acidentado, com predomínio de vertentes de gradientes elevados com ocorrência esporádica de paredões rochosos subverticais. Sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento. Amplitude de relevo muito elevadas e densidade de drenagem moderada a alta com padrão subdendrítico a treliça, em geral, sob forte controle estrutural. Franco predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos em terrenos acidentados, em geral, com alta suscetibilidade à erosão). Em termos gerais, este padrão de relevo representa zonas de alta a muito alta suscetibilidade a eventos de movimentos de massa. Geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes.

Amplitude de relevo: acima de 50 m.

Inclinação das vertentes: 20°-45°, com ocorrência de paredões rochosos subverticais (60°-90°).



R4f1 – Vale encaixado do alto curso do Rio Uruguai (em cor roxa), promovendo uma profunda incisão fluvial sobre o topo do planalto basáltico da denominada Serra Gaúcha. Divisa entre os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Vale do Rio Uruguai (distrito de Goio-Ên, Chapecó - SC, escala original 1:150.000).



R4f1 – Vale encaixado do Rio Uruguai, na divisa entre Santa Catarina e Rio Grande do Sul (a).
Vale do inciso do Rio Urubici, Serra Catarinense (b).

Fotos: (a) Diogo Rodrigues da Silva, 2010 e (b) Ana Cláudia Viero, 2010.

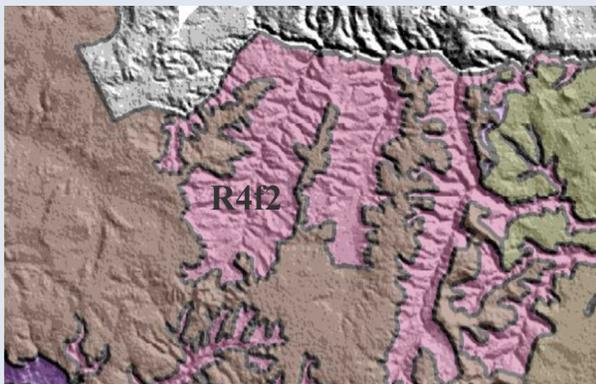
R4f2 – VALES ABERTOS

Relevo de degradação em qualquer litologia.

Relevo acidentado, com predomínio de vertentes de gradientes elevados e amplos fundos de vales com relevo mais suave, ocupados por rampas e colinas em cotas mais baixas. Sistema de drenagem principal ajustado ao nível de base local apresentando um franco processo de recuo de vertentes e alargamento do vale. Trata-se de um processo de evolução geomorfológica elaborado a partir de um vale encaixado. Amplitude de relevo elevada e densidade de drenagem moderada a alta com padrão subdendrítico a treliça, em geral, sob forte controle estrutural. Franco predomínio de processos de morfogênese nas altas vertentes (formação de solos rasos em terrenos acidentados, em geral, com alta suscetibilidade à erosão e movimentos de massa) e pedogênese nas baixas vertentes e fundos de vales.

Amplitude de relevo: acima de 50 m.

Inclinação das vertentes: 10°-25°, com ocorrência de vertentes muito declivosas (acima de 45°).



R4f2 – Vale do Córrego Cotovelo, formador do Ribeirão Silvestre (em cor lilás), promovendo a dissecção dos topos planos da chapada denominada de Serra do Lajeado. Município de Palmas, Tocantins – escala original 1:25.000.



R4f2 – Vale aberto em meio a um relevo de chapadas da Serra do Lajeado. Município de Palmas, Tocantins (a). Vale do Rio Gurgueia, Piauí (b).

Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 2019 e 2009, respectivamente.

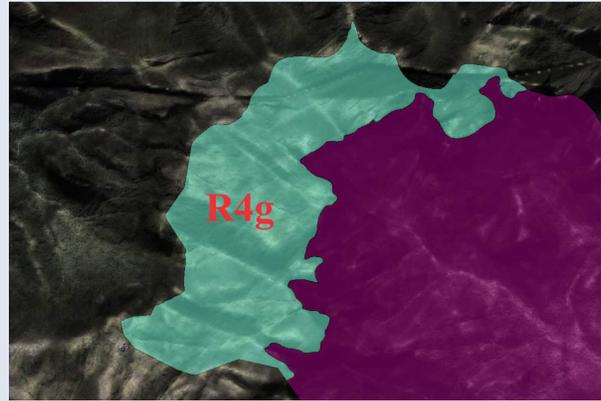
R4g – ALTOS PLATÔS

Relevo de degradação em qualquer litologia.

Relevo amorrado ou aplainado, alçado a cotas superiores a 1.200 metros, representando fragmentos de superfície cimeira. Esta unidade encontra-se delimitada por vertentes muito acidentadas e paredões escarpados subverticais (60° a 90°).

Amplitude de relevo: 20 a 50 m.

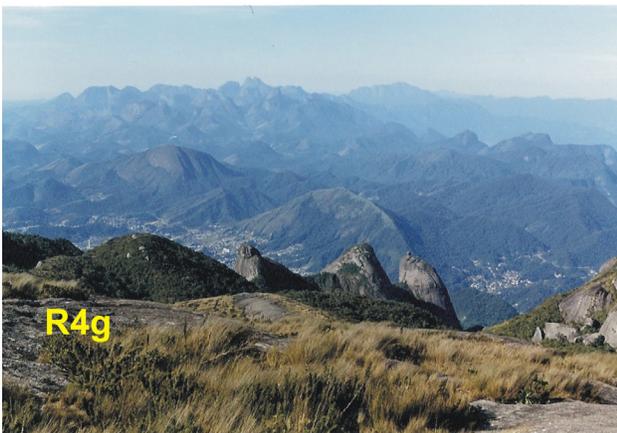
Inclinação das vertentes: 3° -10°, bordejado por paredões rochosos subverticais (60° -90°).



R4g – Superfície rochosa dos altos platôs (em cor verde-água), alçada a mais de 2.000 metros e revestida por campos de altitude do platô do Morro Açú-Pedra do Sino. Tal superfície cimeira encontra-se abruptamente delimitada por vertentes escarpadas da Serra dos Órgãos.

Em termos gerais, este padrão de relevo representa zonas de baixa a média suscetibilidade a eventos de movimentos de massa.

Parque Nacional da Serra dos Órgãos (municípios de Guapimirim, Magé, Petrópolis e Teresópolis – escala original 1:20.000).



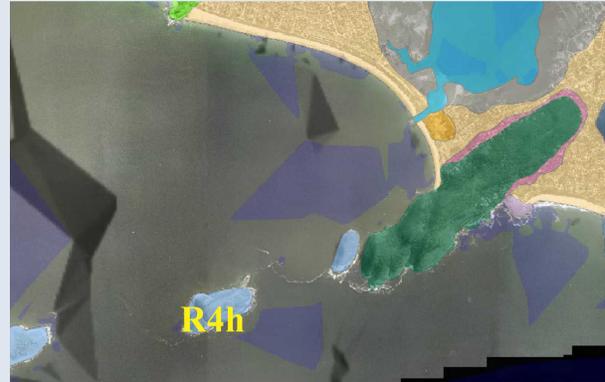
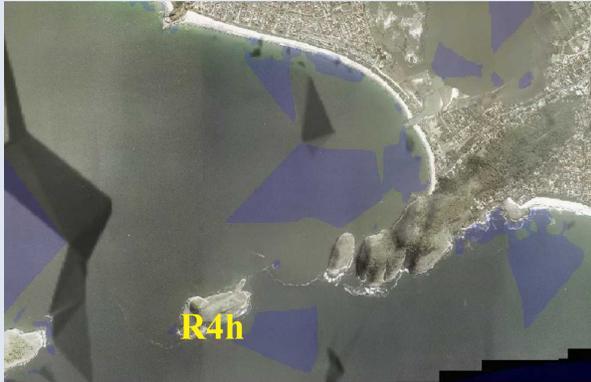
R4g – Alto platô do Morro do Açú - Serra dos Órgãos (2.000 – 2.250m) (a).

Alto platô do Pico das Agulhas Negras (2.400 – 2.780m) (b).

Fotos: Marcelo Eduardo Dantas, 1993 e 2017, respectivamente.

R4h – ILHAS COSTEIRAS**Relevo de degradação em qualquer litologia.**

Ilhas que despontam ao largo da costa como elevações isoladas constituídas pelo substrato ígneo-metamórfico, comuns no litoral sudeste brasileiro.



R4h – Arquipélago alinhado da Enseada de Itaipu (em cor azul) em prolongamento do costão rochoso adjacente, seguindo direção estrutural SW-NE do substrato geológico.

Região Oceânica de Niterói (município de Niterói – escala original 1:25.000).

6

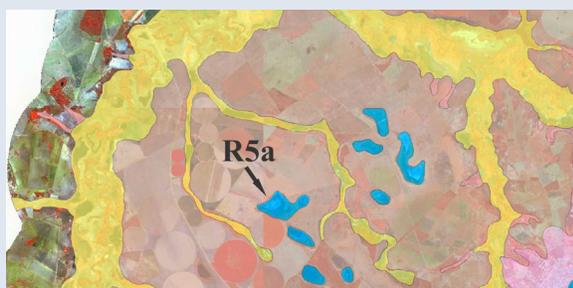
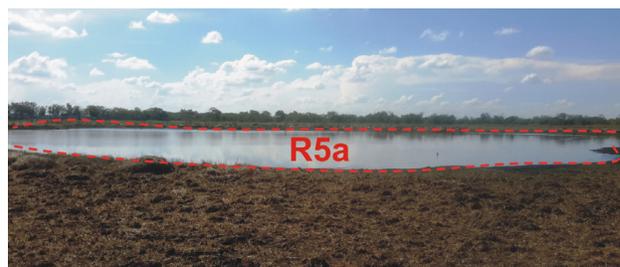
DOMÍNIO DE FORMAS DE DISSOLUÇÃO EM ROCHAS CARBONÁTICAS

R5a – FEIÇÕES CÁRSTICAS (*dolinas, uvalas, poljes, sumidouros*)

Relevo de degradação sobre rochas carbonáticas.

Relevo caracterizado por uma morfologia e feições peculiares, resultantes do processo intempérico de carbonatação, que consiste na dissolução química do carbonato de cálcio contido no substrato rochoso. Sistema de drenagem principal descontínuo devido à ocorrência de sumidouros e vales cegos. Amplitudes de relevo baixas podendo, contudo, apresentar curtos paredões escarpados, relevos ruiformes e torres calcárias. Predomínio de processos de morfogênese química (formação de solos rasos, exceto em rochas carbonáticas impuras, tais como as margas). Atuação episódica de processos de erosão laminar e colapsos.

Este padrão, na realidade, congrega uma série de formas de relevo típicas de plataformas carbonáticas que seriam melhor relacionadas ao 4º táxon da metodologia de Jurandy Ross. Entretanto, apresenta indiscutível importância na paisagem geomorfológica em semidetalhe, com relevantes implicações de cunhos geotécnico, hidrogeológico e ambiental.



R5a – Plataforma carbonática da Bacia Bambuí (noroeste de Minas Gerais), inumada por cobertura detrítico-laterítica de idade neógena. Superfícies aplainadas ou tabulares, pontilhadas por dolinas e francamente convertidas para agricultura irrigada e mecanizada. Município de Lagoa Grande/ MG - escala original 1:40.000.

R5a – Ocorrência de dolinas e lagoas cársticas sobre superfícies aplainadas. Feições cársticas em desenvolvimento sobre plataformas carbonáticas do Grupo Bambuí. Unaí, noroeste de Minas Gerais. Fotos: Michele Silva Santana, 2016.

O SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - SGB E OS OBJETIVOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - ODS

Em setembro de 2015 líderes mundiais reuniram-se na sede da ONU, em Nova York, e formularam um conjunto de objetivos e metas universais com intuito de garantir o desenvolvimento sustentável nas dimensões econômica, social e ambiental. Esta ação resultou na *Agenda 2030*, a qual contém um conjunto de *17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS*.

A Agenda 2030 é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade. Busca fortalecer a paz universal, e considera que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões é o maior desafio global, e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável.

Os 17 ODS incluem uma ambiciosa lista 169 metas para todos os países e todas as partes interessadas, atuando em parceria colaborativa, a serem cumpridas até 2030.



O Serviço Geológico do Brasil – SGB atua em diversas áreas intrínsecas às Geociências, que podem ser agrupadas em quatro grandes linhas de atuação:

- Geologia
- Recursos Minerais;
- Hidrologia; e
- Gestão Territorial.

Todas as áreas de atuação do SGB, sejam nas áreas das Geociências ou nos serviços compartilhados, ou ainda em seus programas internos, devem ter conexão com os ODS, evidenciando o comprometimento de nossa instituição com a sustentabilidade, com a humanidade e com o futuro do planeta.

A tabela a seguir relaciona as áreas de atuação do SGB com os ODS.

Áreas de atuação do Serviço Geológico do Brasil – SGB e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS

ÁREA DE ATUAÇÃO GEOCIÊNCIAS

LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS



LEVANTAMENTOS AEROGEOFÍSICOS



AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DO BRASIL



LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS MARINHOS



LEVANTAMENTOS GEOQUÍMICOS



LEVANTAMENTOS BÁSICOS DE RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS



SISTEMAS DE ALERTA HIDROLÓGICO



AGROGEOLOGIA



LEVANTAMENTOS BÁSICOS DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS



RISCO GEOLÓGICO



GEODIVERSIDADE



PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOPARQUES



ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO



GEOLOGIA MÉDICA



RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO



ÁREA DE ATUAÇÃO SERVIÇOS COMPARTILHADOS

GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO



TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO



LABORATÓRIO DE ANÁLISE MINERAIS



MUSEU DE CIÊNCIAS DA TERRA



PALEONTOLOGIA



PARCERIAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS



REDE DE BIBLIOTECAS



REDE DE LITOTECAS



GOVERNANÇA



ÁREA DE ATUAÇÃO PROGRAMAS INTERNOS

SUSTENTABILIDADE



PRÓ-EQUIDADE



COMITÊ DE ÉTICA



PROGRAMA MINERAÇÃO SEGURA E SUSTENTÁVEL

LEVANTAMENTOS GEOLÓGICO-AMBIENTAIS
VOLTADOS AO ORDENAMENTO TERRITORIAL

LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

GEODIVERSIDADE DOS MUNICÍPIOS LITORÂNEOS DA MACRORREGIÃO DO LITORAL NORTE DO CEARÁ



NOTA EXPLICATIVA

Escala 1:100.000

Geodiversidade do Litoral Norte do Ceará é um produto concebido para oferecer aos diversos segmentos da sociedade, uma tradução atual do conhecimento geocientífico do meio físico, com vistas ao planejamento e ordenamento territorial da região. Destina-se a um público-alvo variado, com foco nos gestores públicos municipais e estadual, e também, às empresas de mineração, comunidade acadêmica, gestores públicos diversos, sociedade civil e ONGs. Dotado de uma linguagem voltada para múltiplos usuários, o mapa, em escala de semidetalhe, compartimenta o território em unidades geológico-ambientais, destacando suas adequabilidades/potencialidades e limitações frente à ocupação urbana, agricultura, recursos hídricos, recursos minerais e geoturismo. Nesse sentido, com foco em fatores estratégicos para a região, representa um rico acervo de dados e informações atualizadas, construindo valioso subsídio para tomada de decisão sobre o uso racional e sustentável do território.

Onde encontrar
este produto:

www.sgb.gov.br

<https://rigeo.sgb.gov.br/>

seus@sgb.gov.br

Mais informações e materiais
sobre Gestão Territorial
escaneie o código:



ISBN 978-65-5664-479-0