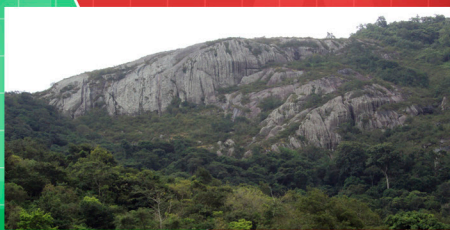


# GEODIVERSIDADE DO ESTADO DE ALAGOAS

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL  
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE



2016







# **GEODIVERSIDADE DO ESTADO DE ALAGOAS**

**PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL  
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE**

**CASA CIVIL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA**

Ministro-Eliseu Padilha

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO  
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

**MINISTRO DE ESTADO**

Fernando Coelho Filho

**SECRETÁRIO EXECUTIVO**

Paulo Pedrosa

**SECRETÁRIO DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO  
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

Vicente Humberto Lôbo Cruz

**CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**

**CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO**

**Presidente**

Carlos Nogueira da Costa Júnior

**Vice-Presidente**

Eduardo Jorge Ledsham

**Conselheiros**

Eduardo Carvalho Nepomuceno Allencar

Ladice Pontes Peixoto

Telton Elber Correa

Janaina Gomes Pires da Silva

**DIRETORIA EXECUTIVA**

**Diretor-Presidente**

Eduardo Jorge Ledsham

**Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial**

Stênio Petrovich Pereira

**Diretor de Geologia e Recursos Minerais**

Roberto Ventura Santos

**Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento**

Antônio Carlos Bacelar Nunes

**Diretor de Administração e Finanças**

Nelson Le Cocq D´Oliveira

**SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SALVADOR**

**Superintendente**

Edgar Romeo Herrera de Figueiredo Iza

**Gerência de Hidrologia e Gestão Territorial**

Gustavo Carneiro da Silva

**Supervisor de Gestão Territorial**

Amilton de Castro Cardoso

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL  
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

# **GEODIVERSIDADE DO ESTADO DE ALAGOAS**

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL  
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

## **ORGANIZAÇÃO**

Tereza Cristina Bittencourt Villanueva  
Violeta de Souza Martins

Salvador

2016

## CRÉDITOS TÉCNICOS

### LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE DO ESTADO DE ALAGOAS

#### COORDENAÇÃO NACIONAL

##### Departamento de Gestão Territorial

Jorge Pimentel

##### Divisão de Gestão Territorial

Edgar Shinzato

#### COORDENAÇÕES TEMÁTICAS

##### Coordenação Geral

Maria Angélica Barreto Ramos  
Maria Adelaide Mansini Maia

##### Geodiversidade

Antonio Theodorovicz

##### Geomorfologia

Marcelo Eduardo Dantas

##### Solos

Edgar Shinzato

##### Cenários

Valter José Marques

##### Coordenação de Geoprocessamento e da Base de Dados de Geodiversidade

Maria Angélica Barreto Ramos  
Maria Adelaide Mansini Maia

##### Execução Técnica

Tereza Cristina Bittencourt Villanueva  
Violeta de Souza Martins  
Rogério Valença Ferreira

##### Organização do Relatório Geodiversidade do Estado de Alagoas

Tereza Cristina Bittencourt Villanueva  
Violeta de Souza Martins

##### Sistema de Informação Geográfica e Leiaute do Mapa

Maria Angélica Barreto Ramos  
Edmar da Silva Santos (estagiário)  
Mileno Loula da Rocha (estagiário)

##### Banco de Dados e Desenvolvimento da Base Geodiversidade

##### Divisão de Geoprocessamento (DIGEOP)

João Henrique Gonçalves  
Reginaldo Leão Neto  
Leonardo Brandão Araújo

Elias Bernard da Silva do Espírito Santo  
Paulo Roberto Santos Lopes  
Gabriela Figueiredo de Castro Simão

##### Colaboradores

Ricardo José Queirós dos Santos  
Jorge Luiz Lopes

##### Revisão Ortográfica e Gramatical

Homero Coelho Benevides

##### Normalização e Revisão Bibliográfica

Divisão de Documentação Técnica (DIDOTE)

##### Projeto Gráfico/Editoração/Multimídia

##### Departamento de Relações Institucionais (DERID)

##### Divisão de Marketing e Divulgação (DIMARK)

(padrão capa/embalagem)

Ernesto Costa Von Sperling de Lima  
José Marcio Henriques Soares  
Washington José Ferreira Santos  
Chá Com Nozes

##### Departamento de Apoio Técnico (DEPAT)

##### Divisão de Editoração Geral (DIEDIG)

##### (projeto de editoração/diagramação)

Valter de Alvarenga Barradas  
Andréia Amado Continentino  
Agmar Alves Lopes

##### (supervisão de editoração)

Andréia Amado Continentino

##### (editoração)

Pedro da Silva

##### Superintendência Regional de Manaus (SUREG-MA)

##### Gerência de Relações Institucionais e Desenvolvimento (GERIDE)

##### (projeto de multimídia)

Maria Tereza da Costa Dias

##### (Elaboração do projeto no ArcExibe)

Aldenir Justino de Oliveira

#### FOTOS DA CAPA:

1. Aspecto geoturístico: Dunas móveis e fixas que integram a APA de Piaçabuçu, no extremo litoral sul, Praia de Pontal do Peba, município de Feliz Deserto (AL).
2. Aspecto geomorfológico: Falésias dos tabuleiros da Formação Barreiras que adentram pelo litoral norte, Praia de Carro Quebrado, município Barra de Santo Antônio (AL).
3. Aspecto agrícola: Cultivo de cana de açúcar, paisagem predominante no estado, com a manutenção das florestas naturais nos topos de morros, município de São Luis do Quitunde (AL).
4. Aspecto geoturístico: Reserva ambiental de Pedra Talhada, paredão de granitoide, plúton Correntes, no extremo norte, caracterizando as maiores elevações do estado, município de Quebrangulo (AL).

Nota: trabalhos de campo realizados em 2011. Textos elaborados entre 2012 e 2015.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

DIDOTE – Processamento Técnico

Villanueva, Tereza Cristina Bittencourt.

Geodiversidade do estado de Alagoas / Organização Tereza Cristina Bittencourt Villanueva, – Salvador: CPRM, 2016.

165 p. ; il., color.; 30 cm + 1 DVD-ROM

Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade.

ISBN 978-85-7499-158-0

1. Geodiversidade – Brasil – Alagoas. 2. Meio Ambiente – Brasil – Alagoas. 3. Planejamento Territorial – Brasil – Alagoas. 4. Geologia Ambiental – Brasil – Alagoas. I. Título.

CDD 551.098135



# APRESENTAÇÃO

O Programa Geodiversidade do Brasil, em desenvolvimento desde 2006, consiste em uma ferramenta consagrada que o Serviço Geológico do Brasil - CPRM, em parceria com a Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do Ministério de Minas e Energia, coloca à disposição daqueles que buscam ganhar tempo e certeza nas decisões voltadas à gestão e ordenamento territorial. Este estudo do substrato terrestre, com modelagem espacial de cobertura nacional, considera uma reunião de informações contemplando a dimensão física, dentro do âmbito dos objetivos institucionais deste Serviço Geológico (p.e. as drenagens, o relevo, os tipos de solos etc.) em combinação com temas geológicos, ambientais, sociais e econômicos. Aborda o levantamento sobre a geodiversidade dos estados brasileiros, com informações sobre o meio físico, elaborada em ambiente de Sistema de Informações Geográficas. Representa uma tradução dos geossistemas formadores do território brasileiro voltados para as mais diversas aplicações, como: obras de engenharia, agricultura, recursos hídricos, fontes poluidoras, mineração, geoturismo e planejamento e gestão territorial. Agrega informações contemplando a dimensão física, dentro do âmbito dos objetivos institucionais deste Serviço Geológico do Brasil, cuja missão é a de gerar e difundir o conhecimento geológico e hidrológico básico necessário para o desenvolvimento sustentável do Brasil. As representações simplificadas e agregadas dos muitos temas são tratadas através de convenções cartográficas e geológicas, sempre classificatórias, e os produtos oferecidos permitem a todos os usuários entender sua forma narrativa dos resultados, além de permitir, gerar e testar cenários sem comprometer os métodos e a representação espacial das variáveis utilizadas. Nestes aspectos, o Programa é pioneiro e, a um só tempo, aperfeiçoado. Trata-se de um poderoso instrumento de planejamento territorial calcado na avaliação das aptidões e restrições intrínsecas do meio físico elaborada a partir da análise integrada dessas informações. Aos planejadores, sugerimos que a partir das informações de Geodiversidade sejam gerados projetos especiais, políticas públicas, além da tomada de decisões. Considerando a escala do produto apresentado verifica-se o enorme potencial para continuar o desenvolvimento de novas fases. Esperamos ainda neste produto: (i) aumentar os ganhos de eficiência e redução dos riscos de insucesso na interpretação; (ii) aperfeiçoar a inter-relação da multidisciplinariedade e da transdisciplinariedade; também acreditamos que estamos contribuindo com a redução de impactos ambientais dado o resumo do conhecimento geoambiental disponibilizado, e numa melhor adequação da infraestrutura, do licenciamento de atividades produtivas, na mitigação e avaliação de impactos ambientais, e na identificação dos riscos geológicos e da paisagem, dentre outras. As informações técnicas produzidas pelo levantamento da Geodiversidade Estadual – na forma de mapa, SIG e texto explicativo – encontram-se disponíveis no portal da CPRM/SGB (<<http://www.cprm.gov.br>>) para pesquisa e *download*, por meio do GEOBANK, o sistema de bancos de dados geológicos corporativo da Empresa.

STÊNIO PETROVICH PEREIRA  
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial  
CPRM – Serviço Geológico do Brasil



# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
Tereza Cristina Bittencourt Villanueva, Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff	
<b>2. EVOLUÇÃO GEOLÓGICA</b> .....	<b>17</b>
Tereza Cristina Bittencourt Villanueva	
<b>3. ORIGEM DAS PAISAGENS</b> .....	<b>35</b>
Rogério Valença Ferreira, Edgar Shinzato, Marcelo Eduardo Dantas, Wenceslau Geraldes Teixeira	
<b>4. GEOTURISMO</b> .....	<b>51</b>
Tereza Cristina Bittencourt Villanueva	
<b>5. METODOLOGIA, ESTRUTURAÇÃO DA BASE DE DADOS E ORGANIZAÇÃO EM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA</b> .....	<b>63</b>
Maria Angélica Barreto Ramos, Marcelo Eduardo Dantas, Antonio Theodorovicz, Valter José Marques, Vitorio Orlandi Filho, Maria Adelaide Mansini Maia e Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff	
<b>6. GEODIVERSIDADE: ADEQUABILIDADES/POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES FRENTE AO USO E À OCUPAÇÃO</b> .....	<b>79</b>
Violeta de Souza Martins	

## APÊNDICES

**I. UNIDADES GEOLÓGICO-AMBIENTAIS DO TERRITÓRIO BRASILEIRO**

**II. BIBLIOTECA DE RELEVO DO TERRITÓRIO BRASILEIRO**

**NOTA SOBRE OS AUTORES**



# 1

## INTRODUÇÃO

Tereza Cristina Bittencourt Villanueva (*tereza.villanueva@cprm.gov.br*)  
Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff (*pedro.augusto@cprm.gov.br*)

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

### SUMÁRIO

Geodiversidade .....	11
Aplicações .....	12
Referências .....	15



## GEODIVERSIDADE

O planeta Terra se comporta como um sistema vivo, por meio de um conjunto de grandes engrenagens que se movimentam, modifica-se, acolhe e sustenta uma imensidade de seres vivos em sua superfície. A sua “vida” se expressa pelo movimento do Planeta no entorno do Sol e de seu eixo de rotação, assim como por seu movimento interno por meio das correntes de convecção que se desenvolvem abaixo da crosta terrestre. Em decorrência tem-se, em superfície, a deriva dos continentes, vulcões e terremotos, além do movimento dos ventos e diversos agentes climáticos que atuam na modelagem das paisagens.

Embora seja o sustentáculo para o desenvolvimento da vida na superfície terrestre, o substrato tem recebido menos atenção e estudo do que os seres que se assentam sobre ele. Partindo dessa afirmação, são mais antigos e conhecidos o termo e o conceito de biodiversidade do que os referentes à geodiversidade.

O termo “geodiversidade” foi empregado pela primeira vez em 1993, na Conferência de Malvern (Reino Unido) sobre “Conservação Geológica e Paisagística”. Inicialmente, o vocábulo foi aplicado para gestão de áreas de proteção ambiental, como contraponto à “biodiversidade”, já que havia necessidade de um termo que englobasse os elementos não bióticos do meio natural. Todavia, essa expressão havia sido empregada, na década de 1940, pelo geógrafo argentino Federico Alberto Daus, para diferenciar áreas da superfície terrestre com uma conotação de Geografia Cultural (SERRANO CAÑADAS; RUIZ FLAÑO, 2007).

Em 1997, Eberhard (1997 apud SILVA et al., 2008a) definiu geodiversidade como “a diversidade natural entre aspectos geológicos, do relevo e dos solos”.

O primeiro livro dedicado exclusivamente à temática da geodiversidade foi lançado em 2004. Trata-se da obra de Murray Gray (professor do Departamento de Geografia da Universidade de Londres) intitulada *“Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature”* (2004). Sua definição de geodiversidade é bastante similar à de Eberhard.

Owen et al. (2005), em seu livro *“Gloucestershire Cotswolds: Geodiversity Audit & Local Geodiversity Action Plan”*, consideram que:

Geodiversidade é a variação natural (diversidade) da geologia (rochas minerais, fósseis, estruturas), geomorfologia (formas e processos) e solos. Essa variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos fazem com que essas rochas, minerais, fósseis e solos sejam o substrato para a vida na Terra. Isso inclui suas relações, propriedades, interpretações e sistemas que se inter-relacionam com a paisagem, as pessoas e as culturas.

Galopim de Carvalho (2007), em seu artigo “Natureza: Biodiversidade e Geodiversidade” assume esta definição:

Biodiversidade é uma forma de dizer, numa só palavra, diversidade biológica, ou seja, o conjunto dos seres

vivos. É, para muitos, a parte mais visível da natureza, mas não é, seguramente, a mais importante. Outra parte, com idêntica importância, é a geodiversidade, sendo esta entendida como o conjunto das rochas, dos minerais e das suas expressões no subsolo e nas paisagens. No meu tempo de escola ainda se aprendia que a natureza abarcava três reinos: o reino animal, o reino vegetal e o reino mineral. A biodiversidade abrange os dois primeiros e a geodiversidade, o terceiro.

Geodiversidade, para Brilha et al. (2008), é “a variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são o suporte para a vida na Terra”.

No Brasil, os conceitos de geodiversidade se desenvolveram praticamente de forma simultânea ao pensamento internacional, entretanto com foco direcionado para o planejamento territorial, embora os estudos voltados para a geoconservação não sejam desconsiderados (SILVA et al., 2008a).

Na opinião de Veiga (2002), “a geodiversidade expressa as particularidades do meio físico, abrangendo rochas, relevo, clima, solos e águas, subterrâneas e superficiais”.

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB) define geodiversidade como:

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 (CPRM, 2006).

Silva e Carvalho Filho (2001 apud SILVA et al., 2008a) apresentam definições diferentes da maioria dos autores nacionais e internacionais, definindo geodiversidade a partir da “variabilidade das características ambientais de uma determinada área geográfica”.

Embora os conceitos de geodiversidade sejam menos conhecidos do grande público que os de biodiversidade, esta é dependente daquela, conforme afirmam Silva et al. (2008a):

A biodiversidade está assentada sobre a geodiversidade e, por conseguinte, é dependente direta desta, pois as rochas, quando intemperizadas, juntamente com o relevo e o clima, contribuem para a formação dos solos, disponibilizando assim, nutrientes e micronutrientes, os quais são absorvidos pelas plantas, sustentando e desenvolvendo a vida no planeta Terra. Em síntese, pode-se considerar que o conceito de geodiversidade abrange a porção abiótica do geossistema (o qual é constituído pelo tripé que envolve a análise integrada de fatores abióticos, bióticos e antrópicos) (Figura 1.1).



Figura 1.1 - Relação de interdependência entre os meios físico, biótico e a sociedade. Fonte: Silva et al. (2008b).

## APLICAÇÕES

O conhecimento da geodiversidade nos leva a identificar as aptidões e restrições de uso do meio físico de uma área, bem como os impactos advindos de seu uso inadequado. Além disso, ampliam-se as possibilidades de melhor conhecer os recursos minerais, os riscos geológicos e as paisagens naturais inerentes a uma determinada região composta por tipos específicos de rochas, relevo, solos e clima. Dessa forma, obtém-se um diagnóstico do meio físico e de sua capacidade de suporte para subsidiar atividades produtivas sustentáveis (Fig.1.2).

Exemplos práticos da importância do conhecimento da geodiversidade de uma região para subsidiar o aproveitamento e a gestão do meio físico são ilustrados a seguir.

Em uma determinada região, formada por rochas cristalinas, relevo ondulado, solos com espessura variável, clima tropical e com alguns cursos de água perenes, o que seria possível fazer para promover o seu aproveitamento econômico?



Figura 1.2 - Principais aplicações da geodiversidade. Fonte: SILVA et al. (2008b, p. 182).

O conhecimento da geodiversidade de uma região implica no conhecimento de suas rochas, portanto, nesse caso específico, a rocha constituindo-se em granitos isotrópicos extraídos em pedreiras do estado de Alagoas (Figuras 1.3 e 1.4), mostraria aptidões para aproveitamento como rocha ornamental, além de brita, paralelepípedos e blocos para alvenaria a serem utilizados na construção civil.



Figura 1.3 - Pedreira para extração de biotita-granito para uso como paralelepípedos para pavimentação, nas proximidades da cidade de Murici-AL. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



Figura 1.4 - Pedreira para extração de granito isotrópico para uso na construção civil como brita e paralelepípedos, nas proximidades da cidade de Matriz de Camaragibe-AL. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).

O relevo ondulado e a espessura do solo, variável em função da topografia, seriam outros fatores que auxiliariam no processo de extração de rochas graníticas para aplicações diversas.

O uso e o manejo inadequado dos solos são fatores que podem propiciar processos erosivos como sulcos, ravinas ou até mesmo voçorocas, sobretudo em taludes de corte na



beira de estradas. Dessa forma, de acordo com IPT (1991), essas atividades podem vir a ocasionar a desestabilização e remobilização desses materiais, podendo gerar problemas diversos de ordem construtiva e de risco geológico (Figuras 1.5 e 1.6). Estudos sobre aptidões e restrições da utilização dos solos são importantes no sentido de se prevenir ou mitigar os prováveis processos erosivos, de forma a evitar suas consequências no meio ambiente (CARVALHO; GALVÃO, 2006).

A falta de critérios ambientais na instalação de lixões tem provocado, ao longo do tempo, inúmeros problemas de contaminação de solos e recursos hídricos, que têm afetado especialmente a população de baixa renda com saneamento básico deficiente.

A disposição inadequada de resíduos sólidos em lixões a céu aberto nas proximidades de centros urbanos ocorre



**Figura 1.5** - Corte de beira de estrada em afloramento do Grupo Barreiras, com desenvolvimento de processos erosivos formando sulcos e ravinas, tornando o material suscetível ao deslizamento nas proximidades da cidade de Barra de São Miguel-AL.  
Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



**Figura 1.6** - Corte de beira de estrada em afloramento do Grupo Barreiras, com estruturas de contenção parcialmente destruídas e ocorrência de processos de movimentos de massa, nas proximidades da cidade de Satuba-AL.  
Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).

com frequência, sobretudo em cidades menores (Figura 1.7), podendo ocasionar processos de contaminação do ar, dos solos, dos aquíferos e drenagens superficiais, ampliando a propensão da atuação de vetores de contaminação que podem vir a transmitir doenças e afetar a população dessas cidades.

A área de muitos cemitérios pode ser contaminada por diversas substâncias orgânicas e inorgânicas, e por microrganismos patogênicos, em função da falta de medidas de proteção ambiental no sepultamento de corpos humanos em covas abertas no solo (Figura 1.8).

A decomposição do lixo produz o chorume, de modo semelhante, a decomposição dos cadáveres produz o necrochorume composto, em geral, por 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas degradáveis. Apresenta alto grau de patogenicidade devido à presença de bactérias, vírus e outros agentes causadores de doenças.



**Figura 1.7** - Lixão a céu aberto a 2 km da cidade de Murici-AL.  
Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



**Figura 1.8** - Cemitério construído sobre as dunas no litoral, nas proximidades da cidade de Japaratinga-AL.  
Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).

Os compostos derivados da decomposição dos corpos representam riscos de contaminação para as águas superficiais, águas subterrâneas (lençóis freáticos) e contaminação do solo, inclusive por metais pesados. Isto pode tornar a água não utilizável ou não potável. Os organismos patogênicos são retidos na superfície do solo, por este motivo o risco de contaminação é maior em áreas em que os poços construídos próximos aos cemitérios são mais rasos e, principalmente, se o lençol freático for pouco profundo.

A proliferação de situações de risco ambiental ameaça a integridade física, os bens e a qualidade de vida de milhões de cidadãos. Da solicitação crescente do meio físico, causada pela ocupação urbana acelerada, desordenada e agressiva de áreas geotecnicamente suscetíveis, tem resultado em um aumento crescente de acidentes, como aqueles associados a escorregamentos e inundações (BRASIL, 2006).

Em outro exemplo, tem-se uma área plana (planície de inundação de um rio) cujo terreno é constituído por areias e argilas, com possível presença de turfas e argilas moles. Nessa situação, os espessos pacotes de areia viabilizam a exploração desse material para uso na construção civil. As argilas moles e turfas, devido ao seu comportamento geotécnico, propiciam a inadequação da área à ocupação urbana ou industrial e a presença de solos mais férteis torna a área propícia à agricultura de ciclo curto, como a cana-de-açúcar, que se constitui no principal produto cultivado no estado de Alagoas.

Observa-se, entretanto, que justamente em áreas de várzeas e planícies de inundação se instalaram grande parte das cidades no Brasil, cuja população sofre periodicamente os danos das cheias dos rios.

É muito frequente no nosso país a instalação de moradias em áreas rebaixadas compreendidas por planícies fluviolagunares. Essas áreas são suscetíveis a processos de inundação em períodos de elevação dos índices pluviométricos, evidenciando o mau uso e ocupação do solo e colocando a população em risco (Figuras 1.9 a 1.12).



**Figura 1.9** - Ruptura de barragem no rio Mundaú, decorrente de enchentes ocorridas no ano de 2010.  
Fonte: <<http://www.defesacivil.al.gov.br>>.



**Figura 1.10** - Destruições ocasionadas pela inundação do rio Paraíba em 2010, na cidade de Quebrangulo-AL.  
Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



**Figura 1.11** - Detalhe da destruição de casas na cidade de Quebrangulo, em função de enchentes ocorridas no ano de 2010, com destaque para o nível que a água do rio Paraíba atingiu nesse evento. Fonte: <<http://www.defesacivil.al.gov.br>>.



**Figura 1.12** - Alagamento em Ponta Verde, na cidade de Maceió-AL, decorrente das fortes chuvas em 2012.  
Fonte: <<http://www.defesacivil.al.gov.br>>.

Outro problema muito frequente em centros urbanos são os escorregamentos ou deslizamentos de massa nas encostas, que ocorrem, sobretudo, associados a construções desordenadas localizadas na periferia desses centros. Esse fenômeno é provocado pelo escorregamento de materiais sólidos tais como solos, rochas, vegetação e/ou materiais de construção ao longo das encostas. Caracteriza-se por movimentos gravitacionais de massa que ocorrem de forma rápida, cuja superfície de ruptura é definida por limites laterais e profundos. Em função da existência de planos de fraqueza nos horizontes movimentados, que condicionam a formação das superfícies de ruptura, a geometria destes movimentos é definida assumindo a forma de cunha, plana ou circular.

As características morfológicas de uma encosta, associadas às características geológicas e geotécnicas do material que a compõe, constituem fatores intrínsecos que definem a magnitude de seu fator de segurança. Também, as condições climáticas e formações vegetais podem promover alterações, através dos movimentos de massa, que são fenômenos comuns por ocasião de episódios diversos de longa duração em encostas com baixa densidade de vegetação.

Os acidentes que ocorrem nessas áreas instáveis, como no caso da periferia da cidade de Maceió (Figuras 1.13 e 1.14), apresentam tanto consequências socioeconômicas e estruturais, como também aquelas em que há perda de vidas humanas.

Para o enfrentamento da problemática do risco geológico no Brasil, é preciso entendê-la em seu contexto mais amplo de gestão das cidades, integrando enfoques de planejamento e desenvolvimento urbanísticos, ambientais e sociais. Não apenas abordá-la em todas essas dimensões, mas traduzi-la para o campo técnico, no exercício prático de solucionar problemas prementes, ameaçadores e complexos, quase sempre condicionados por vontades e culturas localizadas na esfera da política, sem ignorar as perspectivas de médio e longo prazos, planos diretores e políticas públicas mais duradouras de sustentabilidade urbana.

Convém ressaltar que o conhecimento da *geodiversidade* implica no conhecimento do meio físico no que con-

cerne às suas limitações e potencialidades, possibilitando aos gestores uma melhor visão do tipo de aproveitamento e do uso mais adequado para uma determinada área ou região.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Secretaria de Defesa Civil. **Política Nacional de Defesa Civil**. Brasília, DF, 2000. 86p.

BRILHA, J.; PEREIRA D.; PEREIRA, P. **Geodiversidade: valores e usos**. Braga: Universidade do Minho, 2008.

CARVALHO, A. M. G. de. **Natureza: biodiversidade e geodiversidade**. Disponível em: <<http://terraquegira.blogspot.com.br/search?q=Natureza:+biodiversidade++geodiversidade.++>>. Acesso em: 10 ago. 2010.

CARVALHO, C. S.; GALVÃO, T. (Org.). **Prevenção de riscos de deslizamentos em encostas: guia para elaboração de políticas municipais**. Brasília, DF: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 2006. 111 p.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Mapa Geodiversidade do Brasil: escala 1:2.500.000: Legenda expandida**. Brasília, 2006. 68 p.

CUNHA, M. A (Coord.). **Ocupação de encostas**. São Paulo: IPT, 1991. 216 p

DEFESA Civil de Alagoas. Disponível em: <<http://www.defesacivil.al.gov.br>>. Acesso em: 4 abr. 2012.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. New York: John Wiley & Sons, 2004. 434 p.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **A atuação do pessoal local de saúde e da comunidade frente aos desastres naturais**. Genebra, 1995.



**Figuras 1.13 e 1.14** - Desabamento de casas decorrente das fortes chuvas na periferia da cidade de Maceió-AL, em 2012. Fonte: < <http://www.defesacivil.al.gov.br>>.

OWEN, D.; PRICE, W.; REID, C. **Gloucestershire cotswolds**: geodiversity audit & local geodiversity action plan. Gloucester: Gloucestershire Geoconservation Trust, 2005.

PEREIRA, D.; BRILHA, J.; PEREIRA, P. **Geodiversidade**: valores e usos. Braga: Universidade do Minho, 2008. 15p.

SERRANO CAÑADAS, E.; RUIZ-FLAÑO, P. Geodiversidad: concepto, evaluación y aplicación territorial: el caso de Tiermes-Caracena (Soria). **Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles**, MADRID, n. 45, p. 79-98, 2007.

SILVA, C. R. da et al. Começo de tudo. In: SILVA, C.R. da (Ed.). **Geodiversidade do Brasil**: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 2008a. p. 11-20.

SILVA, C. R. da et al. Aplicações múltiplas do conhecimento da geodiversidade. In: SILVA, SILVA, C. R. da (Ed.). **Geodiversidade do Brasil**: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 2008b. p. 181-202.

VEIGA, T. A **geodiversidade do cerrado**. Disponível em: <<http://www.pequi.org.br/geologia.html>>. Acesso em: 25 de jan. 2010.

# 2

## EVOLUÇÃO GEOLÓGICA DO ESTADO DE ALAGOAS

Tereza Cristina Bittencourt Villanueva (*tereza.villanueva@cprm.gov.br*)

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

### SUMÁRIO

Introdução .....	19
Tempo Geológico .....	19
Caracterização Geológica do Território de Alagoas .....	21
Pré-Cambriano .....	21
Maciço Alagoas/Pernambuco .....	21
Neoarqueano a Paleoproterozoico .....	21
Mesoproterozoico .....	22
Neoproterozoico .....	23
Plutonismo Sin a Tardiorogênico .....	24
Granitoides Tardi a Pós-orogênicos .....	24
Granitoides Pós-orogênicos .....	25
Paleozoico .....	26
Granitoides Pós-orogênicos .....	26
Mesozoico .....	27
Bacia de Sergipe-Alagoas .....	27
Deriva Continental e formação da bacia de Sergipe-Alagoas... ..	27
Coberturas Sedimentares Cenozoicas .....	30
Grupo Barreiras .....	30
Depósitos Quaternários .....	30
Conclusões .....	33
Referências .....	33



## INTRODUÇÃO

A evolução geológica do território pertencente ao estado de Alagoas, localizado na região Nordeste do Brasil, remonta a um histórico de colisões continentais que originaram seqüências vulcanossedimentares deformadas e formação de crosta oceânica, que deram origem aos depósitos plataformais, além de sucessivos processos erosivos e de sedimentação aplainando as superfícies e formando as bacias sedimentares. Todos esses eventos geológicos se processaram em uma área de cerca de 27.768 km<sup>2</sup>. As rochas formadas por esses eventos são representadas cartograficamente pelo Mapa Geológico do Estado de Alagoas (CPRM, 2012), (Figura 2.1).

O processo de formação do arcabouço geológico que atualmente pertence ao estado de Alagoas inicia-se de acordo com os mapeamentos realizados por DNPM (1986) e CPRM (1995), com a formação de seqüências arqueanas constituídas por rochas cristalinas, com posterior deposição de uma seqüência vulcanossedimentar formando a bacia de Sergipe-Alagoas. A calha na qual foram depositadas essas seqüências encontra-se margeada por rochas granito-gnáissicas arqueanas datadas em aproximadamente 2.0 a 3.0 bilhões de anos (G.a.).

No Éon Proterozoico ocorre a deposição de rochas metavulcânicas com intrusões ultrabásicas e formações ferríferas

associadas. As deformações do Sistema de Dobramentos Sergipano ocorreram há cerca de 760 milhões de anos (M.a.).

O Éon Fanerozoico se divide na Era Paleozoica, com ocorrência de uma série de intrusões graníticas. A história geológica continuou a se processar e durante a Era Mesozoica a sedimentação continental predominou, com a deposição de seqüências sedimentares formando a bacia de Sergipe-Alagoas. Posteriormente, na Era Cenozoica ocorreram sucessivos ciclos de erosão e sedimentação, responsáveis pela formação de coberturas e depósitos sedimentares concentrados, sobretudo, na porção litorânea do estado de Alagoas.

## O TEMPO GEOLÓGICO

O tempo geológico representa a linha do tempo desde o presente até a formação do planeta Terra, há aproximadamente 4,6 bilhões de anos. A escala do tempo geológico normalmente é utilizada para representar o tempo geológico, sendo dividido em Éons, Eras, Períodos e Épocas que são dimensionados em função de grandes eventos geológicos ocorridos no nosso planeta. Existem várias formas de se efetuar essa representação, a sua estruturação ocorre através de uma escala do tempo geológico (Figura 2.2), que registra os principais eventos ocorridos ao longo do tempo geológico, bem como a evolução biológica e as rochas formadas no território de Alagoas.

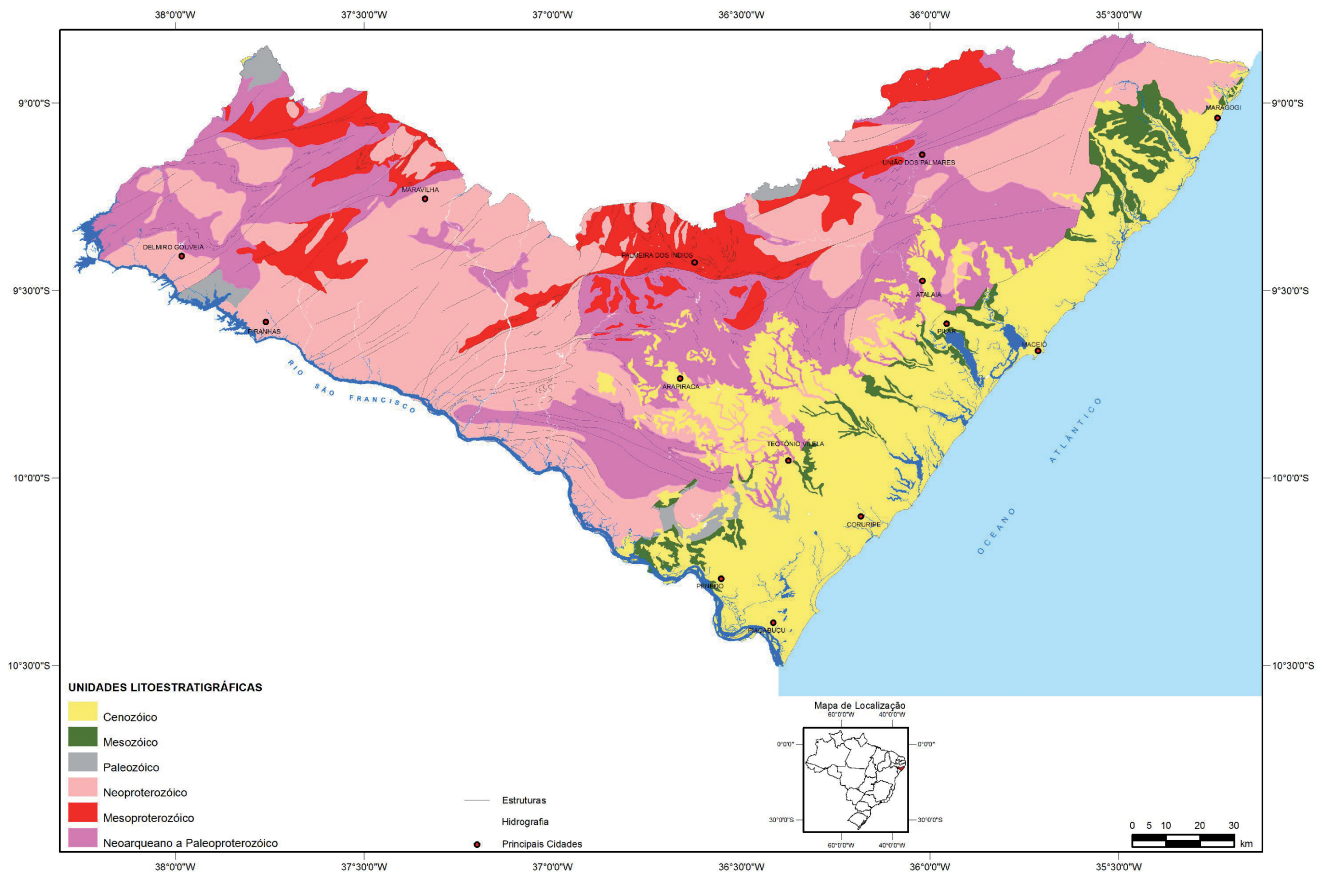


Figura 2.1 - Mapa geológico do estado de Alagoas. Fonte: CPRM (2012).

EON	ERA	PERÍODO	ÉPOCA	TEMPO (MILHÕES DE ANOS)	EVOLUÇÃO BIOLÓGICA	EVOLUÇÃO GEOLÓGICA	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS (ESTADO DE ALAGOAS)
Fanerozoico	Cenozoico	Quaternário	Holoceno	0,01	Faunas e floras atuais Primeiras manifestações de arte Sepulturas mais antigas	Formação do Himalaia Junção das duas Américas Formação do Mediterrâneo	Depósitos Quaternários
			Pleistoceno				
		Terciário	Plioceno	1,8	Extinção dos mastodontes		
			Mioceno	5,3	Aparecimento dos bois, cavalos e veados Primeiros utensílios de pedra		
			Oligoceno	23,8	Aparecimento dos Hominídeos		
			Eoceno	34,6	Primeiros roedores Primeiros equídeos Diversificação rápida dos mamíferos		
			Paleoceno	56			
	Mesozoico	Cretáceo	65	Primeiros primatas Últimos dinossauros	Separação entre a Austrália e a Antártida Elevação dos Pirineus Conclusão da abertura do Atlântico Norte Constituição do Continente Norte-Atlântico Abertura do Atlântico Sul Afastamento da Laurásia do Gondwana Separação da Austrália, Antártida e da Índia do Gondwana	Bacia de Sergipe-Alagoas (formações: Bananeiras, Barra de Itiúba, Penedo, Morro do Chaves, Coqueiro Seco, Poção, Ponta Verde e Muribeca)	
		Jurássico	145	Primeiras angiospermas			
		Triássico	208	Primeiras aves Répteis mamalianos Primeiros dinossauros Extinção dos trilobitas			
	Paleozoico	Permiano	Idade dos Anfíbios	245	Aparecimento dos répteis	Íncio da fragmentação do Pangéia Constituição do supercontinente Pangéia	Grupo Igreja Nova e Perucicaba indiscriminados
				290			
		Carbonífero	363	Aparecimento dos anfíbios Primeiras gimnospermas Primeiros amonoides			
		Devoniano	409				
		Siluriano	439				
		Ordoviciano	510		Primeiras plantas e animais terrestres Primeiros peixes		
	Cambriano	544	Primeiros metazoários com esqueleto externo (trilobitas, braquiópodes, equinodermas, moluscos, etc.)	Constituição do Continente Norte-Atlântico	Grupo Jatobá – Bacia do Jatobá Suíte Intrusiva Águas Belas Granitóides Pós-orogênicos		
	Proterozoico	Pré-Cambriano	Idade dos Invertebrados	1000	Reprodução sexuada	Constituição do Continente Norte-Atlântico	Grupo Macururé Complexo Araticum Complexo Canindé Suíte Intrusiva Canindé Suíte Intrusiva Ouro Branco Suíte Intrusiva Itaporanga Suíte Intrusiva Xingó Suíte Intrusiva Propriá Suíte Intrusiva Serra do Catu Complexo Cabrobó Suíte Chorrochó Granitóides Indiscriminados Complexo Nicolau - Campo Grande Complexo Girau do Ponciano Complexo Arapiraca Complexo Belém do São Francisco
1400							
1800							
2000							
2500							
3100							
Arqueano	Pré-Cambriano	Idade dos Invertebrados	3500	Organismos fotossintéticos	Final do bombardeamento meteórico e constituição das planícies lunares Formação do Planeta Terra	Batólito Alagoas/Pernambuco	
			4000				
			4600				
			4600				

Figura 2.2 - Escala do tempo geológico com indicação de alguns eventos importantes da evolução geológica e da vida do planeta Terra, bem como os principais grupos rochosos formados no território de Alagoas. Fonte: Carneiro (2005, adaptado).



## CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DO TERRITÓRIO DE ALAGOAS

### Pré-Cambriano

#### Maciço Pernambuco/Alagoas

O maciço Pernambuco/Alagoas foi descrito por Brito Neves (1975) como um corpo que se estende em formato aproximadamente triangular entre Recife e Maceió, sendo limitado ao sul pelo Sistema de Dobramentos Sergipano e a leste pela Província Costeira.

### Neoarqueano a Paleoproterozoico - Sequência do Embasamento

Essa sequência é formada por um Complexo Migmatítico-Granítico, compreendendo rochas bastante heterogêneas, onde ora predominam rochas graníticas, ora predominam rochas migmatíticas (Figuras 2.3 a 2.5). Albuquerque e Brito Neves (1978) afirmam que os limites entre as rochas graníticas e migmatíticas não são nítidos e se distribuem em faixas, desenvolvendo-se no setor nordeste do estado, na região de Palmeiras dos Índios, estendendo-se em direção ao leste e sudeste até atingir a faixa litorânea, onde é recoberto pelos sedimentos fane-rozoicos constituintes do Grupo Barreiras e pelas demais unidades da Bacia de Sergipe-Alagoas, além de ocupar parte do noroeste e sudoeste do estado de Alagoas. O Complexo Granítico-Migmatítico, de acordo com Silva Filho (1977), pode ser incluído no Arqueano, reunindo rochas migmatíticas homogêneas e granitoides de idades distintas.

O Complexo Gnáissico-Migmatítico também pertence a essa sequência e ocorre nos setores centro-norte



**Figura 2.3** - Gnaisses com intrusões de rochas metamórficas intensamente deformados e fraturados, com ocorrência na pedreira Triunfo, nas proximidades da cidade de Arapiraca-AL. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



**Figura 2.4** - Gnaisses intensamente deformados e cataclásados, com fraturas preenchidas por veios de quartzo deformados, com ocorrência nas proximidades da cidade de Campo Grande-AL. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).

e noroeste do estado nas proximidades das cidades de Palmeiras dos Índios e Igaci, de onde se ramifica em duas faixas que se prolongam, respectivamente, para leste englobando a cidade de Viçosa e para sul na direção da cidade de Limoeiro de Anadia. Esse complexo é formado por gnaisses bandados, migmatitos e níveis de metacarbonatos. Outra área de exposição dessas rochas se localiza a noroeste do estado, entre os municípios de Maravilha e Canapi.

As rochas gnáissicas quartzofeldspáticas do Complexo Nicolau-Campo Grande localizam-se nas imediações das cidades de Teotônio Vilela, Campo Grande e Girau do Ponciano formando faixas alongadas de direção sudeste-noroeste.

As rochas gnáissico-migmatíticas do Grupo Girau, localizadas próximo à cidade de Girau do Ponciano, foram descritas por Siqueira (1982) como sendo rochas de idade arqueana, pertencentes ao Sistema de Dobramentos Sergipano. Jardim de Sá e Calheiros (1981) concluíram que as rochas biotita-gnaisses granadíferas migmatizadas aflorantes na região sudoeste da cidade de Quebrangulo formam com as rochas granulíticas do Complexo Gnáissico-Migmatítico, de idade arqueana.

O Grupo Girau, descrito inicialmente por Leite (1969), é constituído por rochas migmatíticas e gnaisses com intercalações de corpos básicos, lentes de rochas calcissilicáticas e quartzitos, que ocorrem nas cidades de Girau do Ponciano, Campo Grande, Olho d'Água do Casado e Feira Grande e, secundariamente, em uma faixa de direção sudeste-noroeste que passa entre as cidades de Arapiraca e Lagoa da Canoa.

As rochas gnáissicas bandadas do Complexo Arapiraca localizam-se nas proximidades das cidades de Arapiraca, Taquarana e Craíbas e compreende rochas paragnáissicas bandadas, frequentemente migmatizadas, e por vezes

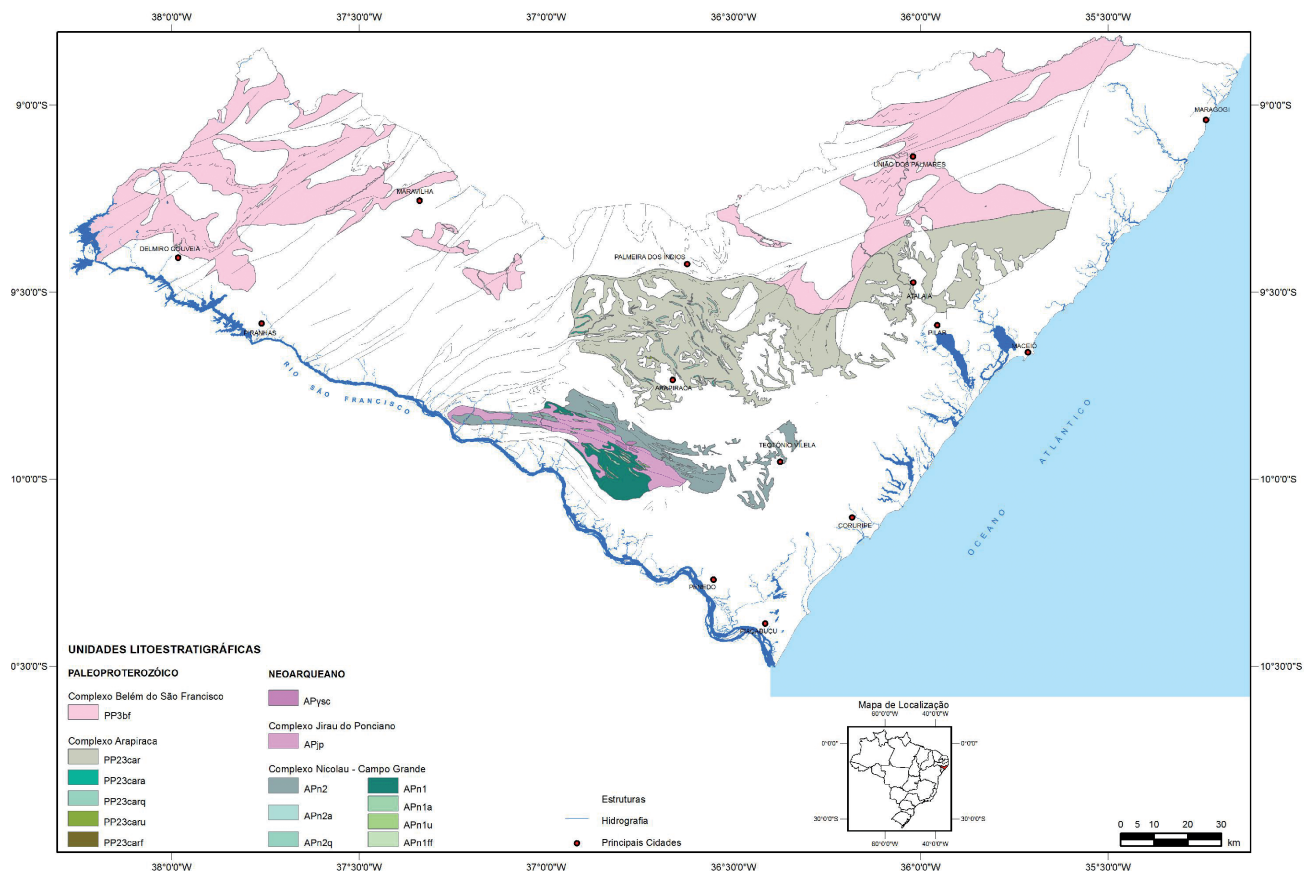


Figura 2.5 - Domínio Neoproterozoico a Paleoproterozoico do Mapa Geológico do Estado de Alagoas. Fonte: CPRM (2012).

granulíticas. Contém intercalações de lentes e/ou camadas de rochas metamáficas, além de mármores dolomíticos, calcissilicáticas, formações ferríferas bandadas, quartzitos e complexos ígneos de rochas metamáfico-metaultramáficas com ferro maciço.

O Complexo Belém do São Francisco ocorre no setor nordeste entre as cidades de Jacuípe e Anadia e no setor noroeste do estado nas proximidades das cidades de Mata Grande, Canapi e Inhapi, sendo formado por rochas meta-granitóides e ortognáisses, bandados a migmatíticos, com biotita e/ou anfibólio.

### Mesoproterozoico

Essa seqüência é formada pelo Complexo Cabrobó que ocorre no setor norte/noroeste do estado na divisa com Pernambuco, nas proximidades das cidades de Ibataguara, São José da Laje, Palmeira dos Índios (Figura 2.6), Estrela de Alagoas e Ouro Branco, compreendendo rochas biotita-gnáisses bandadas, frequentemente migmatizadas com intercalações de rochas metamáficas, metagrauvas, calcissilicáticas, quartzitos e formações ferríferas (Figura 2.8).

A Suíte Chorrochó formada por rochas gnáissicas e graníticas, localmente miloníticas que ocorre próximo

às cidades de Branquinha, Mata Grande e Canapi. Nessa seqüência também ocorrem granitóides indiscriminados na porção centro-norte da área, próximo às cidades de Santana do Mundaú (Figura 2.7), Belém e Craíbas.



Figura 2.6 - Rochas gnáissicas deformadas com veios de quartzo fraturados preenchendo zonas de alívio de pressão, nas proximidades da cidade de Palmeira dos Índios-AL. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



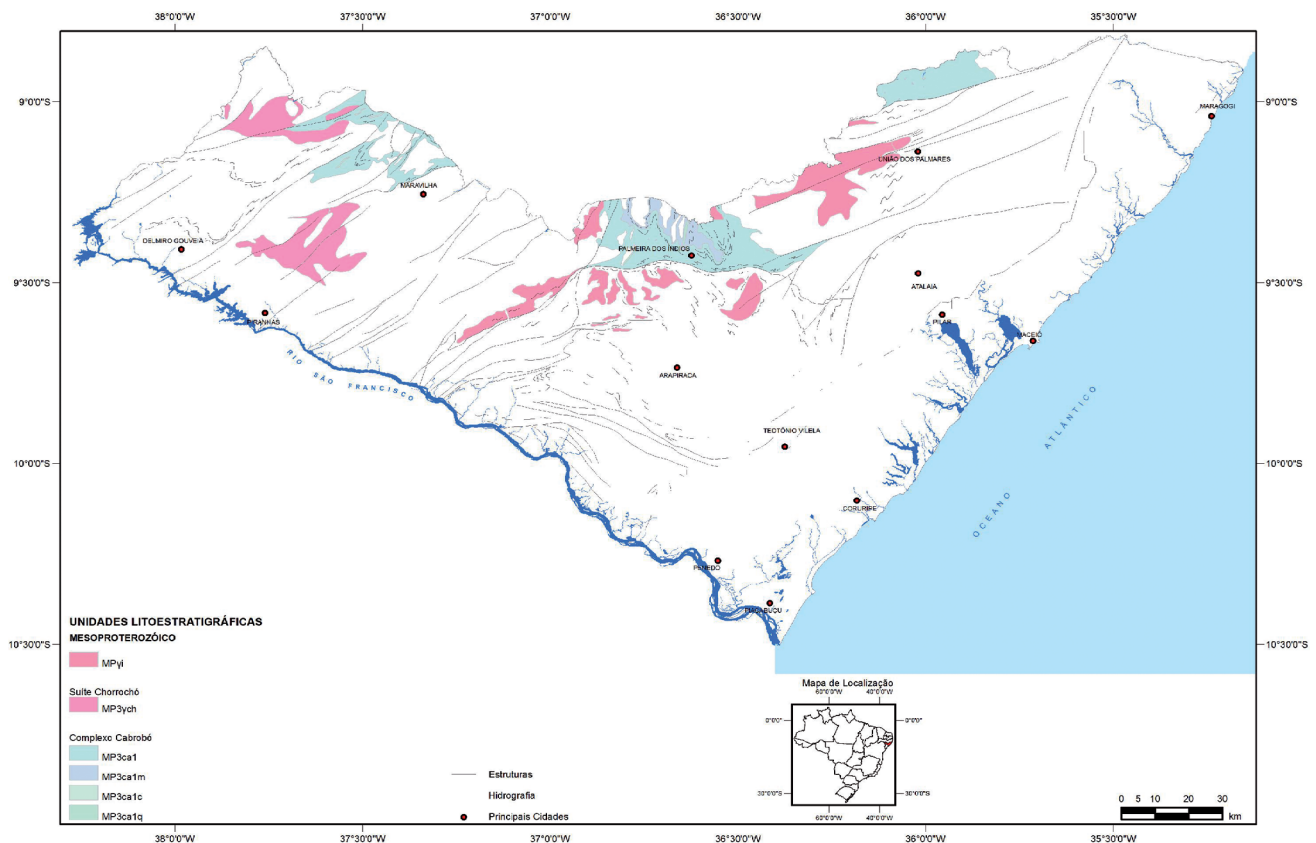
**Figura 2.7** - Rochas graníticas entrecortadas por veios de quartzo, nas proximidades da cidade de Santana do Mundaú-AL. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).

## NEOPROTEROZOICO

Essa sequência é formada pelo Grupo Macururé, Complexo Araticum e Complexo Canindé. O Grupo Macururé, descrito inicialmente por Barbosa (1970), é formado por uma sequência basal constituída de quartzitos recobertos por uma sequência de rochas metavulcânico-sedimentares formada por filitos, xistos, biotita-gnaisses, metarenitos e metagrauvacas, com intercalações de mármore, anfibolitos e quartzitos, além de rochas metavulcânicas ácidas e básicas. Ocorre em faixas alongadas de direção noroeste-sudeste, na porção centro-sul da área (Figuras 2.9 e 2.10).

O Complexo Araticum distribui-se em uma faixa alongada na porção centro-sudoeste da área englobando as cidades de Jaramataia, Major Isidoro e Batalha, formado por rochas caracterizadas como paragnaisses granadíferos ou não, às vezes com muscovita e/ou sillimanita e, localmente, biotita xistos e metagrauvacas granadíferas. Possui intercalações de rochas metamáficas, mármore, xistos grafitosos, metamargas, calcissilicáticas, formações ferríferas bandadas e metultramáficas.

As rochas do Complexo Canindé se distribuem a sudoeste do estado, sendo inicialmente descritas por Silva



**Figura 2.8** - Domínio Mesoproterozoico do Mapa Geológico do Estado de Alagoas. Fonte: CPRM (2012).

Filho (1977), como seqüências de rochas metassedimentares e metavulcânicas, compreendendo metarritmitos, metavulcânicas máficas a félsicas, metagrabos, metatufos, metarcóseos e metacarbonatos pertencentes ao Sistema de Dobramentos Sergipano. Essas rochas distribuem-se em faixas alongadas na porção sudoeste, na divisa com o estado de Sergipe.



**Figura 2.9** - Rochas biotitagnaises alteradas e fraturadas com presença de veios de quartzo deformados preenchendo fraturas, com ocorrência nas proximidades da cidade de Canapi-AL.  
Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



**Figura 2.10** - Rocha xistosa granadífera com ocorrência nas proximidades da cidade de Porto Real do Colégio-AL  
Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).

### Plutonismo Sin a Tardiorogênico

As rochas magmáticas formadas durante o período de movimentação continental ou logo após esse período no estado de Alagoas são designadas como Suíte Intrusiva Canindé, Suíte Intrusiva Ouro Branco e Suíte Intrusiva Itaporanga, além de granitoides indiscriminados. Esses corpos distribuem-se de forma isolada nos setores nordeste e noroeste da área (Figuras 2.11 e 2.12). As suítes



**Figura 2.11** - Pedreira de granitos isotrópicos mesocráticos extraídos para uso na construção civil como paralelepípedos e brita, com ocorrência nas proximidades da cidade de Ouro Branco-AL.  
Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



**Figura 2.12** - Afloramento de granito com pórfiros de K-feldspato, com ocorrência nas proximidades da cidade de Maravilha-AL.  
Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).

intrusivas são formadas fundamentalmente por rochas do tipo gabro, norito, olivina gabro, leucogabro, anortosito, troctolito, ultramafito, monzogranito a granodiorito, anfibólio, biotita sienogranito porfirítico e granito álcali-feldspático.

### Granitoides Tardi a Pós-orogênicos

As rochas que compreendem esse domínio perfazem a Suíte Intrusiva Xingó (Figuras 2.13 e 2.14), que ocorre em corpos alongados no setor sudoeste da área próximo à divisa com o estado de Sergipe, sendo formado por leucogranitos, granodioritos com muscovita e/ou biotita e turmalina-muscovita granitos.



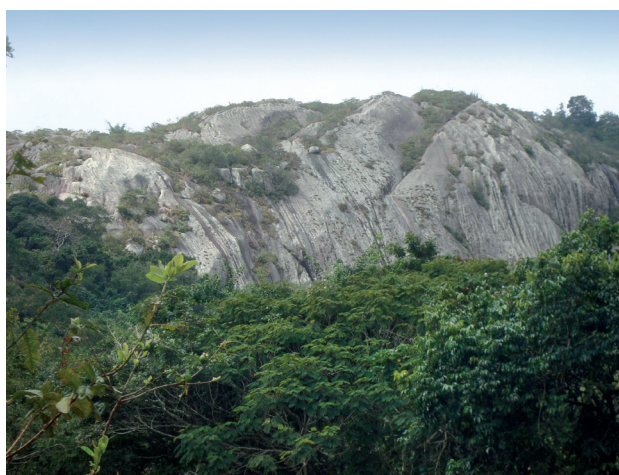
**Figura 2.13** - Granito Xingó aflorante ao longo do cânion do rio São Francisco, nas proximidades da usina hidrelétrica de Xingó, localizada na divisa entre os estados de Sergipe e Alagoas. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



**Figura 2.14** - Granito Xingó, K-feldspático, com ocorrência no cânion do rio São Francisco, nas proximidades da cidade de Piranhas-AL. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



**Figura 2.15** - Biotita granito porfírico com ocorrência nas proximidades da cidade de Quebrangulo-AL. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



**Figura 2.16** - Pico de rocha granítica isotrópica fraturada, com ocorrência na Reserva de Pedra Talhada, localizado a norte da cidade de Quebrangulo-AL. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).

### Granitoides Pós-orogênicos

Compreendem rochas ígneas formadas após o período de movimentação continental, designadas como Suíte Intrusiva Propriá e Suíte Intrusiva Serra do Catu, formados por rochas biotita granito porfírico, calcialcalino a alcalino, que se distribuem em corpos isolados nos setores norte-noroeste do estado de Alagoas (Figuras 2.15 e 2.16).

O Domínio Neoproterozoico do Mapa Geológico do Estado de Alagoas é representado na Figura 2.17.

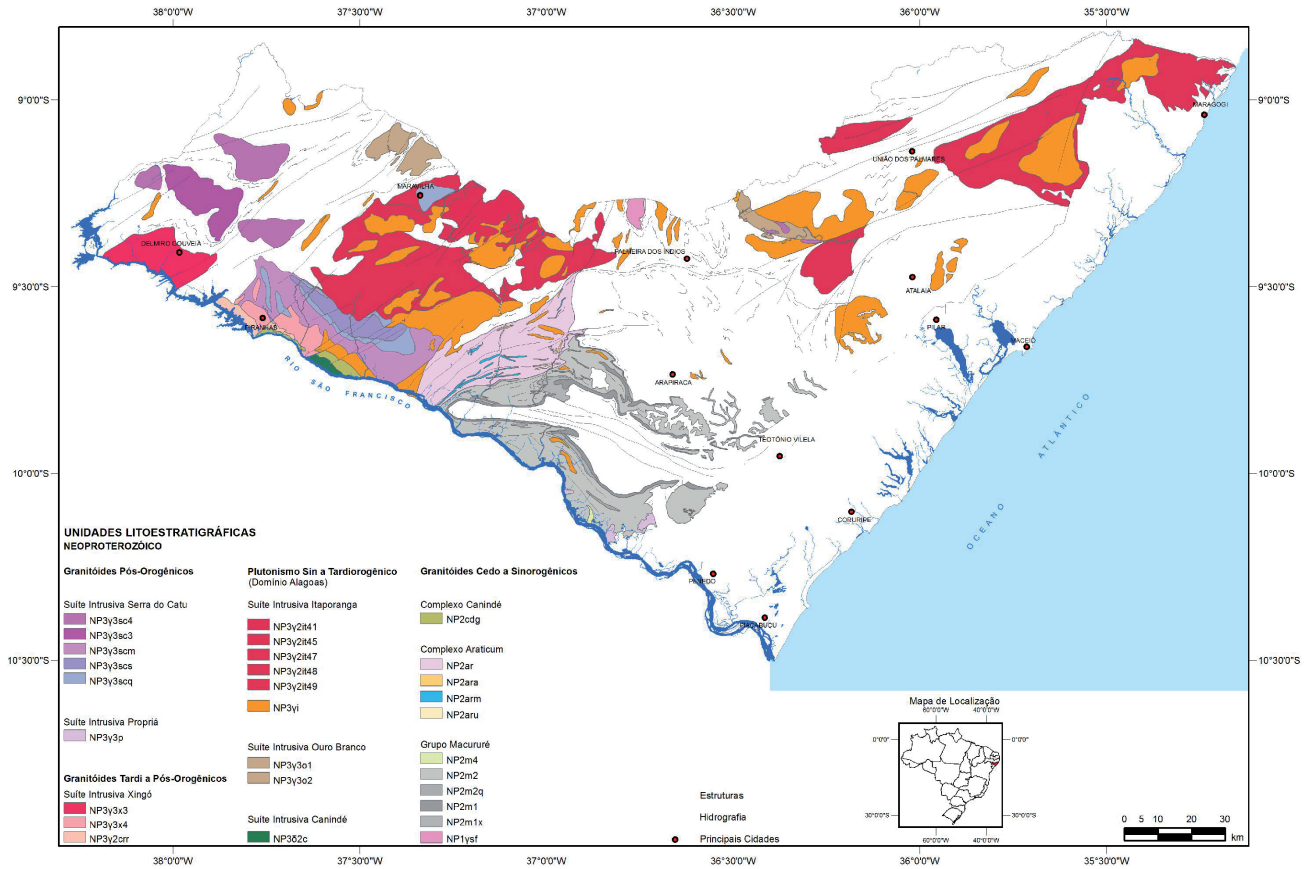


Figura 2.17 - Domínio Neoproterozoico do Mapa Geológico do Estado de Alagoas. Fonte: CPRM (2012).

## Paleozoico

### Granitoides Pós-orogênicos

Esse domínio é representado, sobretudo, pela Suíte Intrusiva Águas Belas que ocorre em corpos isolados no



Figura 2.18 - Granito leucocrático rico em muscovita e biotita, com ocorrência nas proximidades da cidade de Ouro Branco-AL. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva, 2011.

setor noroeste da área, sendo formado por quartzosienitos e granitos homogêneos (Figuras 2.18 e 2.19).

O Domínio Paleozoico do Mapa Geológico do Estado de Alagoas é representado na Figura 2.20.



Figura 2.19 - Granito isotrópico com ocorrência próxima à cidade de Inhapi-AL. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva, 2011.

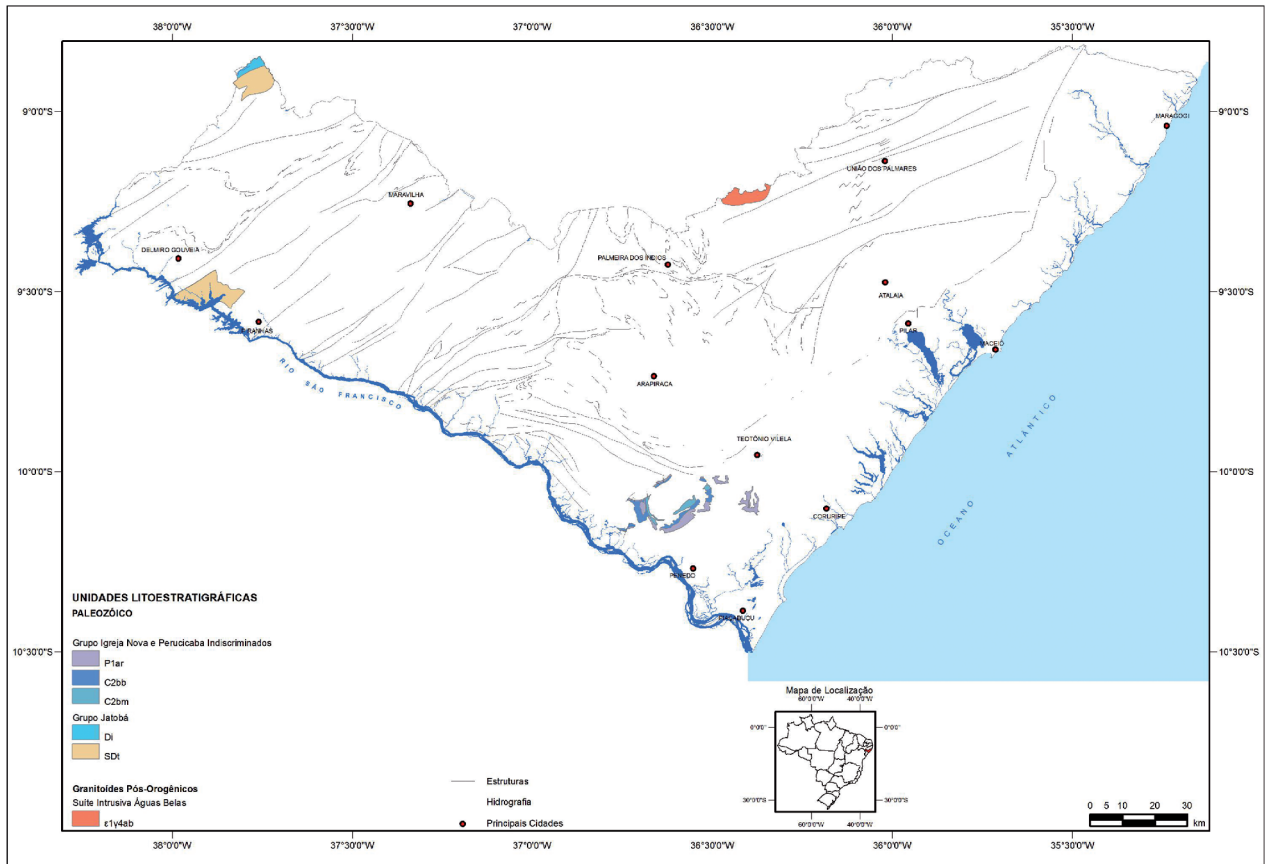


Figura 2.20 - Domínio Paleozoico do Mapa Geológico do Estado de Alagoas. Fonte: CPRM (2012).

## Mesozoico

### Bacia de Sergipe-Alagoas

A bacia de Sergipe-Alagoas está localizada na região Nordeste do Brasil e compreende uma área de aproximadamente 36.000 km<sup>2</sup>, sendo um terço desta área emersa e dois terços submersa, ocupando uma faixa alongada na costa leste brasileira. Seu limite norte é o Alto de Maragogi, com a bacia de Pernambuco-Paraíba, e o limite sul se dá no sistema de falhas Vaza Barris, com a bacia de Jacuípe (Figura 2.21).

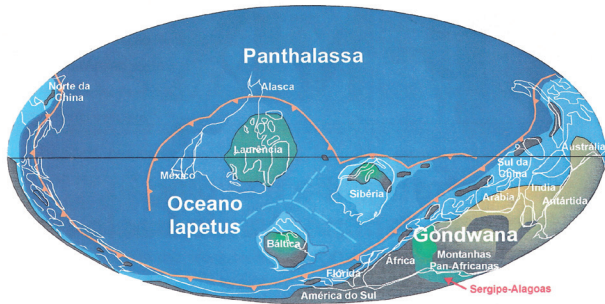
O Nordeste do Brasil foi um sítio de ampla sedimentação durante o Paleozoico e provavelmente, também durante o Neoproterozoico, o que é documentado pelas incontáveis áreas de ocorrência de remanescentes destas unidades que existem na região.

- Deriva Continental e formação da Bacia de Sergipe-Alagoas

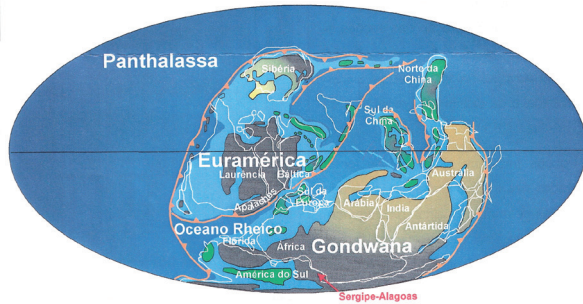
De maneira geral, a evolução tectônica-sedimentar da bacia de Sergipe-Alagoas é semelhante à das demais bacias da margem leste brasileira, sendo desenvolvida com a ruptura e deriva continental entre a África e a América do Sul (Figura 2.22). Os estágios da evolução são caracterizados por processos de sedimentação com estilos tectônicos próprios,



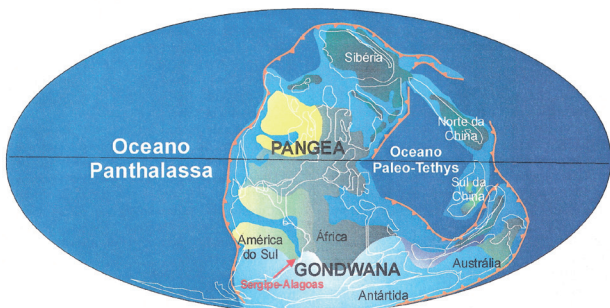
Figura 2.21 - Mapa de localização da Bacia de Sergipe-Alagoas. Fonte: elaborado pelo autor (2011).



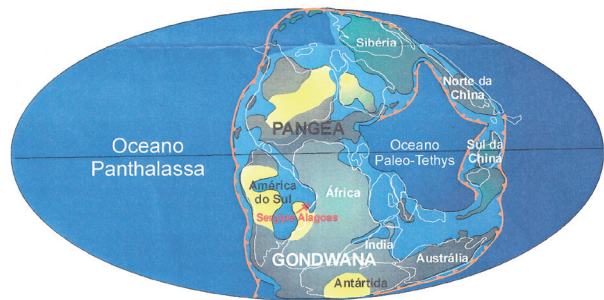
A: Reconstrução paleogeográfica do final do Cambriano (cerca de 510 Ma.).



B: Reconstrução paleogeográfica do Mesodevônico (cerca de 390 Ma.).



C: Reconstrução paleogeográfica do final do Carbonífero (cerca de 300 Ma.).



D: Reconstrução paleogeográfica do Mesopermiano (cerca de 280 Ma.).

Figura 2.22 - Formação da bacia de Sergipe-Alagoas. Fonte: Lima (2006).

representados pelas fases pré-rift, rift, transição e pós-rift (Aquino & Lana, 1990).

A bacia de Sergipe-Alagoas possui uma complexidade estrutural grande devido à existência de diversas fraturas ao longo de toda a bacia. O processo de ruptura dos continentes Sul-Americano e Africano no Jurássico Médio estabeleceu a depressão Afro-Brasileira.

A história evolutiva da bacia de Sergipe-Alagoas de acordo com Feijó (1994) distribui-se desde o Pré-Cambriano até o Plioceno. A deposição sedimentar propriamente dita, ocorre a partir do Neocarbonífero, com a constituição de sedimentos de origem glacial, culminando no Plioceno com sedimentos marinhos rasos.

A bacia de Sergipe-Alagoas sempre foi abordada em diversos trabalhos como sendo uma bacia única. No entanto, na última revisão das cartas estratigráficas, as sub-bacias de Sergipe (Figura 2.23) e Alagoas (Figura 2.24) foram individualizadas, estabelecendo o limite entre estas bacias no Alto de Japoatã-Penedo, localizado nas imediações do rio São Francisco (CAINELLI et al., 1988).

Nesse trabalho é dado destaque para a bacia de Alagoas, em função da sua ocorrência no estado. A Carta Estratigráfica da Sub-Bacia de Alagoas (Figura 2.25) retrata a litoestrati-

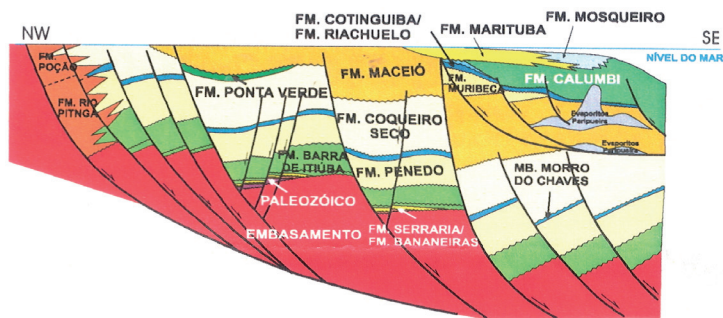


Figura 2.23 - Sub-bacia sedimentar de Alagoas  
Fonte: Cainelli et al. (1988).

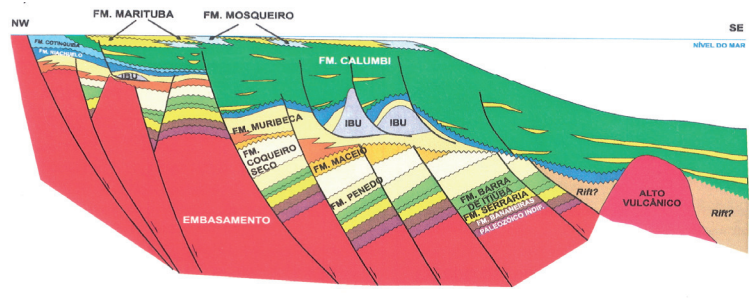
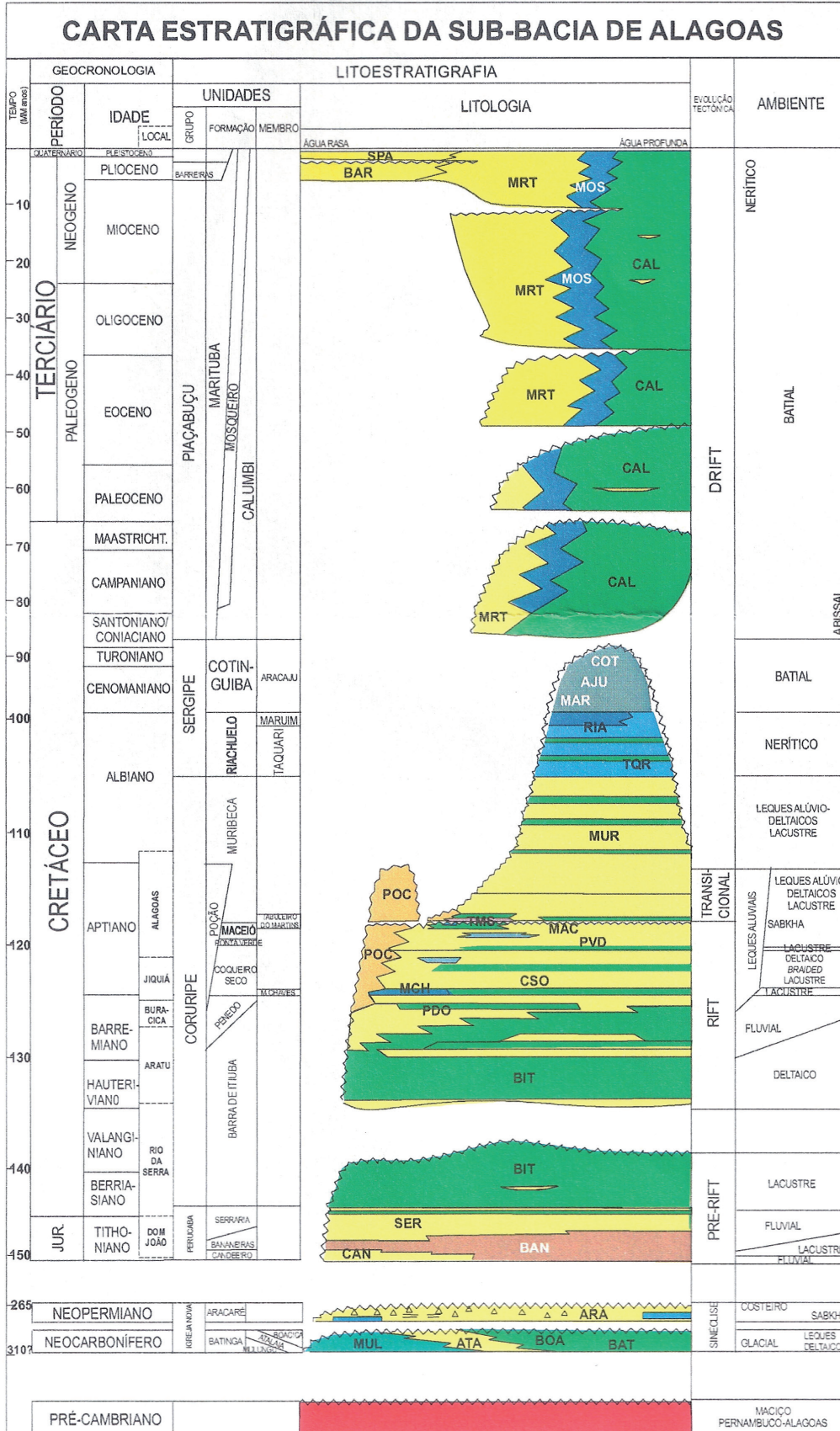


Figura 2.24 - Sub-bacia sedimentar de Sergipe.  
Fonte: Cainelli et al. (1988).





grafia, geocronologia, evolução tectônica e os ambientes deposicionais de todas as unidades geológicas depositadas desde o Neocarbonífero até o Pleistoceno na bacia de Sergipe-Alagoas, de forma a facilitar o entendimento dos processos deposicionais ao longo do tempo geológico.

A sequência sedimentar cretácica da bacia de Sergipe-Alagoas (Figura 2.29) é formada de acordo com Schaller (1969), da base para o topo, por folhelhos e argilitos da Formação Bananeiras, folhelhos com intercalação de arenitos e siltitos da Formação Barra de Itiúba, arenitos localmente intercalados com folhelhos da Formação Penedo (Figura 2.26), calcários com intercalações de arenitos e folhelhos da Formação Morro do Chaves, arenitos com intercalações de folhelhos, siltitos e calcários

da Formação Coqueiro Seco (Figura 2.27), conglomerados da Formação Poção, arenitos com clastos de rochas graníticas dispersos na matriz com fácies turbidíticas, com intercalações de arenitos, siltitos e folhelhos, pela Formação Ponta Verde com folhelhos cinza-esverdeados e pela Formação Muribeca constituída por folhelhos betuminosos com calcários, evaporitos, conglomerados, arenitos e siltitos (Figura 2.28).

## Coberturas Sedimentares e Depósitos Cenozoicos

### Grupo Barreiras

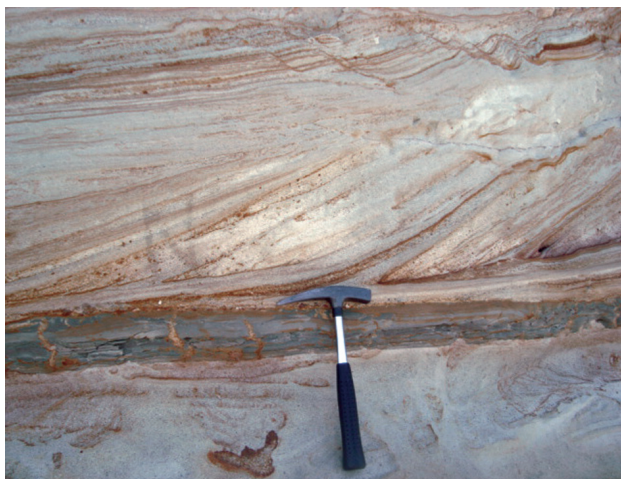
Recobrimdo parcialmente a sequência da bacia de Sergipe-Alagoas ocorre o Grupo Barreiras de idade tércio-quadernária, distribuindo-se nos topos dos tabuleiros ao longo de todo o litoral e em trechos da porção central do estado (Figuras 2.30 e 2.31). O Grupo Barreiras foi descrito inicialmente por Branner (1902), e mais recentemente por Bigarella e Andrade (1964), e Mabesoone (1972) dentre outros, como sendo uma sequência constituída de sedimentos clásticos continentais finos a grosseiros de cores variadas, com níveis argilosos e eventualmente, com níveis conglomeráticos.

### Depósitos Cenozoicos

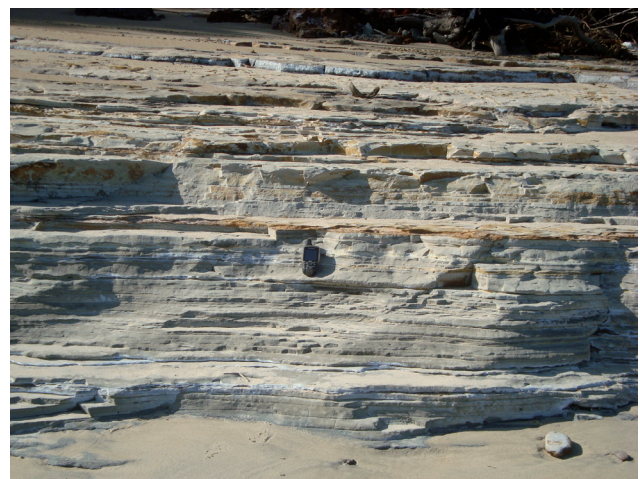
Esse domínio também se caracteriza pela ocorrência de depósitos aluvionares recentes, depósitos de pântanos e manguezais (Figura 2.32), depósitos litorâneos, dunas fixas e móveis (Figura 2.33) e depósitos fluviolagunares de natureza sedimentar (Figura 2.34).



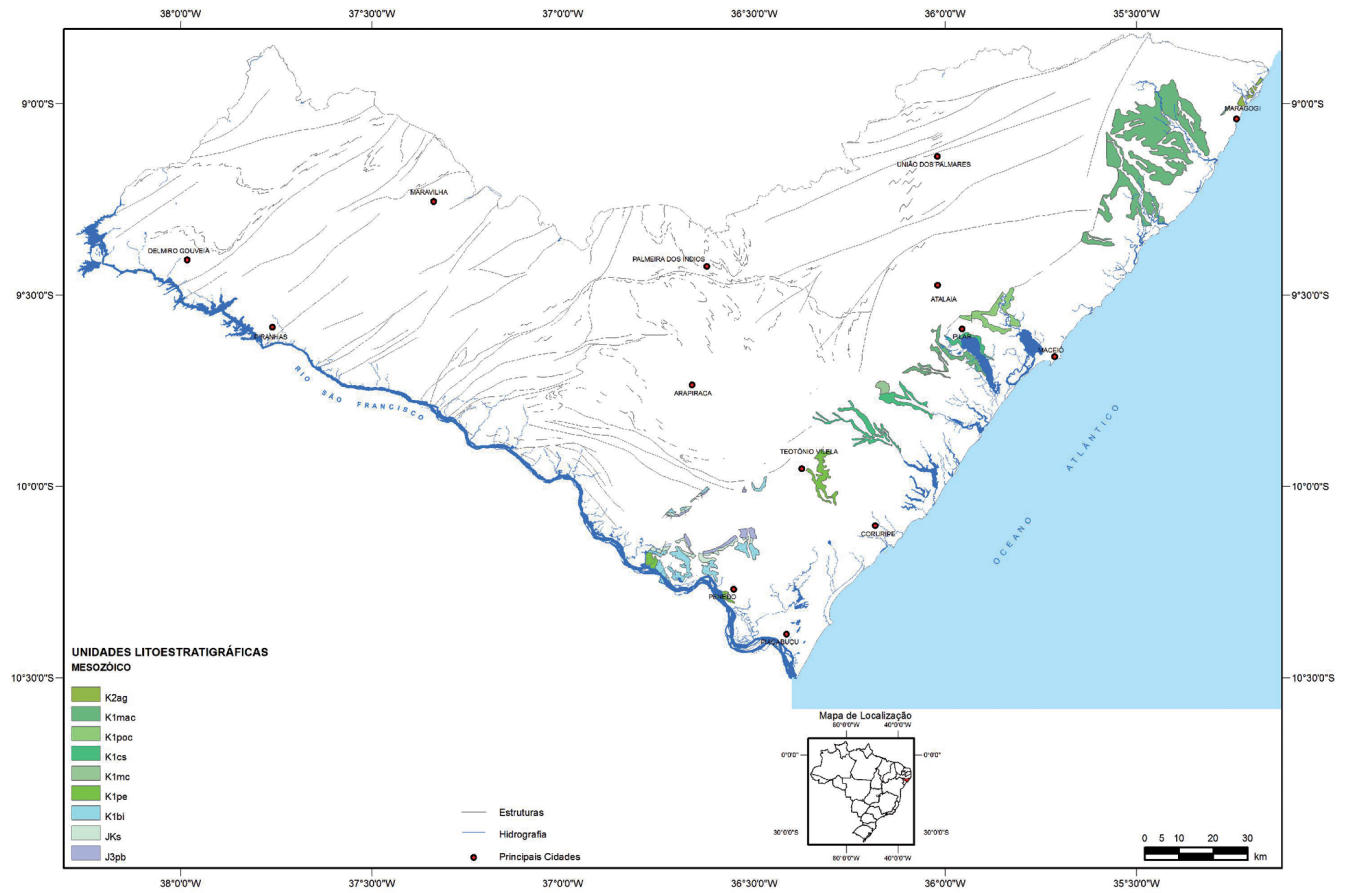
**Figura 2.26** - Arenitos com estratificações cruzadas plano-paralelas e acanaladas de médio a grande portes na cidade de Penedo-AL.  
Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



**Figura 2.27** - Arenitos com estratificações cruzadas e níveis de folhelhos na porção basal próximo a cidade de Maragogi-AL.  
Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



**Figura 2.28** - Folhelhos laminados com níveis lateríticos, próximo à cidade de Paripueira-AL.  
Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



**Figura 2.29** - Domínio Mesozoico do Mapa Geológico do Estado de Alagoas.  
Fonte: CPRM (2012).



**Figura 2.30** - Tabuleiros do Grupo Barreiras circundados por dunas fixas com ocorrência ao longo de todo o litoral do estado. Em destaque, afloramento nas proximidades da cidade de Coruripe-AL. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



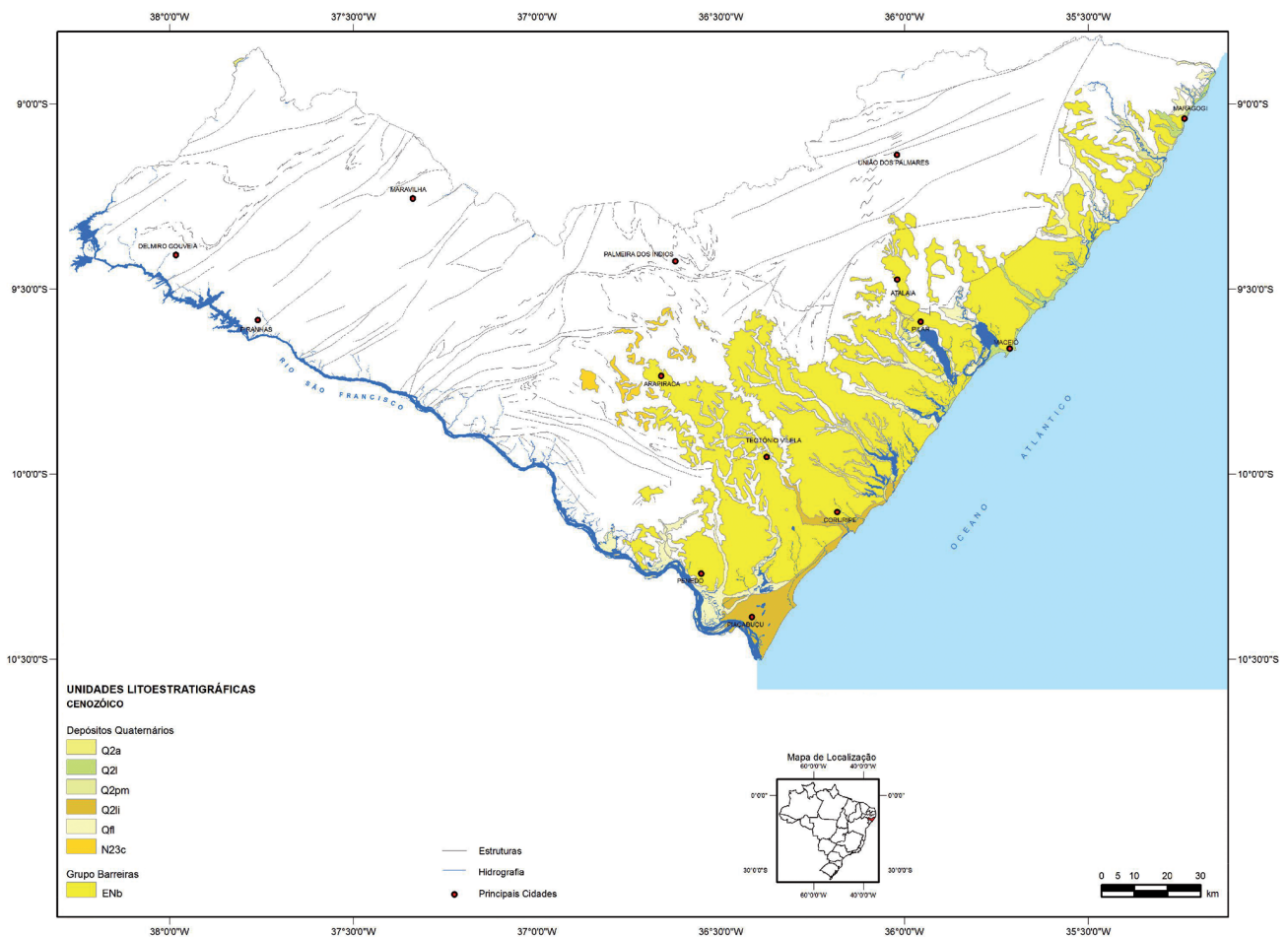
**Figura 2.31** - Grupo Barreiras em detalhe, denotando a presença de depósitos areno-argilosos com pelotas de argila subordinadas, nas proximidades da cidade de Maceió-AL. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



**Figura 2.32** - Depósitos de pântanos e manguezais localizados nas proximidades da cidade de Maceió-AL.  
Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



**Figura 2.33** - Campo de dunas móveis associadas a depósitos litorâneos na foz do rio São Francisco, no extremo sul do estado de Alagoas. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



**Figura 2.32** - Depósitos de pântanos e manguezais localizados nas proximidades da cidade de Maceió-AL.  
Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).

## CONCLUSÕES

A evolução geológica do estado de Alagoas se processou de acordo com pesquisas do DNPM (1986) e da CPRM (1995), com a formação das primeiras rochas pré-cambrianas que constituem o Maciço Pernambuco-Alagoas.

A sequência do embasamento é constituída por rochas de idade neoarqueana a paleoproterozoica, sendo formada por um Complexo Migmatítico-Granítico de idade arqueana, reunindo rochas migmatíticas homogêneas e granitoides de idades distintas.

A sequência mesoproterozoica é formada, fundamentalmente, por rochas gnáissicas e graníticas. A sequência neoproterozoica é constituída por granitoides que se formaram antes e após os eventos tectônicos que ocorreram na área.

Em seguida, houve a deposição de sequências sedimentares arenosas e carbonáticas de idades paleozoicas, com posterior deposição de uma sucessão sedimentar que compreende a bacia de Sergipe-Alagoas, em que são reconhecidas as sequências que se formaram em diferentes fases do desenvolvimento tectonosedimentar dessa bacia.

Na Era Cenozoica, recobrando parcialmente essas sequências rochosas, ocorreu a deposição do Grupo Barreiras, de idade tércio-quaternária, constituído por sedimentos continentais, bem como depósitos aluvionares recentes, depósitos de pântanos e manguezais, depósitos litorâneos e depósitos fluviolagunares.

A diversidade litológica que perfaz o arcabouço geológico do estado de Alagoas evoluiu ao longo do tempo geológico, e juntamente com a atuação de eventos tectônicos, processos geomorfológicos e pedológicos originaram toda a Geodiversidade que constitui o estado de Alagoas.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. P. T.; NEVES, B. B. B. **Inventário hidrogeológico básico do Nordeste**: Folha 21: Recife - NO. Recife, SUDENE, 1978. (Hidrogeologia, 54)

AMORIM, J. L. (Org.). **Arapiraca, Folha SC.24-X-D-V**: estado de Alagoas Brasília, DF: CPRM; DNPM, 1995. 100 p. 2 mapas color. Escala 1:100.000. (Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB).

AQUINO, G. S.; LANA, M. C. Exploração da Bacia de Sergipe-Alagoas: o estado da arte. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 75-83, jan./mar. 1990.

BARBOSA, O. Geologia econômica de parte do médio São Francisco, Nordeste do Brasil. **Boletim DGM. DNPM**, Rio de Janeiro, n. 140, 97 p., 1970.

BIGARELLA, J. J.; ANDRADE, G. O. Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozoicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). **Arquivos do Instituto Ciências da Terra**, Recife, v. 2, p. 1-14, 1964.

BRANNER, J. C. The geology of northeast coast of Brazil. **Bulletin of the Geological Society of America**, Washington, v. 13, n. 1, p. 41-98, Jan. 1902.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Mapa geológico do estado de Alagoas**: texto explicativo. Brasília, DF: DNPM, 1986. 90 p. 1 mapa. (Série Mapas e Cartas de síntese. Seção geologia, n. 2).

BRITO NEVES, B. B. **Regionalização geotectônica do Pré-Cambriano Nordestino**. 1975. 188 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975.

CAMPOS NETO, O. P. A.; LIMA, W. S.; CRUZ, F. E. G. Bacia de Sergipe-Alagoas. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 405-415, maio/nov. 2007.

CARNEIRO, C. D. R. A determinação da idade das rochas. **Terra e Didática**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 6-35, 2005.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Mapa Geológico do Estado de Alagoas**. [S.l.]: CPRM, 2012.

FEIJÓ, F. J. Bacias de Sergipe e Alagoas. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 149-161, jan./mar. 1994.

LEITE, W. A. **Geologia do baixo São Francisco e depósitos de asbestos de Alagoas**. Recife: SUDENE, 1969.

LIMA, W. S. Litoestratigrafia e evolução tectonosedimentar da bacia de Sergipe-Alagoas - O Paleozóico: Introdução. **Phoenix**, Aracaju, v.8, n 91, p. 1-6, jun. 2006.

MABESOONE, J. M.; SILVA, A. C. E; BEURLIN, K. Estratigrafia e origem do Grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio grande do Norte. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 2, n. 3, p. 173-188, set. 1972.

SÁ, E. F. J.; CALHEIROS, M. E. V. **Estruturas em nível profundo e o retrabalhamento do embasamento na Faixa Alagoana (Região de Palmeira dos Índios)**. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 10., nov.1981, Recife. Atas... Recife: SBG Núcleo Nordeste, 1981. p. 351-360. il.

SCHALLER, H. Revisão estratigráfica da Bacia Sergipe-Alagoas. **Boletim Técnico da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 21-86, jan./mar. 1969.

SILVA FILHO, M. A. et al. **Projeto Baixo São Francisco / Vaza Barris**: Geologia da Geossinclinal Sergipana e do seu Embasamento: Relatório Final. Salvador: CPRM, 1977. 19 v. v.2

SIQUEIRA, J. B. **Projeto prospecção de cobre, chumbo, zinco na região de Batalha-Belo Monte/Al**: Relatório Final. Maceió: EDRN, 1982.

VAN DER VEN, P. H.; CAINELLI, C.; FERNANDES, G. J. F. Bacia de Sergipe - Alagoas: geologia e exploração. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 4, p. 307-319, out./dez. 1989.

# 3

## ORIGEM DAS PAISAGENS

Rogério Valença Ferreira (*rogério.ferreira@cprm.gov.br*)<sup>1</sup>

Edgar Shinzato (*edgar.shinzato@cprm.gov.br*)<sup>1</sup>

Marcelo Eduardo Dantas (*marcelo.dantas@cprm.gov.br*)<sup>1</sup>

Wenceslau Geraldes Teixeira (*wenceslau.teixeira@embrapa.br*)<sup>2</sup>

CPRM – Serviço Geológico do Brasil<sup>1</sup>

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária<sup>2</sup>

### SUMÁRIO

Origem das Paisagens .....	37
Domínios Geomorfológicos do Estado de Alagoas .....	40
Planície Costeira de Alagoas .....	40
Planície Deltaica do São Francisco .....	41
Tabuleiros Costeiros .....	42
Patamares Orientais da Borborema .....	43
Planalto da Borborema .....	44
Depressão do Baixo São Francisco .....	45
Planalto Sedimentar da Bacia do Jatobá .....	48
Referências .....	49





## ORIGEM DAS PAISAGENS

Para os levantamentos do Projeto Geodiversidade do Serviço Geológico do Brasil - CPRM, a geomorfologia, juntamente com a geologia, serviu de base para a elaboração dos mapas de geodiversidade estaduais, que acrescidos de outras informações do meio físico, em especial, sobre a distribuição dos solos, do clima e da vegetação, resultaram num produto voltado para o macroplanejamento territorial.

Com base numa análise integrada do meio físico podemos individualizar três grandes domínios geoambientais no Estado de Alagoas, apresentando características contrastantes, dispostas entre a linha da costa e o interior, que correspondem às mesorregiões fisiográficas daquele estado (IBGE, 2011). Tal compartimentação, semelhante à grande parte do Nordeste Oriental (estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte), pode ser facilmente observada em campo devido a importantes variações no quadro geológico-geomorfológico e uma notável redução da pluviosidade em direção ao sertão, o que confere paisagens fito-climáticas e geográficas marcadamente diferenciadas, descritas a seguir:

a) O Leste Alagoano, de clima tropical úmido, caracterizado por uma ampla faixa junto à linha de costa composta, em sua maioria, por depósitos marinhos e flúvio-marinhos da planície costeira de Alagoas; pelos tabuleiros costeiros sustentados pelas rochas sedimentares pouco litificadas do Grupo Barreiras; e por um relevo colinoso sustentado pelo embasamento cristalino. Ocorrem, nas planícies costeiras, terrenos de mangues e brejos, circunscritos às planícies flúvio-marinhas e flúvio-lagunares, respectivamente. Ocorrem também extensos feixes de cordões arenosos constituídos por solos predominantemente quartzosos, com baixa fertilidade natural e com pequena capacidade de retenção de nutrientes e de umidade que sustentam uma vegetação típica arbustiva/arbórea de restinga próximo a costa; e, sobre os tabuleiros e colinas, dominam solos muito profundos, bastante intemperizados, também de baixa fertilidade natural, friáveis, com textura variando de argilosa a areno-argilosa. Trata-se de uma área originalmente ocupada por Mata Atlântica. Nesta faixa, a precipitação média anual varia entre 1.200 e 2.200 mm, com curta estação seca durante o verão (entre outubro e janeiro) e uma expressiva concentração de chuvas no inverno (clima **As**, segundo classificação de Köppen), marcadamente entre os meses de abril e setembro.

b) O Agreste Alagoano, de clima tropical semi-úmido, corresponde, na sua porção setentrional, aos terrenos elevados do domínio geomorfológico do Planalto da Borborema e na sua porção meridional,

a terrenos mais arrasados, dominados por colinas e morros baixos da superfície pré-litorânea. Caracteriza-se por uma faixa transicional entre o litoral e o sertão composta, em sua maioria, por rochas graníticas da Província Borborema. Nesta região, domina uma vegetação transicional entre a mata atlântica e a caatinga, típica do agreste. Ocorrem solos medianamente profundos, medianamente intemperizados e, em geral, com boa fertilidade natural. A precipitação média anual varia bastante entre 700 e 1.300 mm, com uma expressiva estação seca na primavera e verão (entre outubro e março) e uma concentração de chuvas no inverno, assim como no Leste Alagoano.

c) O Sertão Alagoano, de clima semi-árido, caracterizado por uma larga faixa que adentra para os estados limítrofes de Pernambuco, Sergipe e Bahia, estando composto, em sua maioria, por vastas superfícies aplainadas, posicionadas também em cotas modestas e por serras e planaltos residuais que se sobrelevam cerca de 300 metros acima do piso dos pediplanos. Estes relevos estão sustentados pelos Granitóides Neoproterozóicos Brasileiros e rochas do Domínio Pernambuco-Alagoas. Trata-se de uma área de domínio da vegetação de caatinga. Nesta faixa, a precipitação média anual varia entre 500 e 900 mm, com prolongada estiagem e um curto período chuvoso durante o inverno (clima **Bsh**, segundo a classificação de Köppen), marcadamente entre os meses de maio e agosto (NIMER, 1989).

O domínio de vastas superfícies aplainadas no estado de Alagoas denota um longo período de estabilidade tectônica, sem importantes variações do nível de base, exceto pelo moderno encaixamento do vale do rio São Francisco. Estas condições devem ter prevalecido ao longo do Cenozoico, conforme já descritos na análise geomorfológica do Nordeste (KING, 1956; AB'SABER, 1969; 1974; MABESOONE, 1978). Entretanto, salienta-se também, um lento processo epirogenético que soergueu a plataforma brasileira no Estado de Alagoas em, pelo menos, 100 metros durante o Cenozoico, reafirmando pressupostos clássicos defendidos por Almeida et al. (2000). Tal fato pode ser atestado pelo recente encaixamento de toda a rede de canais em ajuste ao nível de base geral (nível relativo do mar). Neste sentido, o rio São Francisco, que limita o Estado de Alagoas com os estados de Sergipe e Bahia, promoveu a incisão de um *canyon* aprofundado, atingindo cerca de 150 metros de amplitude de relevo e os rios menores, tributários do São Francisco, promoveram uma incisão fluvial mais pronunciada, principalmente, quando próximos de suas desembocaduras. Neste último caso, as superfícies aplainadas encontram-se desfeitas num baixo relevo colinoso francamente dissecado. Ressalta-se ainda que, assim como no estado de Sergipe,

o leito do rio São Francisco, junto ao canyon de Xingó e distante cerca de 200 quilômetros da desembocadura, está posicionado a apenas 30 metros acima do nível do mar, exibindo um claro ajuste em relação ao atual nível de base geral.

O contexto geológico do Estado de Alagoas é caracterizado por três domínios geotectônicos principais: a Província Borborema de idades Paleoproterozoica a Neoproterozoica (Terrenos Pernambuco-Alagoas e Faixa Sergipana), constituídas de rochas ígneo-metamórficas; as Bacias Sedimentares de Alagoas e do Jatobá, sendo depositadas durante o Paleozoico e Mesozoico, mas com maior intensidade durante o Cretáceo, sendo compostas, predominantemente, por arenitos, calcários e argilitos; e por fim, os sedimentos cenozoicos, compostos por arenitos imaturos pouco litificados do Grupo Barreiras e por uma grande diversidade de formações superficiais inconsolidadas de idade Quaternária (KOSIN et al., 2004).

A partir de uma breve avaliação sobre a origem e a evolução das paisagens do Estado de Alagoas, é possível promover uma análise dos compartimentos geomorfológicos existentes. Com base na análise dos produtos de sensoriamento remoto, perfis de campo e estudos geomorfológicos regionais (IBGE, 1995; Ross, 1985, 1997), o

Estado de Alagoas foi compartimentado em sete Domínios Geomorfológicos listados abaixo e que serão descritos a seguir: Planície Costeira de Alagoas; Planície Deltaica do São Francisco; Tabuleiros Costeiros; Patamares Orientais da Borborema; Planalto da Borborema; Depressão do Baixo Rio São Francisco; Planalto Sedimentar da Bacia do Jatobá (Figura 3.1).

Em adendo, são apresentados os diversos padrões de relevo do Estado, num total de dezesseis (Figura 3.2 e Tabela 3.1), os quais estão inseridos nos sete domínios geomorfológicos referidos acima, e encontram-se representados no Mapa de Padrões de Relevo do Estado de Alagoas, que serviu de subsídio para a elaboração do Mapa Geodiversidade do Estado de Alagoas (Anexo II - Biblioteca de Padrões de Relevo do Território Brasileiro).

A individualização dos diversos compartimentos de relevo foi obtida com base em análises e interpretação de imagens de radar do projeto *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com resolução horizontal de 90 m, e de imagens do satélite LandSat 5 disponíveis nos mosaicos do Projeto Geocover, sendo as unidades de relevo agrupadas de acordo com a caracterização da textura e rugosidade das imagens. A escala de trabalho adotada foi de 1: 250.000.

**Tabela 3.1** - Declividade e amplitude topográfica das formas de relevo identificadas no estado de Alagoas.

Padrões de Relevo	Declividade (graus)	Amplitude Topográfica (metros)
Planícies Fluviais ou Fluvialacustres (R1a)	0 a 3	Zero
Planícies Fluviomarinhas ou Fluvialagunares (R1d)	0	Zero
Planícies Costeiras (R1e)	0 a 5	2 a 20
Campos de Dunas (R1f1)	3 a 30	5 a 40
Tabuleiros (R2a1)	0 a 3	20 a 50
Tabuleiros Dissecados (R2a2)	2 a 5	0 a 20
Planaltos (R2b3)	0 a 5	20 a 50
Superfícies Aplainadas Conservadas (R3a1)	0 a 5	0 a 10
Superfícies Aplainadas Degradadas (R3a2)	0 a 5	10 a 30
Inselbergs e outros Relevos Residuais (R3b)	25 a 60	50 a 500
Domínio de Colinas Amplas e Suaves (R4a1)	3 a 10	20 a 50
Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos (R4a2)	5 a 20	30 a 80
Domínio de Morros e de Serras Baixas (R4b)	15 a 35	80 a 200
Escarpas Serranas (R4d)	25 a 60	300 a 2.000
Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos (R4e)	10 a 45	50 a 200
Vales Encaixados (R4f)	10 a 45	100 a 300

Fonte: Dantas (2013).

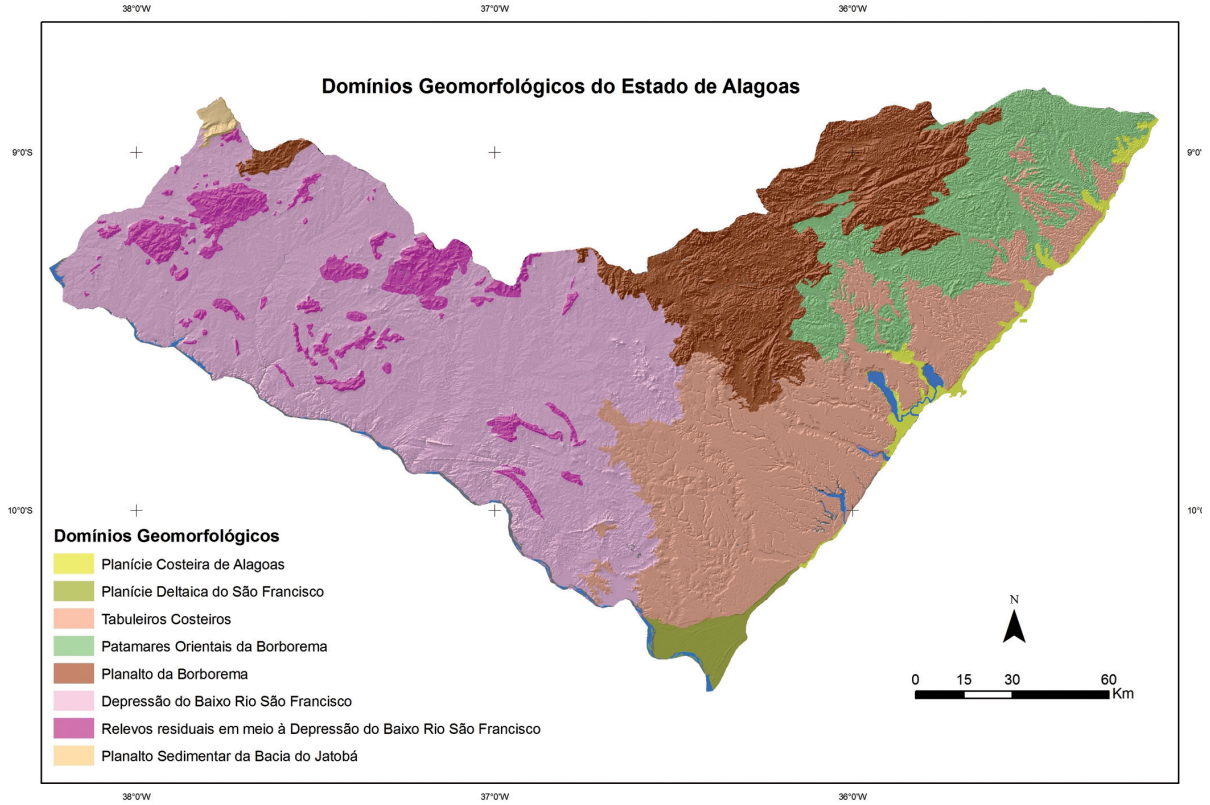


Figura 3.1 - Mapa de Domínios Geomorfológicos do Estado de Alagoas. Fonte: elaborado pelos autores (2015).

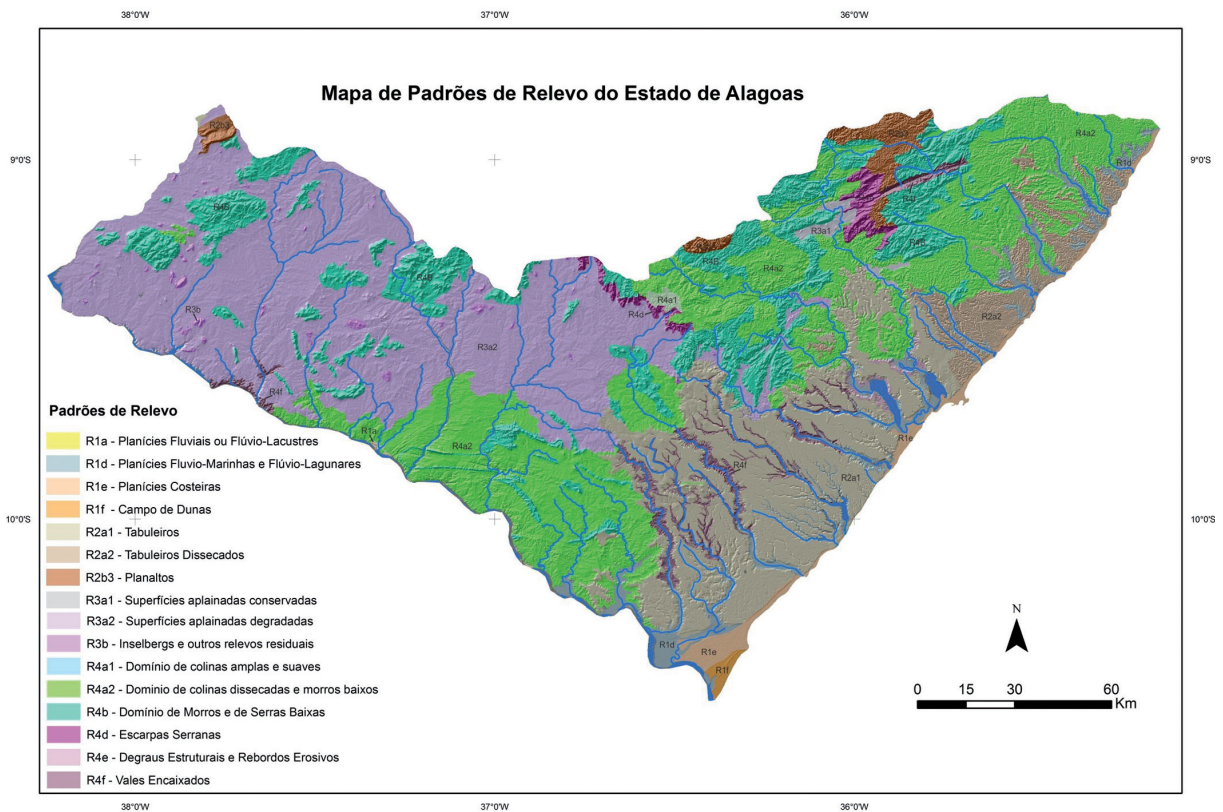


Figura 3.2 - Mapa de Padrões de Relevo do Estado de Alagoas. Fonte: elaborado pelos autores (2015).

## DOMÍNIOS GEOMORFOLÓGICOS DO ESTADO DE ALAGOAS

### Planície Costeira de Alagoas

A Planície Costeira do Estado de Alagoas representa uma área relativamente restrita do território alagoano, mas de grande importância para a economia regional, por se constituir num dos principais atrativos turísticos do Nordeste, com suas belíssimas praias repletas de coqueiros e um mar de águas mornas e de tons azul-esverdeados.

Situado entre a linha de costa e os Tabuleiros Costeiros, com uma extensão de cerca de 230 quilômetros, o litoral alagoano apresenta dois setores distintos: o litoral norte, que compreende o trecho entre o rio Barra de São Miguel, a sul de Maceió, e a divisa com Pernambuco, apresenta uma estrita planície costeira, muitas vezes, interrompida por falésias de rochas do Grupo Barreira ou de rochas da Bacia Sergipe-Alagoas; o litoral sul, por sua vez, apresenta planície costeira mais larga e praias com maior faixa de areia no trecho do rio Barra de São Miguel até o rio São Francisco.

O Domínio da Planície Costeira apresenta uma complexa evolução paleogeográfica, que compreende um conjunto de ambientes deposicionais de origens marinha, fluviomarinha e eólica (BITTENCOURT et al., 1983; BARBOSA, 1985; FEIJÓ, 1994), cujos padrões de relevo são as planícies fluviomarinhas e fluviolagunares (R1d) (Figuras 3.3 e 3.4), com as primeiras apresentando extensos manguezais em estuários afogados, formando rias, e as segundas apresentando a formação de lagunas colmatadas. As planícies costeiras (R1e) (Figura 3.5) propriamente ditas, formadas pelas praias arenosas e terraços marinhos holocênicos e pleistocênicos, e os recifes de arenito de praia ou, subordinadamente, coralinos (R1g) (Figura 3.6), que são uma característica marcante do litoral norte alagoano. Neste domínio da planície costeira predominam os Neossolos Quartzareníticos e Espodosolos Háplicos ambos com reduzida fertilidade e capacidade de retenção de umidade (EMBRAPA, 1975, 2011). São solos com aptidão agrícola reduzida. Estes ambientes tem como cobertura vegetal a floresta perenifólia de restinga no sul do estado e formações de dunas e praias, com vegetação típica destes ambientes.

As planícies fluviomarinhas correspondem a relevos de agradação, em zona de acumulação atual (Figura 3.3). São superfícies extremamente planas, com amplitude de relevo nula, em ambientes mistos de interface dos Sistemas Depositionais Continentais e Marinhos constituídos de depósitos argilo-arenosos a argilosos, com terrenos mal drenados, prolongadamente inundáveis, com padrão de canais meandantes e divagantes, sob influência das oscilações das marés ou resultantes da colmatagem de paleolagunas. Ocorrência de planícies lagunares ou fluviolagunares, com vegetação de brejos, ou de ambientes de planícies intermarés, com vegetação de mangues.



**Figura 3.3** - Planície fluviomarinha, com vegetação de mangue, no estuário do rio Jirituba. Município de Barra de Santo Antônio. Fotografia: Rogério Valença Ferreira (2011).



**Figura 3.4** - Vista da lagoa do Mundaú, com extensa planície fluviolagunar formada pelo rio Mundaú, com os Tabuleiros Costeiros ao fundo. Município de Maceió. Fotografia: Rogério Valença Ferreira (2011).



**Figura 3.5** - Planície costeira apresentando terraços holocênicos, na praia de Barra de Santo Antônio. Fotografia: Rogério Valença Ferreira (2011).



**Figura 3.6** - Recifes de arenito em contato com a planície costeira na praia de Japaratinga, litoral norte de Alagoas. Fotografia: Rogério Valença Ferreira (2011).

A vegetação de mangue tem grande importância para a bioestabilização da planície fluviomarina e na deposição de sedimentos fluviais nas margens da mesma. Funcionam como área de amortecimento dos impactos provocados pelas inundações fluviais e avanços do mar. Além disso, os manguezais têm uma grande importância ecológica, por se tratar de um berçário para reprodução de várias espécies de crustáceos e peixes.

Esse padrão de relevo encontra-se em quase toda a extensão do litoral de Alagoas, notadamente nos estuários dos principais rios que deságuam no oceano Atlântico, a exemplo dos rios Manguaba, Camaragibe, Jirituba, São Miguel e Coruripe, que formam estuários afogados e os rios Mundaú, Paraíba do Meio e Jequiá, que deságuam respectivamente nas lagoas do Mundaú, Manguaba e Jequiá. Os solos predominantes nestas áreas de manguezais são Gleissolos Salinos e Solos Indiscriminados de Mangue (EMBRAPA, 1975, 2011). Estas áreas não tem aptidão agrícola e devem ser reservadas a preservação da flora e da fauna.

Destacam-se nesta unidade, as localidades de Maragogi, Japaratinga, Porto de Pedras, São Miguel dos Milagres, Barra de Santo Antônio, Maceió, Barra de São Miguel e Feliz Deserto, dentre as principais.

### Planície Deltaica do São Francisco

Na planície costeira do estado de Alagoas, um realce distinto deve ser concedido à planície deltaica do rio São Francisco, que abrange a porção sul do litoral alagoano. Esta feição deposicional quaternária, que se notabiliza por diversos ambientes de sedimentação transitórios entre processos continentais e marinhos, exibe uma complexa evolução geomorfológica que abarca: leques aluviais pleistocênicos (estes restritos ao sopé de paleofalésias do Grupo Barreiras); terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos (estes últimos, posicionados próximo à linha da costa); campos de dunas pleistocênicos e holocênicos

(Figura 3.7) e mangues e planícies lagunares holocênicas (Figura 3.8) (BITTENCOURT et al., 1982; 1983; DOMINGUEZ et al., 1983; 1990). Estes autores enfatizam que a gênese da planície deltaica do rio São Francisco está fortemente correlacionada às variações glácio-eustáticas do nível relativo do mar e às correntes de deriva litorânea.

Esta planície deltaica também apresenta uma grande fragilidade ambiental, caracterizada pelo assoreamento do leito do rio, pela destruição da vegetação nativa (em particular, os mangues, as várzeas e as restingas) frente à apropriação econômica destes ambientes e, principalmente, pelo processo de erosão acelerada registrado, tanto na desembocadura do rio São Francisco, quanto nas margens em barrancas de seu baixo curso (BITTENCOURT et al., 2007). Os impactos ambientais são, decerto, muito significativos, com destaque para a perda progressiva de terras e para o franco declínio da tradicional atividade pesqueira na região.



**Figura 3.7** - Campo de dunas no Delta do São Francisco, avançando sobre os cordões litorâneos. Localidade de Pontal do Peba. Fotografia: Rogério Valença Ferreira (2011).



**Figura 3.8** - Planície de inundação no Delta do São Francisco, com a presença de vegetação de mangue. Município de Piaçabuçu. Fotografia: Rogério Valença Ferreira (2011).

Em direção ao interior, no baixo vale do rio São Francisco, por sua vez, suas belas praias fluviais ficaram emersas durante o ano inteiro, tendo em vista o fim do regime sazonal de cheias e vazantes. Entretanto, o baixo volume de água do rio, aliado com processos de erosão fluvial (desbarrancamento das margens) e o lançamento indiscriminado de efluentes domésticos por todas as cidades ribeirinhas, dizimou a atividade pesqueira local, promoveu o assoreamento do canal e prejudicou, sobremaneira, qualquer possibilidade de utilização turística e de lazer das águas do rio.

Essas unidades deposicionais recentes apresentam um franco predomínio de planícies fluviomarinhas e fluviolagunares (R1d) e de campos de dunas fixas (R1f). Observam-se também cordões arenosos e planícies de inundação (R1a), estas junto à calha do rio São Francisco. Os solos desenvolvidos nessa unidade são predominantemente de textura arenosa, os Espodosolos Humilúvicos; Neossolos Quartzarênicos sob vegetação de campo e floresta perenifólia de restinga e próximo ao oceano ocorrem uma extensa faixa de dunas móveis com esparsa vegetação. Os Gleissolos Háplicos margeiam os rios Perucaba e Piauí (EMBRAPA, 1975; 2011).

Situa-se nesta unidade, apenas a localidade de Piaçabuçu, às margens do rio São Francisco, próximo à sua foz.

## Tabuleiros Costeiros

Os Tabuleiros Costeiros representam formas de relevo tabulares desenvolvidos em rochas sedimentares, em geral, pouco litificadas e dissecadas por uma rede de canais com baixa a alta densidade de drenagem e padrão dendrítico ou subdendrítico. Ocupam uma posição pré-litorânea, logo a retaguarda das planícies costeiras e exibem cotas variáveis, progressivamente mais elevadas em direção ao interior, variando entre 30 e 200 metros de altitude. As amplitudes de relevo locais variam de 20 a 50 metros, com geração de superfícies planas a suavemente inclinadas nos topos. Podemos diferenciar dois setores distintos de tabuleiros, conforme a intensidade da dissecção empreendida sobre os mesmos: a porção sul do Estado, entre a divisa de Sergipe e a planície deltaica do rio São Francisco e a cidade de Maceió, incluindo o complexo lagunar Manguaba – Mandáú, predominam os tabuleiros conservados (R2a1), que se caracterizam por amplas superfícies tabulares com vastos topos planos e apresentam um longo processo de pedogênese com a consequente formação de solos espessos e bem drenados, com baixa suscetibilidade à erosão (Figura 3.9); a porção norte do estado, entre Maceió e a divisa de Pernambuco, predominam os tabuleiros dissecados (R2a2), que se caracterizam por curtas superfícies tabulares fortemente dissecadas por uma densa rede de canais que desmantelaram a superfície original tabular, resultando num cenário de colinas tabulares, com vertentes declivosas, vales incisos e planícies restritas (Figura 3.10). Destacam-se também pelo desenvolvimento de solos espessos e bem



**Figura 3.9** - Tabuleiro conservado com vasto topo plano, onde se cultiva a cana de açúcar. Município de Atalaia. Fotografia: Rogério Valença Ferreira (2011).



**Figura 3.10** - Tabuleiros dissecados, apresentando colinas tabulares com vertentes declivosas. Município de Porto de Pedras. Fotografia: Rogério Valença Ferreira (2011).

drenados, mas com uma atuação mais efetiva de processos erosivos (por vezes, apresentando áreas sob intensa ação de processos de erosão laminar e linear acelerada - ravamentos e voçorocamentos).

Próximo ao litoral, os tabuleiros estão sotopostos aos sedimentos da bacia Alagoas e, por vezes, atingem a linha de costa, formando falésias, a exemplo das praias de Japaratinga e Carro Quebrado (Figura 3.11). Os canais principais esculpem vales amplos e encaixados em forma de "U" resultantes de processos de entalhamento fluvial e notável alargamento das vertentes do vale via recuo erosivo de suas encostas, como acontece nos baixos cursos dos rios São Miguel e Jequiá (Figura 3.12).

Os tabuleiros conservados são dominantes na região sublitorânea sul do Estado de Alagoas, se estendendo até as proximidades do município de Arapiraca, limite entre as regiões Leste e Agreste. Já os tabuleiros dissecados, que ocupam área de menor expressão, predominam na região sublitorânea Norte do estado (PONTE, 1969).

Os Tabuleiros Costeiros estão invariavelmente embaçados por rochas sedimentares pouco litificadas de idade Terciária do Grupo Barreiras. Predominam solos espessos e de baixa fertilidade natural, tais como os Latossolos Amarelos distróficos e os Argissolos Amarelos distróficos (EMBRAPA, 1975, 2011). Estes solos planos e bem drenados, sob clima úmido são propícios para a expansão da monocultura canaveira, que prevalece neste domínio. Estes solos apresentam um horizonte coeso cuja gênese ainda é motivo de pesquisa, entretanto dada a sua existência em solos não cultivados, este processo de adensamento do solo que o torna extremamente duro quando seco e um processo pedogenético natural (CORRÊA et al., 2008; LIMA NETO et al., 2011). A presença deste horizonte coeso nos tabuleiros costeiros dificulta o manejo dos canais, o principal cultivo nestes solos. Destacam-se nesta unidade,



**Figura 3.11** - Contato de falésias do Grupo Formação Barreiras, que sustentam os Tabuleiros Costeiros, com a planície costeira na praia de Carro Quebrado. Município de Barra de Santo Antônio. Fotografia: Rogério Valença Ferreira (2011).



**Figura 3.12** - Vale amplo e encaixado em forma de "U" resultante de processos de entalhamento fluvial e notável alargamento das vertentes via recuo erosivo de suas encostas. Baixo curso do rio Jequiá, no município de Jequiá da Praia. Fotografia: Rogério Valença Ferreira (2011).

as cidades de Maceió, Porto Calvo, Passo de Camaragibe, Messias, Rio Largo, Pilar, Atalaia, Marechal Deodoro, São Miguel dos Campos, Campo Alegre, Teotônio Vilela, Coruripe e Penedo, dentre as principais.

### Patamares Orientais da Borborema

Os Patamares Orientais da Borborema, denominação proposta por IBGE (1995), também designado de Superfície Pré-Litorânea, estão localizados na região nordeste do estado e se estendem Estado de Pernambuco adentro. Neste domínio predominam rochas de composição ígneo-metamórfica da Província Borborema de idades Paleoproterozoica a Neoproterozoica. Neste contexto, destacam-se rochas metamórficas de idade Mesoproterozoica (migmatitos, ortognaisses e metadioritos) do Complexo Belém de São Francisco e as rochas ígneas dos Complexos Granitoides Deformados (granitos, granodioritos, quartzo-monzonitos e sienogranitos).

Este domínio se limita com os Tabuleiros Costeiros a leste e com as vertentes orientais do Planalto da Borborema, a oeste. O padrão de relevo dominante é o de Colinas Dissecadas e Morros Baixos (R4a2) (Figura 3.13), que apresentam topos arredondados e as encostas com Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos, onde ocorrem processos de coluvionamento e os fundos de vales planos e colmatados por material arenoso, com Neossolos Flúvicos e Planossolos Háplicos (estes solos ocorrem sob vegetação natural de floresta subcaducifólia). Nesta área também há ocorrência esparsa de Neossolos Litólicos com solos pouco desenvolvidos (EMBRAPA, 1975; 2011). O limite com os Tabuleiros Costeiros ocorre de forma gradual e sem quebras de relevo. Ocasionalmente, pequenos degraus demarcam essa transição. Já em direção oeste, a passagem para o Planalto da Borborema acontece com maiores desníveis altimétricos, primeiro com os contrafortes e em seguida



**Figura 3.13** - Colinas Dissecadas apresentando formas arredondadas no topo, no município de Novo Lino. Fotografia: Rogério Valença Ferreira (2011).

com uma pequena área planáltica na divisa com o estado de Pernambuco (Planalto de Garanhuns).

No extremo litoral norte, o domínio dos patamares faz limite diretamente com a Planície Costeira, devido à inexistência de tabuleiros nessa área (município de Maragogi). A oeste encontra vertentes mais úmidas do Planalto da Borborema, que sofrem maior influência dos ventos alísios de sudeste, do que as vertentes setentrionais.

Predominam nesse domínio mantos de intemperismo de grande espessura, onde se desenvolvem Latossolos Amarelos nos topos colinosos e Argissolos Amarelos e Vermelho Amarelos nas vertentes, relacionados ao clima mais úmido e sob vegetação de floresta subperenifólia. Entremeando as colinas, encontram-se planícies alveolares de grande amplitude, que são ocupadas por Neossolos Flúvicos sob vegetação típica de várzeas (EMBRAPA, 1975, 2011).

Este domínio, assim como os domínios dos tabuleiros e das planícies costeiras, se caracteriza como um ambiente de predomínio de intemperismo químico em clima tropical úmido (As) cujos índices pluviométricos superam 1.500 mm, com chuvas concentradas entre os meses de maio e setembro, no período de atuação mais expressiva dos ventos de leste da Massa Equatorial Atlântica (mEa).

Destacam-se nesta unidade, as cidades de Jacuípe, Campestre, Jundiá, Novo Lino, Joaquim Gomes, Flexeiras, Murici, Branquinha, Capela e Cajueiro, dentre as principais.

## Planalto da Borborema

O Planalto da Borborema está localizado na porção oriental do Nordeste brasileiro, onde ocupa extensa área que abrange parte dos estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Trata-se de um relevo de degradação em um maciço cristalino pré-cambriano de direção geral NNE-SSW, com vastas superfícies planálticas de relevos aplainados, intercalados com áreas francamente dissecadas em terrenos de morros amplos a montanhosos. Este conjunto de terrenos elevados está alçado em cotas que variam entre 450 e 1.000 metros de altitude, se destacando nitidamente em relação às áreas circundantes (ANDRADE; LINS, 1965; AB' SABER, 1969; MABESOONE; CASTRO, 1975; CASTRO, 1979; DANTAS et al., 2008).

No estado de Alagoas, o Planalto da Borborema consiste de seus contrafortes da parte sudeste, onde está bastante dissecado por processos erosivos, e uma pequena área planáltica propriamente dita, nos limites com Pernambuco, destacando-se os municípios de Ibateguara, São José da Lage, Santana do Mundaú (mesorregião Leste) Chã Preta, Quebrangulo e Palmeira dos Índios (Agreste). No Sertão, município de Mata Grande, encontra-se o espigão que se prolonga deste mesmo planalto, na direção SW-NE, desde o estado de Pernambuco, bordejando o flanco sul-sudeste do Planalto Sedimentar da Bacia do Jatobá. Esta morfologia planáltica compreende, portanto, um diversificado conjunto de padrões de relevo composto

de colinas dissecadas (R4a2), morros e serras de cotas mais baixas (R4b), pequenas cristas e esparsas superfícies planálticas (R2b3), escarpas serranas (R4d), que bordejam o limite oeste do planalto em contato com as superfícies aplainadas da Depressão do Baixo Rio São Francisco e o vale do rio Mundaú, mais para leste.

Este domínio também está associado a rochas ígneo-metamórficas da Província Borborema de idades Paleoproterozoica a Neoproterozoica, onde predominam rochas metamórficas de idade Mesoproterozoica (anfíbolitos, quartzitos, migmatitos, paragnaisses, xistos, ortognaisses e mármore) do Complexo Belém de São Francisco e Unidade Cabrobó e plútons graníticos de idade Neoproterozoica (granodioritos, granitos, monzonitos e sienogranitos).

As Colinas Dissecadas (R4a2) representam relevos de degradação em qualquer litologia, com colinas dissecadas, vertentes convexo-côncavas e topos arredondados ou aguçados, com amplitude de relevo variando de 30m a 80 metros e inclinação das vertentes de 5° a 20°. Possui um sistema de drenagem principal com deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados. Apresenta equilíbrio entre processos de pedogênese e morfogênese, com atuação frequente de processos de erosão laminar e ocorrência esporádica de processos de erosão linear acelerada (sulcos, ravinas e voçorocas). É frequente a geração de rampas de colúvio nas baixas vertentes. No Planalto da Borborema, esse padrão de relevo é encontrado nos municípios de São José da Lage, Santana do Mundaú, Chã Preta, Viçosa, Paulo Jacinto e Quebrangulo, onde se desenvolveram Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos e Latossolos Amarelos distróficos (EMBRAPA, 1975; 2011), com atividade pecuária predominante.

Os Morros e Serras Baixas (R4b), por sua vez, se constituem em morros convexo-côncavos dissecados e topos arredondados ou aguçados em cristas, com amplitude de relevo variando de 80 a 200 metros, podendo apresentar desnivelamentos de até 300 metros e inclinação das vertentes de 15° a 35°. O sistema de drenagem principal é constituído por restritas planícies aluviais. Nesses compartimentos predomina processos de morfogênese, com formação de solos pouco espessos em terrenos declivosos, em geral, com moderada a alta suscetibilidade à erosão. Também destacam-se, neste contexto, os Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos e Latossolos Amarelos distróficos sob vegetação subperenifólia (EMBRAPA, 1975; 2011). Nas cabeceiras dos rios Mundaú e Camaragibe ocorrem áreas de Gleissolos Háplicos sob vegetação de várzeas.

Nesse domínio, é frequente a atuação de processos de erosão laminar e linear acelerada (sulcos e ravinas) e ocorrência esporádica de processos de movimentos de massa. Ocorre, também, a geração de colúvios e, subordinadamente, depósitos de tálus nas baixas vertentes. Esse padrão de relevo predomina nos municípios de Colônia Leopoldina, São José da Lage, Santana do Mundaú, Quebrangulo e Palmeira dos Índios (Figura 3.14).





**Figura 3.14** - Domínio de Morros e Serras Baixas no vale do rio Mundaú, com o sítio urbano de Santana do Mundaú ao centro. Fotografia: Rogério Valença Ferreira (2011).

As superfícies planálticas (R2b3) são relevos de degradação em qualquer litologia, mais elevadas do 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). Ocorrências esporádicas, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas). A amplitude de relevo é pequena, variando de 20 a 50 metros, com inclinação suave das vertentes ( $2^{\circ}$ - $5^{\circ}$ ), excetuando-se os eixos dos vales fluviais. Essas superfícies estão localizadas nos municípios de Ibateguara e São José da Lage. Destacam-se, nas áreas planálticas, os Latossolos Amarelos distróficos (EMBRAPA, 1975, 2011).

O limite Oeste do Planalto da Borborema com a Depressão do Baixo Rio São Francisco está marcado por uma escarpa erosiva (R4d), cuja amplitude chega a 360 metros na Serra das Pias, em Palmeira dos Índios (Figura 3.15). A escarpa tem vertentes predominantemente côncavas a retilíneas e topos levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus, sob domínio pleno de processos de intemperismo físico e solos rasos, seguindo um modelo de evolução de relevo preconizado por King, baseado em recuo das escarpas e geração de pedimentos e sua coalescência em vastos pediplanos. Sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento, com drenagem escoando para a bacia do rio Coruripe. Representam um relevo de transição entre duas superfícies distintas alçadas a diferentes cotas altimétricas.

Já no vale do rio Mundaú, na sua margem direita, nos municípios de União dos Palmares e Branquinha, a escarpa da Serra do Tavares (R4d), se destaca na paisagem com gradientes altimétricos que chegam a mais de 400 m (Figura 3.16).



**Figura 3.15** - Escarpa erosiva Oeste do Planalto da Borborema em contato com a Depressão do Baixo São Francisco. Serra das Pias, município de Palmeira dos Índios. Fotografia: Rogério Valença Ferreira (2011).



**Figura 3.16** - Escarpa da Serra do Tavares, no município de União dos Palmares. Fotografia: Rogério Valença Ferreira (2011).

## Depressão do Baixo Rio São Francisco

A Depressão do Baixo Rio São Francisco caracteriza-se como uma depressão interplanáltica, compreendida entre a escarpa oeste do Planalto da Borborema e o espigão que se prolonga deste mesmo planalto, na direção SW-NE, bordejando o Planalto Sedimentar da Bacia do Jatobá, do município de Buíque, em Pernambuco, até o município de Mata Grande, Alagoas e a borda sul da referida bacia, com seu limite no rio São Francisco (IBGE, 1995). A morfologia desta área é resultante de uma pediplanação intensa em rochas Paleoproterozoicas a Neoproterozoicas da Província Borborema. Predominam rochas metamórficas de idade Paleoproterozoica dos Complexos Belém de São Francisco e Arapiraca; Mesoproterozoicas do Complexo Cabrobó e Granitoides Indiscriminados; Neoproterozoicas do Complexo Canindé e rochas plutônicas do Magmatismo Brasileiro.

Este diversificado substrato rochoso sofreu um prolongado processo de arrasamento dos terrenos, gerando uma superfície aplainada retocada (R3a2), com algumas áreas de colinas dissecadas (R4a2), restando elevações residuais em forma de *inselbergs* (R3b) e agrupamentos de maciços de maior expressão (R4b), que devido à maior resistência ao intemperismo, se mantiveram ressaltados na paisagem (Figura 3.17).

Esta unidade é a mais extensa do território de Alagoas e caracteriza-se por extensas superfícies aplainadas posicionadas, invariavelmente em cotas baixas, entre 150m e 350 metros. Inserem-se, também, no contexto das grandes depressões interplanálticas do Nordeste Brasileiro. A vasta superfície aplainada desta área deprimida é constituída por dois níveis de pedimentação: o primeiro está localizado nos sopés das elevações, com os pedimentos dissecados em lombas; o segundo, em níveis altimétricos mais baixos, é formado por um plano irregular que converge para o rio São Francisco, acompanhando o sentido da drenagem.

A Depressão do Baixo rio São Francisco delimita-se, a leste, com os tabuleiros costeiros e a escarpa ocidental do planalto da Borborema. A norte e a sul, esta unidade se estende pelos estados de Pernambuco e Sergipe, respectivamente. Sua área é drenada em quase sua totalidade com as bacias hidrográficas que drenam para o rio São Francisco, quais sejam: bacias dos rios Traipú, Ipanema, Riacho Grande, Capiá, Talhada e Moxotó (Figura 3.18).

Neste domínio geomorfológico encontra-se disseminado relevos residuais do tipo *inselbergs* que, frequentemente, ressaltam na paisagem monótona das superfícies aplainadas. Os *inselbergs* são relevos residuais isolados, destacados na paisagem aplainada, remanescentes do arrasamento geral dos terrenos. Apresentam amplitude de relevo de 50m a 200 metros, com acentuada inclinação das vertentes, apresentando ocorrência de paredões rochosos subverticais. Os *inselbergs* aparecem na paisagem como



**Figura 3.18** - Leito do rio Ipanema em meio a Depressão do Baixo Rio São Francisco. Município de Poço das Trincheiras. Fotografia: Rogério Valença Ferreira (2011).

montes isolados, elevando-se, em muitos casos, centenas de metros acima do piso da superfície regional. Em parte, essas formas de relevo residual são originadas a partir da resistência diferencial ao intemperismo e à erosão de determinadas litologias (em especial, rochas graníticas ou sieníticas) frente ao conjunto de litologias aflorantes em determinada região (Figura 3.19).

Relevos residuais de maior expressão que os *inselbergs* (amplitudes de até 300 metros e altitudes chegando a 780 metros), são encontrados na porção oeste do domínio, representados pelas serras de Mata Grande e Água Branca, nos municípios homônimos, Serra da Caiçara, no município de Maravilha (Figura 3.20), além da Serra dos Bois, no município de Poço das Trincheiras. As serras de Mata Grande (Figura 3.21) e Água Branca, devido ao efeito orográfico que expõe os maciços aos ventos de leste, são enclaves de umidade e correspondem a pequenos brejos de altitude,



**Figura 3.17** - Superfície aplainada da Depressão do Baixo rio São Francisco, com relevos residuais ao fundo (*inselbergs*). Município de Palmeira dos Índios. Fotografia: Rogério Valença Ferreira (2011).



**Figura 3.19** - Relevo residual (inselberg) em meio à superfície aplainada. Município de Poço das Trincheiras.  
Fotografia: Rogério Valença Ferreira (2011).



**Figura 3.20** - Relevo residual com amplitude altimétrica em torno de 300 m. Serra da Caiçara, no município de Maravilha.  
Fotografia: Rogério Valença Ferreira (2011).



**Figura 3.21** - Enclave de umidade (Brejo de Altitude) da Serra de Mata Grande. Município de Mata Grande.  
Fotografia: Rogério Valença Ferreira (2011).

à semelhança dos encontrados no Planalto da Borborema em Pernambuco e Paraíba (SOUZA; OLIVEIRA, 2006). As condições de umidade ali encontradas propiciam condições para a manutenção de culturas agrícolas (policultura), que em decorrência, fixam as populações rurais em pequenas propriedades (ANDRADE, 2005). Já os morros, de menor amplitude, e as colinas dissecadas, estão distribuídos ao longo de toda a depressão (Figura 3.22).

Nessas superfícies aplainadas com predomínio de intemperismo físico em clima tropical semiárido (Bsh), apresentam-se recobertos com vegetação de caatinga hiperxerófila, com uma extensa área substituída por pastagens, onde a atividade pecuária prevalece (EMBRAPA, 1975).

Neste domínio, prevalecem solos pouco espessos e em geral de boa fertilidade natural, em especial os Planossolos Háplicos eutróficos, Neossolos Litólicos eutróficos e Neossolos Regolíticos eutróficos sob vegetação de caatinga hipoxerófila e, subordinadamente, Luvisolos Crômicos órticos e Argissolos Vermelho-Amarelos e Vermelhos eutróficos sob vegetação de floresta caducifólia (EMBRAPA, 1975, 2011).

Destacam-se nesta unidade, as localidades de Delmiro Gouveia, Santana do Ipanema, São José do Tapera, Piranhas, Pão de Açúcar, Belo Monte, Traipu, Girau do Ponciano, Campo Grande, Craíbas, Estrela de Alagoas, Cacimbinhas, Major Isidoro, Jaramataia, Dois Riachos, Batalha, Olho d'Água das Flores, Carneiros, Ouro Branco, Canapi, Inhapi, Mata Grande e Água Branca.

### Planalto Sedimentar da Bacia do Jatobá

O Planalto Sedimentar da Bacia do Jatobá está assentado em rochas da Bacia Sedimentar do Jatobá, que juntamente com as bacias do Recôncavo e Tucano formam um grande *rift*, feição estrutural eocretácea abortada da

megafratura que originou o Atlântico Sul. Estas bacias foram implantadas sobre zonas de fraquezas antigas do embasamento cristalino que foram decisivas no estabelecimento do padrão estrutural desta fossa. Estão posicionadas numa direção geral N-S, com cerca de 450 km de comprimento e 100 km de largura máxima, e seu extremo norte tem uma deflexão SW-NE, com mais de 150 km que constitui a fossa Jatobá (MILANI, 1985). A mudança no sentido de abertura do rifte, que passa de S-N, no Tucano Norte, para SW-NE, na Bacia do Jatobá é condicionada pela zona de cisalhamento Pernambuco-Paraíba, cuja reativação durante o Eocretácio deu origem à Falha de Ibimirim, limite norte da Bacia de Jatobá (SANTOS et al. 1990; COSTA et al. 2003). Uma importante inversão de relevo se processou ao longo do Cenozóico, onde o antigo gráben cretácico do Jatobá foi alçado a uma posição de planalto, cerca de 200m a 300 metros acima do piso da Depressão Sertaneja, elaborada sobre o substrato ígneo-metamórfico de idade Pré-Cambriana da Província Borborema.

No estado de Alagoas este domínio representa uma pequena área territorial localizada no extremo noroeste, no município de Mata Grande, onde a borda da bacia se expressa como uma escarpa erosiva que limita o Planalto da Bacia do Jatobá (R2b3) com a Depressão do Baixo Rio São Francisco (Figura 3.23). Na base da escarpa podem ser observados arenitos e conglomerados de idade Siluriana da Formação Tacaratu. Nesse domínio predominam os Neossolos Quatzarênicos órticos, produto da desagregação das rochas sedimentares, que apresentam alta permeabilidade e baixa fertilidade, baixa retenção de umidade cobertos por caatinga hiperxerófila, que apresenta um grau de xerofitismo mais acentuado do que a caatinga hipoxerófila em ambiente tipicamente semi-árido ocorrendo com maior expressão no extremo oeste e sudoeste desta região (EMBRAPA, 1975; 2011).



**Figura 3.23** - Escarpa erosiva do Planalto da Bacia do Jatobá. Município de Mata Grande. Fotografia: Rogério Valença Ferreira (2011).

## REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do Nordeste Brasileiro. **Bol. Geomorfologia**, São Paulo, n. 19, p. 38, 1969.
- AB'SÁBER, A. N. **O domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras**. São Paulo: USP, 1974. 37 p.
- ALMEIDA, F. F. M.; NEVES, B. B. B.; CARNEIRO, C. D. R. Origin and evolution of the South-American Platform. **Earth Science Reviews**, Amsterdam, v. 50, n. 1-2, p. 77-111, 2000.
- ANDRADE, M. C. **A Terra e o homem no Nordeste: contribuição ao estudo da questão agrária no Nordeste**. 7. ed. rev. e aum. São Paulo: Cortez, 2005. 334 p.
- ANDRADE G. O.; LINS R. C. **Introdução à morfoclimatologia do Nordeste do Brasil**. 2. ed. e rev. Recife: UFP, 1965.
- BARBOSA, L. M. **Quaternário costeiro do estado de Alagoas: Influências das variações do nível do mar**. 1985. 58 f. Dissertação (Mestrado em Geologia), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1985.
- BITTENCOURT, A. C. S. P.; MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J. M. L.; FERREIRA, Y. A. Dados preliminares sobre a evolução do delta do rio São Francisco (SE/AL) durante o Quaternário: influência das variações do nível do mar. In: SIMPÓSIO DO QUATERNÁRIO DO BRASIL, 4., 1982, Rio de Janeiro. **Atas...** Rio de Janeiro: CTCQ/SBG, 1982. p. 49-68.
- BITTENCOURT, A. C. S. P. et al. Evolução paleogeográfica quaternária da costa do Estado de Sergipe e da costa sul do Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 93-97, 1983.
- BITTENCOURT, A. C. S. P. et al. Wave refraction, river damming and episodes of severe shoreline erosion: the São Francisco river mouth, Northeastern Brazil. **Journal of Coastal Research**, West Palm Beach, USA, v. 23, n. 4, p. 930-938. 2007.
- CASTRO, C. Morfogênese e sedimentação: evolução do relevo do Nordeste e seus depósitos correlativos. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, SP, v. 19, n. 37-38, p. 3-27, 1979.
- CORRÊA, M. M. et al. Caracterização física, química, mineralógica e micromorfológica de horizontes coesos e fragipãs de solos vermelhos e amarelos do ambiente Tabuleiros Costeiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa**, v. 32, n. 1, p. 297-313, 2008.
- COSTA, I. P.; MILHOMEN P. S.; CARVALHO M. S. S. Bacias Sedimentares Brasileiras: Bacia de Jatobá. **Informativo da Fundação Paleontológica Phoenix**, Aracaju, v. 5, n. 53, 2003.
- DANTAS, M. E. (2013). Biblioteca de relevo do território brasileiro. In: BANDEIRA, I. C. N. (Org.) **Geodiversidade do estado do Maranhão**. Teresina: CPRM.2013 p. 133-140.
- DANTAS, M. E.; ARMESTO, R. C. G; ADAMY, A. A. Origem das Paisagens. In: SILVA, Cassio Roberto da (Ed.). **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro**. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. 264 p.
- DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; MARTIN, L. O papel da deriva litorânea de sedimentos arenosos na construção das planícies costeiras associadas às desembocaduras dos rios São Francisco (SE-AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ). **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 98-105, 1983.
- DOMINGUEZ, J. M. L. Deltas dominados por ondas: críticas às idéias atuais com referência particular ao modelo de Coleman & Wright. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 20, n. 1-4, p. 352-361, 1990.
- EMBRAPA. Levantamento exploratório: reconhecimento de solos do Estado de Alagoas. **Boletim Técnico**, v. 35, Recife, p. 1-532, 1975.
- EMBRAPA. **Mapa de reconhecimento de baixa e média intensidade de solos do Estado de Alagoas**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2011. Escala 1:100.000.
- FEIJÓ, F. Bacias de Sergipe e Alagoas. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 146-161, 1994.
- IBGE. **Mapa Geomorfológico do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1995. Escala 1:5.000.000.
- IBGE. **Divisão territorial brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao\_territorial/divisao\_territorial/>. Acesso em: mar. 2012.
- KING, L. C. A Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 147-265, 1956.
- KOSIN, M. (Ed.) et al. **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo: sistema de Informações Geográficas Programa Geologia do Brasil**. Brasília: CPRM, 2004.

LIMA NETO, J. A. et al. Atributos químicos, mineralógicos e micromorfológicos de horizontes coesos de Latossolos e Argissolos dos Tabuleiros Costeiros do Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 473-486, 2011.

MABESOONE, J. M.; CASTRO, C. de. Desenvolvimento geomorfológico do Nordeste brasileiro. **Boletim do núcleo Nordeste da Sociedade Brasileira de Geologia**, Recife, v. 3 p. 5-36, 1975.

MABESSONE, J. M. Panorama geomorfológico do nordeste brasileiro. **Geomorfologia**, São Paulo, v. 56, p. 1-16, 1978.

MILANI, E. J. Tectônica cisalhante na evolução do rifte Recôncavo-Tucano-Jatobá. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 287-292, 1985.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 448 p.

PONTE, F. C. Estudo Morfo-Estrutural da Bacia de Sergipe Alagoas. **Boletim Técnico da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 439-474, 1969.

ROSS, J. L. S. Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 4, p. 25-39, 1985.

ROSS, J. L. S. Os fundamentos da Geografia da Natureza. In: **Geografia do Brasil**. São Paulo: EdUSP, 1997. p. 13-65.

SANTOS, C. F.; CUPERTINO, J. A.; BRAGA, J. A. E. Síntese sobre a geologia das bacias do Recôncavo, Tucano e Jatobá. In: RAJA GABAGLIA, G. P.; MILANI, E. J. (Ed.). **Origem e evolução das bacias sedimentares**. Rio de Janeiro: PETROBRAS, 1990. p. 235-266.

SOUZA, M. J. N.; OLIVEIRA, V. P. V. Os enclaves úmidos e sub-úmidos do semi-árido do Nordeste brasileiro. Mercator, **Fortaleza**, v. 9, p. 85-102, 2006.

# 4

## GEOTURISMO

Tereza Cristina Bittencourt Villanueva (*tereza.villanueva@cprm.gov.br*)

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

### SUMÁRIO

Introdução .....	53
Domínios Geológico-Ambientais e Potencial Geoturístico .....	55
Sedimentos Cenozoicos Inconsolidados ou Pouco Consolidados, Depositados em Meio Aquoso .....	55
Sedimentos Cenozoicos Eólicos .....	57
Sedimentos Cenozoicos Pouco a Moderadamente Consolidados Associados a Tabuleiros .....	58
Sequências Sedimentares Mesozoicas Clastocarbonáticas Consolidadas em Bacias de Margens Continentais .....	59
Complexos Granitoides Não Deformados, Deformados e Intensamente Deformados .....	60
Referências.....	62





## INTRODUÇÃO

Geoturismo é considerado

- um segmento da atividade turística que utiliza de forma sustentável o patrimônio natural e cultural de uma região buscando, além de sua conservação, a formação de uma consciência ambientalista, através da interpretação do ambiente e da promoção do bem-estar das populações envolvidas (RUSCHMANN, 2000).

Mais recentemente, Dowling (2009) define o geoturismo como sendo

- uma prática de turismo sustentável, cujo foco principal consiste na apreciação das feições naturais do substrato do planeta Terra, de uma maneira tal que fomenta no seu público a compreensão cultural e ambiental e a percepção da necessidade de conservação destas feições.

De acordo com Brilha (2005), o geoturismo pode oferecer uma grande oportunidade de aproximação com o público, além de ser um novo produto de turismo direcionado a pessoas motivadas por conhecimento intelectual e por atividades que envolvam aprendizado, exploração, descoberta e imaginação. O conhecimento dessas áreas tem um papel fundamental no aumento do interesse na geoconservação e na geologia, além de promover sua divulgação e uma maior educação ambiental.

O reconhecimento da importância da geologia tem promovido não apenas o conhecimento científico genérico, a preservação e divulgação, como também tem despertado o interesse turístico e econômico. De fato, de acordo com Barreto (2007), a criação de inúmeros circuitos de laser turístico-científicos em áreas de patrimônios geológicos pode servir como polos de atração e de dinamização de muitas regiões. Assim, o geoturismo contribui para o desenvolvimento sustentável, dando resposta a uma procura crescente por parte de um tipo de público que se afasta de outras áreas turísticas normalmente conhecidas.

O geoturismo requer um planejamento prévio e adequado para consolidar-se e desenvolver, garantindo o sucesso da atividade (NASCIMENTO et al, 2008). Sua prática, quando realizada dentro desses moldes, inclusive com o apoio das comunidades locais, favorece a geração de emprego e de renda, promove a minimização dos impactos ambientais e dos problemas socioeconômicos e conserva o patrimônio geológico para as gerações presentes e futuras.

O patrimônio geológico está estreitamente relacionado com a geodiversidade, todavia não pode ser considerado como seu sinônimo. Geodiversidade, de acordo com o conceito adotado pela *Royal Society for Nature Conservation* do Reino Unido in Stanley (2004), é “a variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos, que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais, que são o suporte da vida na Terra”. O patrimônio geológico é apenas uma pequena parte da geodiversidade; consiste em

“um conjunto de sítios geológicos, “geossítios”, assim definidos por possuírem valores científicos, culturais e educativos, além de serem detentores de feições singulares, intrínsecas e de ocorrência rara, os quais permitem conhecer, estudar e interpretar a evolução da história do nosso Planeta.”

O patrimônio geológico está sob constante ameaça, sujeito à ação predatória do homem e ao desconhecimento das pessoas quanto aos conceitos das ciências da Terra. Nesse contexto o patrimônio geológico, de acordo com Galopim de Carvalho (1998),

“é todo conjunto de locais e objetos geológicos que, pela sua favorável exposição e conteúdo, constituem documentos que testemunham a história da Terra, onde alguns, pelas suas características de raridade, didatismo ou grandiosidade, são designados por geomonumentos.”

Estes patrimônios têm merecido nos últimos anos reconhecido interesse, pois sendo constituídos por recursos naturais não renováveis, a sua caracterização revela-se de grande importância. Também imprescindível, de acordo com Burek e Potter (2002) é a necessária definição de estratégias para a sua preservação, o que pode ser entendido genericamente como geoconservação.

As questões relacionadas com a conservação do patrimônio geológico ou geoconservação são muito recentes, tendo despontado somente na década de 80 do século XX na Europa. A temática da geoconservação está fundamentada na elaboração e implementação de estratégias de conservação do patrimônio geológico a partir da utilização de metodologias de trabalho que visam à sistematização de ações de inventariação, avaliação, conservação, valorização, divulgação e monitoramento do patrimônio geológico de uma determinada área, seja um país, estado, área protegida etc. (PEREIRA et al, 2008).

A Europa atualmente, é o continente que se encontra em fase mais avançada no processo de desenvolvimento e implementação de estratégias de geoconservação, quer a nível nacional, como internacional (WIMBLEDON et al., 2004; BUREK; PROSSER, 2008).

No Brasil, a temática da geoconservação ainda é pouco conhecida e estudada, sendo raros os trabalhos que abordam a questão teórica sobre conceitualizações do patrimônio geológico, estudos sistemáticos relacionados ao patrimônio, estudos com ênfase na preservação deste patrimônio, estratégia nacional de geoconservação, bem como a integração destes estudos com a legislação brasileira (SOUZA; MIRANDA, 2007).

Para Sharples (2002), a geoconservação pode ser definida como sendo “a conservação da diversidade de feições geológicas (substrato rochoso), geomorfológicas (geofomas) e pedológicas, incluindo suas combinações, sistemas e processos, em função dos seus valores intrínsecos, ecológicos e patrimoniais”.

De acordo com Brilha (2005), a geoconservação tem por definição

“a conservação e gestão de ocorrências de um ou mais elementos representativos da geodiversidade e seus processos associados, bem delimitados geograficamente e que apresentem valor singular do ponto de vista científico, pedagógico, intrínseco, econômico, cultural, estético, dentre outros.”

Geodiversidade é um conceito relativamente recente, de acordo com Brilha, op. cit. (2005). Gray (2004; 2008) aponta que este termo evoluiu a partir da Convenção da Biodiversidade, documento firmado na Rio/92, uma vez que para muitos geocientistas havia uma equivalência na diversidade de formas e elementos do meio físico do planeta Terra.

Kozłowski (2004) define a geodiversidade como

“a variedade natural da superfície terrestre, envolvendo os seus aspectos geológicos e geomorfológicos, solos, águas superficiais, bem como todos os demais sistemas resultantes de processos naturais (endógenos e exógenos) ou antrópicos.”

Em 2008, o Serviço Geológico do Brasil - CPRM lançou o mapa e livro texto - Geodiversidade do Brasil, em escala 1:2.500.000, onde define geodiversidade como sendo

“o estudo da natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, fenômenos e processos geológicos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, solos, águas, fósseis 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).”

A geoconservação, de acordo com Pereira (2010), consiste em um conjunto de práticas focadas na proteção do patrimônio geológico. Ao longo dos anos, esta temática vem se difundindo cada vez mais ao redor do mundo e em 2004, a UNESCO criou a Rede Global de Geoparques, que tem entre os seus objetivos a conservação do patrimônio geológico e a promoção do desenvolvimento sustentável.

O conceito de geoparque, na concepção da UNESCO (2008), traz na sua essência a união entre a conservação dos elementos do meio físico e o desenvolvimento sustentável, com enfoque no geoturismo. Dessa forma,

“um Geoparque é uma área com um patrimônio geológico de importância, com uma estrutura de gestão coerente e forte, e com uma estratégia de desenvolvimento econômico sustentável. Um Geoparque cria oportunidades de emprego aprimorados para as pessoas que vivem lá, trazendo benefício econômico real e sustentável, geralmente por meio do desenvolvimento do turismo sustentável. No âmbito de um Geoparque, o patrimônio geológico e o conhecimento geológico são compartilhados com o público em geral e relacionados com aspectos mais amplos do ambiente natural e cultural, que muitas vezes estão intimamente relacionados com a geologia e a paisagem.

Na Europa existe a *European Geoparks Networks*, com parques na França, Alemanha, Espanha, Portugal e Grécia. A organização define o Parque Europeu como um território que inclui uma herança geológica específica e uma estratégia de desenvolvimento territorial sustentável, suportado por um programa europeu para a promoção do desenvolvimento (REG, 2006).

No Brasil, a iniciativa mais importante e abrangente nesse sentido é, sem dúvida, o projeto Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil (SIGEP). Este projeto tem como principal objetivo elencar os geossítios brasileiros para a lista indicativa global de sítios geológicos (GILGES - *Global Indicative List of Geological Sites*). Envolve representantes de toda a comunidade geológica brasileira, tendo o apoio de grandes organismos internacionais como a UNESCO, a *International Union for the Geological Sciences* (IUGS), o *International Geological Correlation Programme* (IGCP), o *International Union for the Conservation of the Nature* (IUCN) e o *Working Group on Geological and Paleontological Sites* (GEOTOPES).

A CPRM vem desenvolvendo trabalhos nesse sentido, adotando as sugestões de estratégias de geoconservação apresentadas por Brilha (2005), cuja metodologia adotada está sendo desenvolvida, adaptada e aplicada para a realidade brasileira, dentro do Programa Nacional de Geoparques do Brasil.

A inventariação de geossítios é considerada primordial para o desenvolvimento e implementação de uma estratégia de geoconservação, uma vez que este conhecimento sobre o patrimônio geológico constituirá a base de dados necessária para viabilizar as ações subsequentes da estratégia de geoconservação, de forma a orientar a determinação do tipo e extensão das medidas necessárias para a proteção de geossítios e, conseqüentemente, do geoparque proposto, bem como otimizar a gestão do ambiente, dos recursos geológicos e das paisagens naturais, possibilitando assim a proteção da natureza (GRANDGIRARD, 1999).

Considerando que as políticas de conservação da natureza deverão fornecer uma visão integrada dos recursos naturais, é imprescindível sensibilizar os gestores das áreas protegidas, disponibilizando informações relativas ao patrimônio geológico, suas características e necessidades de preservação e valorização. Assim, toda a base de dados e informações obtidas no trabalho de inventário deve ser utilizada, não apenas como catálogo e registro de áreas e suas características, mas também como fonte de suporte para a elaboração de recursos interpretativos que visem à divulgação do patrimônio geológico junto ao grande público.

Esse capítulo tem o objetivo de elencar os locais com potencial geoturístico, representados no Mapa Geodiversidade do Estado de Alagoas, bem como as Unidades de Conservação (Figura 4.1). Para o trabalho em questão foram realizados o reconhecimento, catalogação e integração de dados georreferenciados e levantamento de atributos

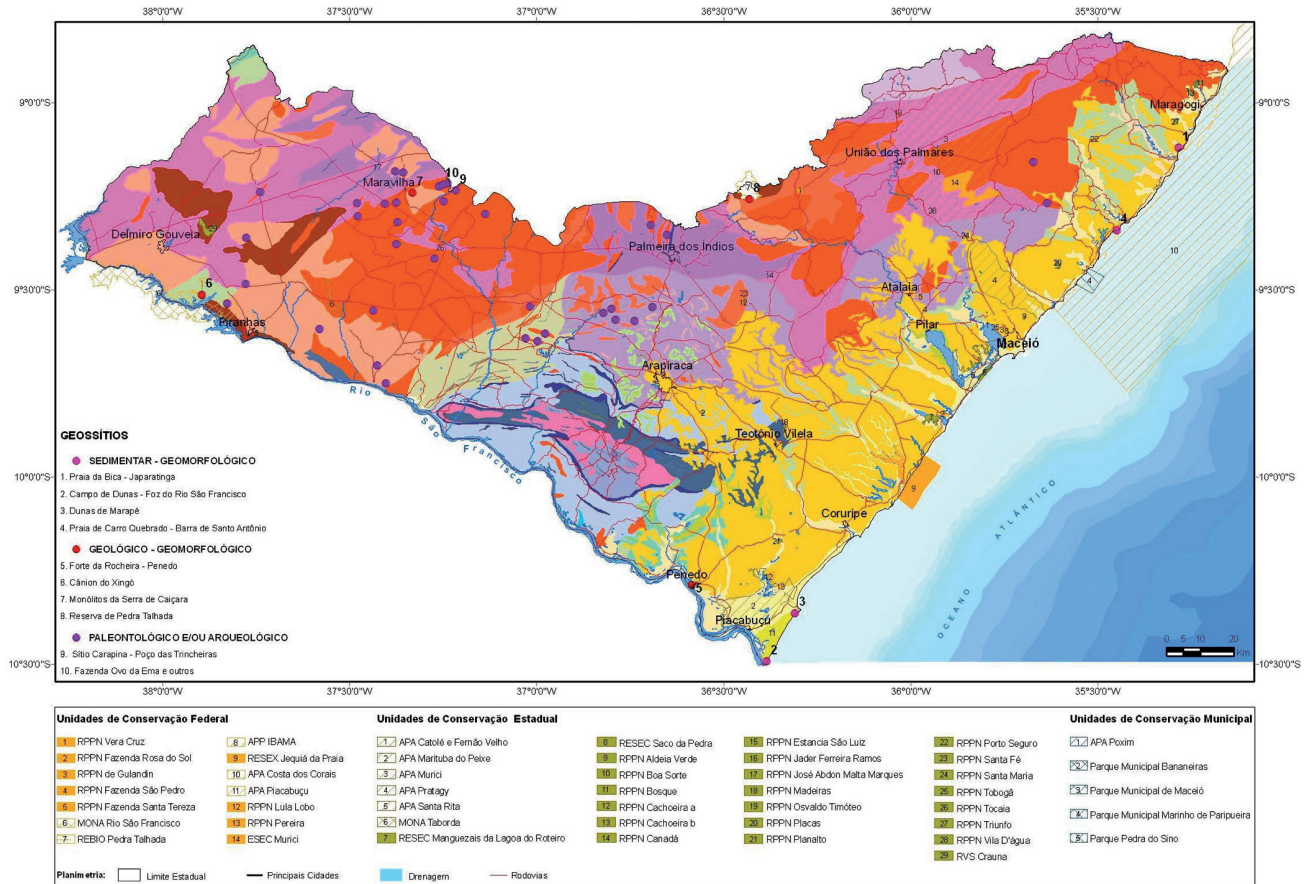


Figura 4.1 - Mapa Geodiversidade do Estado de Alagoas com as Unidades de Conservação e os Pontos Geoturísticos. Fonte: elaborado pelo autor (2011).

geológicos, geomorfológicos e ecológicos em campanhas de campo, compatibilizando essas informações com os Domínios Geológico-Ambientais individualizados no Estado (Figuras 4.2, 4.9, 4.12, 4.14 e 4.15).

Todos os dados obtidos foram integrados gerando informações que podem ser utilizadas pelos órgãos gestores municipais, no sentido de incentivar a preservação e a valorização do patrimônio geoturístico dessas áreas, bem como coibir atividades que venham a ocasionar danos ambientais, além de contribuir com a divulgação do patrimônio geoturístico do estado de Alagoas junto ao grande público.

## DOMÍNIOS GEOLÓGICO-AMBIENTAIS E POTENCIAL GEOTURÍSTICO

### Sedimentos Cenozoicos Inconsolidados ou Pouco Consolidados, Depositados em Meio Aquoso

Esse domínio caracteriza-se por ambientes formados por sedimentos cenozoicos inconsolidados ou pouco consolidados, depositados em meio aquoso (Figura 4.2),

com ocorrência ao longo da costa alagoana e margeando alguns rios e lagoas próximos ao litoral.

É frequente a presença de praias repletas de coqueiros, bem como rios e lagoas com presença de sedimentos depositados em planícies aluvionares recentes (Figuras 4.3 e 4.4). Essas áreas constituem depósitos formados nas margens, fundos de canal e nas planícies de inundação de rios constituídos por areias, cascalheiras, siltes e argilas resultantes de processos de erosão, transporte e deposição, provenientes de áreas fontes diversas. Nesse contexto, destaca-se o rio São Francisco localizado no extremo sul do estado, margeado por extensos cordões litorâneos e terraços aluvionares expondo belas praias, sendo locais propícios ao turismo de aventura.

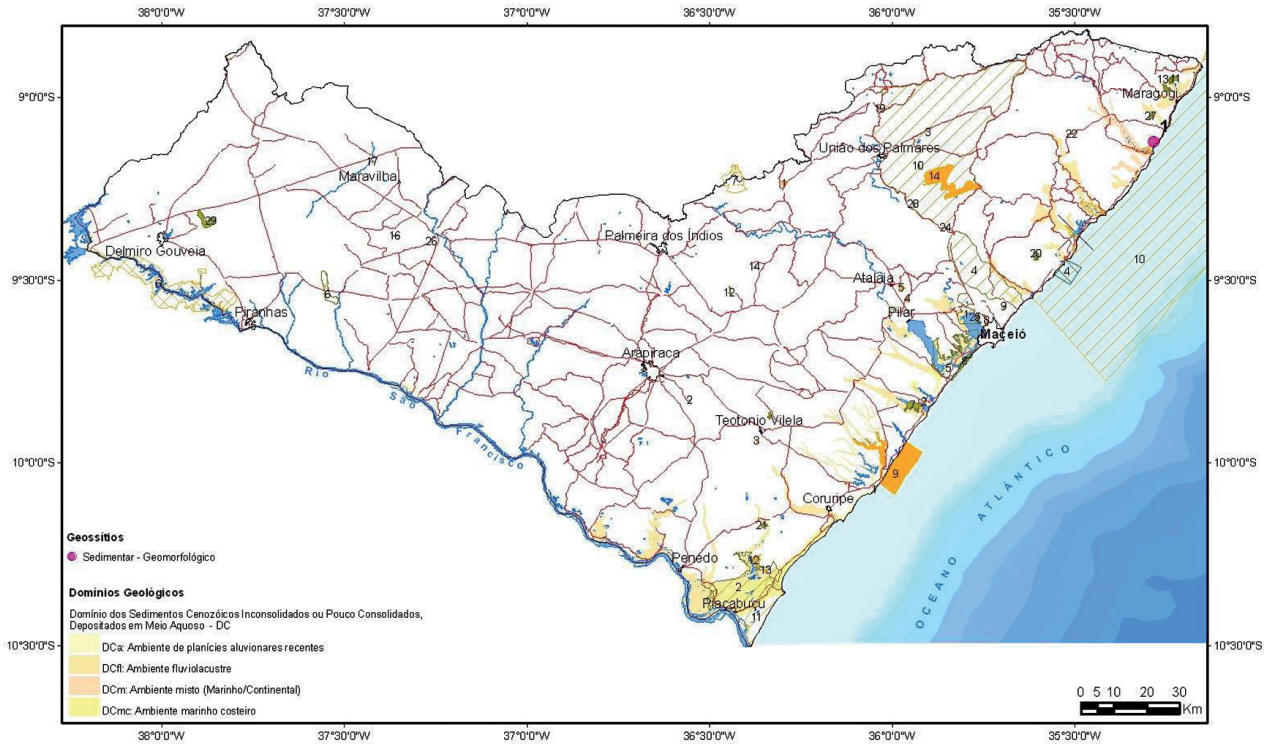
A região litorânea do estado é formada por zonas de transição entre ecossistemas aquáticos e terrestres que abrigam lagoas permanentes e temporárias, margeadas por extensos e exuberantes manguezais que constituem locais importantes para a reprodução de peixes, sendo também hábitat de vários animais, bem como aves aquáticas e terrestres.

Os ecossistemas de manguezais (Figura 4.5) são protegidos por legislação federal, devido à importância que

representam para o ambiente marinho. São ecossistemas de elevada diversidade biológica, tanto de fauna, quanto de flora. Nesse ambiente, uma grande variedade de peixes costuma se reproduzir e se alimentar e muitas aves também o utilizam para procriação. Podem ser espécies endêmicas ou aves migratórias. Os ambientes de manguezais são fundamentais para a procriação e o crescimento dos filhotes de vários animais, como rota migratória de aves e alimentação de peixes, além disso, colaboram para o enriquecimento

das águas marinhas com sais nutrientes e matéria orgânica. Todo esse conjunto constitui ecossistemas de valor científico e beleza singular.

No rio Tatuamunha, localizado na região costeira, existe o Projeto de Preservação do Peixe-Boi Marinho - "*trichechus manatus manatus*", de responsabilidade do Instituto Chico Mendes (ICMBIO), constituindo-se em viveiros com berçários e currais desses animais, com sua posterior reintegração à natureza na fase adulta (Figura 4.6).



**Figura 4.2** - Domínio Geológico Ambiental dos Sedimentos Cenozoicos inconsolidados ou pouco consolidados, depositados em meio aquoso. Fonte: elaborado pelo autor (2011).



**Figura 4.3** - Praia da Bica, litoral centro-norte do estado de Alagoas. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



**Figura 4.4** - Praia da Bica, detalhe das estratificações e estruturas sedimentares. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



**Figura 4.5** - Depósitos de manguezais localizados nas margens da lagoa do Mundaú. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



**Figura 4.6** - Berçário de peixes-boi no rio Tatuamunha, de responsabilidade do ICMBIO.

Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).

A área possui uma série de unidades de conservação municipais, estaduais e federais, além de RPPNs - Reserva Particular do Patrimônio Natural. Esta última é considerada um tipo de unidade de conservação brasileira prevista no Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, constituindo-se em uma área privada, com o objetivo de conservar a diversidade biológica.

### Sedimentos Cenozoicos Eólicos

Os depósitos eólicos localizam-se nas regiões litorâneas, sobretudo nas regiões centro-sul do estado, geralmente associados à foz de rios, como o São Francisco no extremo sul (Figuras 4.7, 4.8 e 4.9).

Nos depósitos eólicos foram identificados dois domínios geomorfológicos, o de dunas ativas (Figura 4.7) e o de dunas inativas (Figura 4.8). Sua formação ocorreu no Quaternário a partir do retrabalhamento de areias da própria planície costeira com contribuição de sedimentos do Grupo Barreiras.

A distinção dos domínios ocorreu através de critérios biológicos, que envolvem principalmente a presença da co-

bertura vegetal, predominando no litoral a vegetação aberta, do tipo restinga, que frequentemente ocorre recobrendo as dunas inativas. As ativas são dunas sem recobrimento vegetal, que se encontram em constante movimentação, em função da direção e sentido dos ventos locais, sendo também muito frequentes no litoral do estado.

As dunas da foz do rio São Francisco constituem um grande atrativo geoturístico. Essa região é formada por um alargamento da planície quaternária, com o desenvolvimento de extensos terraços marinhos holocênicos, recobertos tanto por campos de dunas costeiras móveis, como por campos de dunas costeiras fixas, que se constituem em uma unidade de conservação ambiental (APA de Piaçabuçu), (Figura 4.7).

O campo de dunas fixas de Marapé, localizado no litoral sul, também é uma área de elevado potencial geoturístico (Figura 4.8). As dunas fixas, predominantes em praticamente toda a extensão litorânea do estado, são recobertas por vegetação, o que favorece a estabilização dos sedimentos.



**Figura 4.7** - Depósitos de dunas costeiras móveis na foz do rio São Francisco. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



**Figura 4.8** - Depósitos de dunas fixas de Marapé, sul do estado. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).

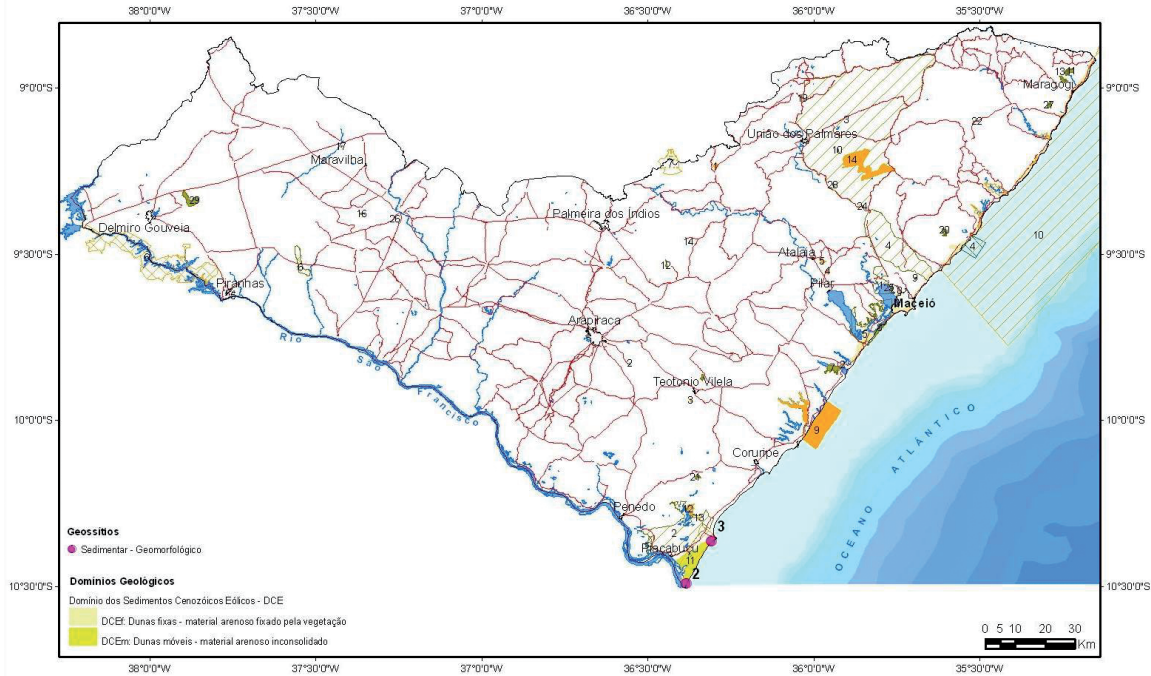


Figura 4.9 - Domínio Geológico Ambiental dos Sedimentos Cenozoicos Eólicos. Fonte: elaborado pelo autor (2011).

### Sedimentos Cenozoicos Pouco a Moderadamente Consolidados Associados a Tabuleiros

Geomorfologicamente, a área estudada inclui-se na região nordestina ou litoral das barreiras caracterizada pela constante presença de depósitos sedimentares do Grupo Barreiras, que formam tabuleiros, que consistem em superfícies relativamente planas, dissecadas pela drenagem atual e suavemente inclinadas para o oceano, formando cenários de rara beleza cênica, com presença de inúmeros pontos geoturísticos. Merecem destaque a praia do Carro Quebrado (Figura 4.10) e a praia da Bica (Figura 4.11).

Os afloramentos do Grupo Barreiras separam a região costeira da sublitorânea e terminam próximo ao mar, em falésias muitas vezes ativas. As planícies litorâneas de cris-



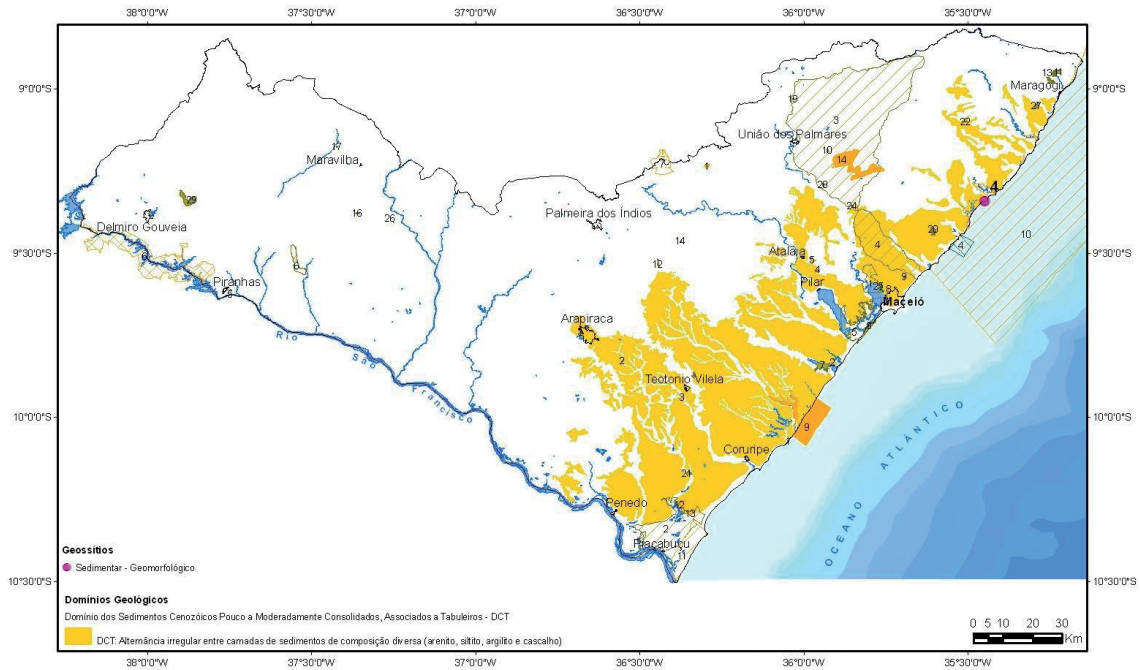
Figura 4.10 - Tabuleiros do Grupo Barreiras na praia do Carro Quebrado, litoral norte do estado. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



Figura 4.11 - Tabuleiros do Grupo Barreiras na praia da Bica, litoral norte do estado. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).

tas praias são pouco desenvolvidas ou inexistentes, o que denota uma tendência maior à erosão do que à sedimentação, conforme evidenciado pela presença constante de falésias de rochas mais antigas, com até 30m a 40 metros de altura, não apenas do Grupo Barreiras, como também de depósitos de paleopraias quaternárias, na forma de terraços de construção marinha, e de paleodunas.

Os tabuleiros do Grupo Barreiras localizam-se na região centro-leste do estado (Figura 4.12), sendo constituídos por sedimentos areno-argilosos, com extensas planícies que propiciam o cultivo de cana-de-açúcar e a criação bovina. Ao longo da zona costeira do estado ocorrem falésias formadas por estes tabuleiros, que se estendem ao longo do litoral, adentrando para o continente, sobretudo nas áreas de topografia mais elevadas.



**Figura 4.12** - Domínio Geológico Ambiental dos Sedimentos Cenozoicos pouco a moderadamente consolidados associados a tabuleiros.  
 Fonte: elaborado pelo autor (2011).

### Sequências Sedimentares Mesozoicas Clastocarbonáticas Consolidadas em Bacias de Margens Continentais

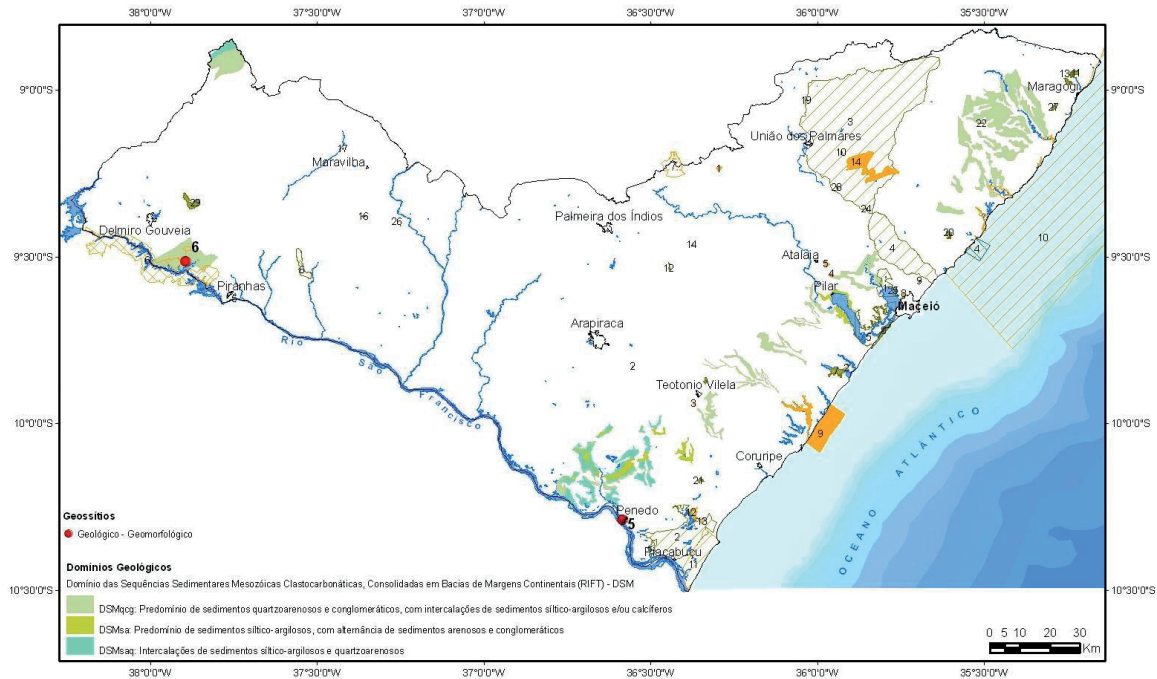
As rochas desse domínio formam o cânion do Xingó, considerado o maior cânion navegável e o quinto maior cânion em extensão do mundo (Figuras 4.13 a e b). Localiza-se no baixo curso do rio São Francisco, com cerca de 100 km de extensão (Figura 4.14), com trechos declivosos com ocorrência de cachoeiras e corredeiras, até as proximidades da cidade de Pão de Açúcar, onde é interrompido pela barragem da usina hidrelétrica de Xingó. Desse trecho até a foz perfaz um percurso de cerca de 165 km, destacando-se as cidades de Piranhas e Penedo, onde o rio começa a se apresentar com menor declividade, mais aplainado, originando um sistema de meandros, com trechos navegáveis formando belos cenários de rara beleza cênica.

O potencial geoturístico da região é muito diversificado, com destaque para os esportes de aventura como canoísmo, boia-cross, rapel, *trekking* e tirolesa. No cânion do “Velho Chico”, podem ser praticados esportes náuticos e aéreos. As rochas que ocorrem nas margens desse cânion também podem ser utilizadas para a prática de rapel e tirolesa. Dentro do complexo hidrelétrico da CHESF, também existe um teleférico, situado sobre o cânion, que é utilizado como base de sustentação para os saltos de *bungee-jump*.

Foram catalogados nas proximidades do cânion do São Francisco vários sítios arqueológicos e em suas escavações foram encontrados utensílios em cerâmica e osso que retratam a história de vida dos homens primitivos que habitavam a região.



**Figuras 4.13a e b** - Paredões de rocha arenítica no cânion do Xingó, rio São Francisco, localizado na divisa entre os estados de Alagoas e Sergipe. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011)



**Figura 4.14** - Domínio Geológico Ambiental das seqüências sedimentares mesozoicas clastocarbonáticas consolidadas em bacias de margens continentais. Fonte: elaborado pelo autor (2011).

### Complexos Granitoides não Deformados, Deformados e Intensamente Deformados

Ocorrência de granitos modelados por intemperismo físico-químico formando monólitos de diferentes configurações observados na serra da Caiçara (Figura 4.15), onde existe um resquício de Mata Atlântica formada no semiárido em função da presença de um microclima úmido local. Nessa área será implantada uma unidade de conservação para preservação das unidades florísticas e faunísticas locais (RESERVA BIOLÓGICA).



**Figura 4.15** - Granitos modelados por intemperismo físico-químico na serra da Caiçara, noroeste do estado. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).

Os principais sítios paleontológicos identificados em Alagoas se encontram nos municípios de Água Branca, Delmiro Gouveia, Inhapi, Olho d'Água do Casado, Piranhas, Pão de Açúcar, Ouro Branco, Maravilha, Poço das Trincheiras, Santana do Ipanema, Dois Riachos, Cacimbinhas, Major Isidoro, Jaramataia, Palmeira dos Índios, Igaci, Penedo, Anadia e São Luís do Quitunde. Em alguns locais, como em Santana do Ipanema (Figura 4.16), ocorrem associados a esses geossítios, pinturas rupestres e outros materiais datados em até 8.000 anos, agregando valor aos mesmos. No sertão a preservação é mais duradoura devido ao clima seco e árido (IPHAN, 2012).



**Figura 4.16** - Presença de Arte Rupestre, no sítio Carapina, município de Santana do Ipanema. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).

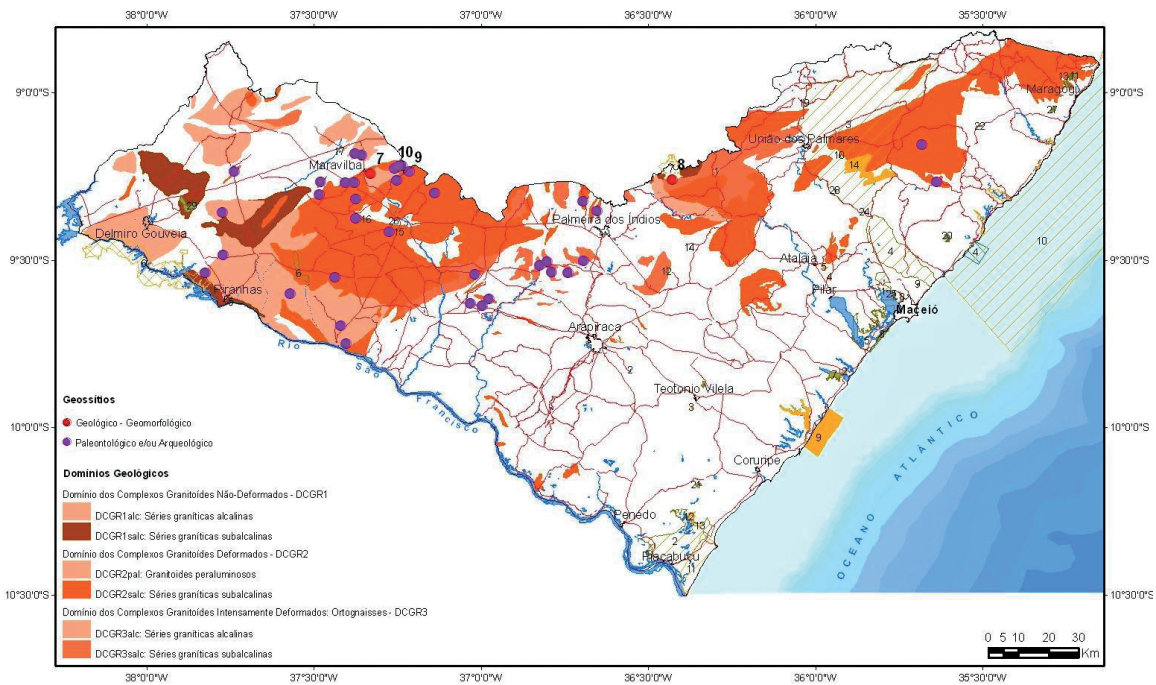


Na Figura 4.17 pode-se observar os Domínios Geológicos do Mapa Geodiversidade do Estado de Alagoas com alguns dos geossítios geológico-geomorfológicos e paleontológicos-arqueológicos, catalogados em trabalhos de campo.

No estado de Alagoas os principais sítios paleontológicos estão concentrados sobretudo na região semiárida, onde os fósseis são encontrados em depósitos chamados de “tanques” que são formados por bolsões e lentes de materiais argilo-arenosos localizados nos interstícios das rochas graníticas que se constituem em verdadeiros sítios paleontológicos (IPHAN, 2012).

Nos últimos quinze anos, de acordo com o IPHAN (2012), a equipe do setor de paleontologia do Museu de História Natural da Universidade Federal de Alagoas (SP-MHN-UFAL) tem coletado fósseis em diversas escavações paleontológicas. Baseando-se nesse material, principalmente em ossos cranianos e dentes, foi possível identificar a maioria das espécies e conhecer um pouco sobre os hábitos alimentares e possíveis nichos ecológicos desses organismos no ecossistema passado.

Dentre os fósseis da megafauna pleistocênica, preservados total ou parcialmente, destacam-se *Catonyx cuvieri* e *Ereomotherium laurillardii* (preguiças gigantes), *Eqqus*



**Figura 4.17** - Domínio Geológico Ambiental dos Complexos Granitoides não deformados, deformados e intensamente deformados. Fonte: elaborado pelo autor (2011).



**Figura 4.18** - Tanques com deposição de sedimentos argilo-arenosos contendo fósseis de mamíferos pleistocênicos, fazenda Ovo da Ema-I (município de Maravilha). Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



**Figura 4.19** - Tanques com deposição de sedimentos argilo-arenosos contendo fósseis de mamíferos pleistocênicos, fazenda Ovo da Ema-II (município de Maravilha). Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).

(*Amerhippus neogaeus* (similar ao cavalo), *Panocthus* sp. e *Glyptodon* sp. (tatus gigantes), além do *Blastocerus dichotomus* (cervo do Pantanal), (IPHAN, 2012). Esses organismos são encontrados em escavações, sobretudo no oeste do estado, em vários sítios paleontológicos, como nas fazendas Ovo da Ema I e II (Figuras 4.18 e 4.19), constituindo-se em importante aquisição para o acervo paleontológico brasileiro.

## REFERÊNCIAS

- BARRETO, J. M. C. **Potencial Geoturístico da Região de Rio de Contas Bahia - Brasil**. 2007. 164 f. Dissertação (Mestrado em Geociências), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.
- BRILHA, J. **Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. Viseu: Palimage, 2005. 190 p.
- BUREK C.; POTTER J. Local geodiversity action plans. Setting the context for geological conservation. **English Nature Research Reports**, Peterborough, UK, 2002. 64 p.
- BUREK, C. V.; PROSSER, C. D. The history of geoconservation: an introduction. **The Geological Society**, London: The Geological Society, 2008. p. 1-5. (Special Publications, 300).
- DOWLING, R. **Geotourism's contribution to local and regional development**. In: NETO DE CARVALHO, C.; RODRIGUES, J. C. (Ed.). *Geoturismo e desenvolvimento local*. Idanha Nova/PT: [s.n.], 2009. p. 15-37.
- GALOPIM DE CARVALHO, A. M. Geomonumentos – uma reflexão sobre a sua classificação e enquadramento num projeto alargado de defesa e valorização do património. **Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro**, Lisboa, PT, t. 84, n. 2, 1998.
- GRANDGIRARD V. L'évaluation des géotopes. **Geologica Insubrica**, Casella, v. 4, n. 1, p. 59-66, 1999.
- GRAY, Murray. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. Chichester: John Wiley & Sons, 2004. 434 p.
- GRAY, M. Geodiversity: the origin and evolution of a paradigm. In: BUREK, C.V.; PROSSER, C.D. (Ed). **The history of Geoconservation**. London: The Geological Society, 2008. p. 31-36. (Special Publications, 300).
- KOZŁOWSKI S. Geodiversity. The concept and scope of geodiversity. **Przegląd Geologiczny**, Pomorskie, 52, n. 8-2, p. 833-837, 2004.
- NASCIMENTO, M. A. L.; RUCHKYS, U. A.; NETO, V. M. **Geodiversidade, geoconservação e geoturismo: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico**. São Paulo: SBG, 2008. 86 p.
- PEREIRA, R.F.; BRILHA, J.; MARTINEZ, J.E. Proposta de enquadramento da geoconservação na legislação ambiental brasileira. *Memórias e Notícias*, v. 3, p. 491-494, 2008.
- PEREIRA, R.G.F. de A. **Conservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia-Brasil)**. 2010. 295 f. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade do Minho, Portugal, 2010.
- REG - Rede Europeia de Geoparques, 2006. Disponível em: <[www.europeangeoparks.org](http://www.europeangeoparks.org)>. Acessado em: 05 set. 2012.
- RUSCHMANN, D. **Planejamento e marketing turístico: a proteção do meio ambiente**. Campinas, SP: Papirus, 2000. 199 p. (Coleção turismo).
- SHARPLES, C. (Comp.). **Concepts and principles of geoconservation**. Australia: Parks & Wildlife Service, 2002. 79 p.
- SILVA, C.R. da (Ed.). **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro**. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. 264 p.
- SOUZA, A. R.; MIRANDA, R. L. C. A produção científica acerca do patrimônio geológico: análise das referências bibliográficas brasileiras e portuguesas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 8., 28-31 out. 2007, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA/PPGCI; Ancib, 2007.
- STANLEY, M. Geodiversity: linking people, landscapes and their culture. In: M.A. Parkes (Ed.). **Natural and Cultural Landscapes: The Geological Foundation**. Dublin, Ireland: Royal Irish Academy, 2004. p. 47-52.
- TEIXEIRA, L.; POZZI, H. A.; SILVA, Jorge Luiz L. da (Org.). **Patrimônio Arqueológico e Paleontológico de Alagoas**. Alagoas: Iphan, 2012. 84 p.
- UNESCO. **Diretrizes operacionais para a implementação da convenção do patrimônio mundial**, 2008. Disponível em: <<http://whc.unesco.org/en/guidelines/>>. Acesso em: 10 ago. 2012.
- WIMBLETON, W. A. P.; BARNARD, A. F.; PETERKEN, A. G. Geosite management: A widely applicable practical approach. In: PARKS, M.A. (Ed.) **Natural and Cultural Landscapes: The Geological Foundation**. Dublin, Ireland: Royal Irish Academy, 2004. p. 187-192.

# 5

## METODOLOGIA, ESTRUTURAÇÃO DA BASE DE DADOS E ORGANIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES EM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Maria Angélica Barreto Ramos (*angelica.barreto@cprm.gov.br*)<sup>1</sup>

Marcelo Eduardo Dantas (*marcelo.dantas@cprm.gov.br*)<sup>1</sup>

Antônio Theodorovicz (*antonio.theodorovicz@cprm.gov.br*)<sup>1</sup>

Valter José Marques (*valter.marques@cprm.gov.br*)<sup>1</sup>

Vitório Orlandi Filho (*vitórioorlandi@gmail.com*)<sup>2</sup>

Maria Adelaide Mansini Maia (*adelaide.maia@cprm.gov.br*)<sup>1</sup>

Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff (*pedro.augusto@cprm.gov.br*)<sup>1</sup>

CPRM – Serviço Geológico do Brasil<sup>1</sup>

Consultor<sup>2</sup>

### SUMÁRIO

Introdução .....	65
Procedimentos Metodológicos .....	65
Definição dos Domínios e Unidades Geológico-Ambientais .....	65
Atributos da Geologia .....	66
Deformação .....	66
Tectônica: dobramentos .....	66
Tectônica: fraturamento (juntas e falhas)/cisalhamento .....	66
Tipo de deformação .....	66
Aspecto .....	66
Comportamento Reológico .....	66
Resistência ao Intemperismo Físico .....	66
Resistência ao Intemperismo Químico .....	67
Grau de Coerência .....	67
Características do Manto de Alteração Potencial (Solo Residual) .....	67

Porosidade Primária .....	68
Característica da Unidade Lito-Hidrogeológica.....	68
Atributos do Relevo .....	68
Modelo Digital de Terreno – Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) .....	71
Mosaico Geocover 2000 .....	71
Análise da Drenagem.....	71
<i>Kit</i> de Dados Digitais.....	71
Trabalhando com o <i>kit</i> de dados digitais .....	72
Estruturação da Base de Dados: GEOBANK.....	74
Atributos dos Campos do Arquivo das Unidades Geológico-Ambientais: Dicionário de Dados.....	76
Referências.....	77

## INTRODUÇÃO

Neste capítulo são apresentadas as diversas etapas que envolveram o tratamento digital dos dados no desenvolvimento do SIG Mapa Geodiversidade do Estado de Alagoas, do Programa Geologia do Brasil (PGB) da CPRM/SGB, integrante do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC 2012), que tem como objetivo a geração de produtos voltados para o ordenamento territorial e o planejamento dos setores mineral, transportes, agricultura, turismo e meio ambiente.

As informações produzidas estão alojadas no GEO-BANK (sistema de bancos de dados geológicos corporativo da CPRM/SGB), a partir das informações geológicas multiescalares contidas em suas bases Litoestratigrafia e Recursos Minerais, além da utilização de sensores como o Modelo Digital de Terreno SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), do Mosaico GeoCover 2000 e das informações de estruturas e drenagem (CPRM, 2004; RAMOS et al., 2005; THEODOROVICZ; THEODOROVICZ; CANTARINO, 1994, 2000 e 2002; THEODOROVICZ; THEODOROVICZ, 2005; TRAININI; ORLANDI, 2003; TRAININI et al., 2001).

Do mesmo modo que na elaboração do Mapa Geodiversidade do Brasil (escala 1:2.500.000), também foram utilizadas, para o Mapa Geodiversidade do Estado da Alagoas, informações temáticas de infraestrutura, recursos minerais, unidades de conservação, terras indígenas e áreas de proteção integral e de desenvolvimento sustentável estaduais e federais, dados da rede hidrológica e de água subterrânea, áreas impactadas (erosão, desertificação), áreas oneradas pela mineração, informações da Zona Econômica Exclusiva da Plataforma Continental (ZEE), gasodutos e oleodutos, dados paleontológicos, geoturísticos e paleontológicos.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Assim como para o Mapa Geodiversidade do Brasil e do SIG Geodiversidade ao Milionésimo, os levantamentos estaduais foram elaborados seguindo as orientações contidas em roteiro metodológico preparado para essa fase, apoiados em *kits* digitais personalizados para cada estado, que contêm todo o material digital (imagens, arquivos vetoriais etc.) necessário ao bom desempenho da tarefa.

A sistemática de trabalho adotada permitiu a continuação da organização dos dados na base Geodiversidade inserida no GEOBANK (CPRM/SGB), desde a fase do recorte ao milionésimo até os estaduais e, sucessivamente, em escalas de maior detalhe (em trabalhos futuros), de forma a possibilitar a conexão dos dados vetoriais aos dados alfanuméricos. Em uma primeira fase, com auxílio dos elementos-chave descritos nas tabelas dos dados vetoriais, é possível vincular facilmente mapas digitais ao GEOBANK (CPRM/SGB), como na montagem de SIGs, em que as tabelas das *shapefiles* (arquivos vetoriais) são produtos da consulta sistemática ao banco de dados.

## DEFINIÇÃO DOS DOMÍNIOS E UNIDADES GEOLÓGICO-AMBIENTAIS

O estabelecimento de domínios geológico-ambientais e suas subdivisões para o estado de Alagoas inserem-se nos critérios adotados para a definição dos domínios e unidades geológico-ambientais do Brasil, com o objetivo de se agrupar conjuntos estratigráficos de comportamento semelhante frente ao uso e ocupação dos terrenos. Da mesma forma, o resultado obtido não foi um mapa geológico ou tectônico, mas sim um novo produto, denominado Mapa Geodiversidade do Estado de Alagoas, no qual foram inseridas informações de cunho ambiental, muito embora a matéria-prima para as análises e agrupamentos tenha sido proveniente das informações contidas nas bases de dados de Litoestratigrafia e Recursos Minerais do GEO-BANK (CPRM/SGB), bem como na larga experiência em mapeamento e em projetos de ordenamento e gestão do território dos profissionais da CPRM/SGB.

Em alguns casos foram agrupadas, em um mesmo domínio, unidades estratigráficas com idades diferentes, desde que a elas se aplicasse um conjunto de critérios classificatórios, como: posicionamento tectônico, nível crustal, classe da rocha (ígneas, sedimentar ou metamórfica), grau de coesão, textura, composição, tipos e graus de deformação, expressividade do corpo rochoso, tipos de metamorfismo, expressão geomorfológica ou litotipos especiais. Se, por um lado, agruparam-se, por exemplo, quartzitos friáveis e arenitos friáveis, por outro foram separadas formações sedimentares muito semelhantes em sua composição, estrutura e textura, quando a geometria do corpo rochoso apontava no sentido da importância em distinguir uma situação de extensa cobertura de uma situação de pacote restrito, limitado em riftes.

O principal objetivo para tal compartimentação é atender a uma ampla gama de usos e usuários interessados em conhecer as implicações ambientais decorrentes do embasamento geológico. Para a elaboração do Mapa Geodiversidade do Brasil (escala 1:2.500.000), analisaram-se somente as implicações ambientais provenientes de características físico-químicas, geométricas e genéticas dos corpos rochosos. Na escala 1:1.000.000, do recorte ao milionésimo e dos estados, foram selecionados atributos aplicáveis ao planejamento e dos compartimentos de relevo, reservando-se para as escalas de maior detalhe o cruzamento com informações sobre clima, solo e vegetação.

Como a base Geodiversidade é fruto da reclassificação das unidades litoestratigráficas contidas na base multiescalar Litoestratigrafia, compondo conjuntos estratigráficos de comportamento semelhante frente ao uso e ocupação, atualmente essa base possui a estruturação em domínios e unidades geológico-ambientais apresentada no Apêndice I (Unidades Geológico-Ambientais do Território Brasileiro). Tal estruturação é dinâmica e, na medida do detalhamento das escalas, novos domínios e unidades podem ser inseridos.

## ATRIBUTOS DA GEOLOGIA

Desde a etapa do recorte ao milionésimo, para melhor caracterizar as unidades geológico-ambientais, foram selecionados atributos da geologia que permitem uma série de interpretações na análise ambiental, os quais são descritos a seguir.

### Deformação

Relacionada à dinâmica interna do planeta. Procede-se à sua interpretação a partir da ambiência tectônica, litológica e análise de estruturas refletidas nos sistemas de relevo e drenagem.

### Tectônica: dobramentos

- Ausente: sedimentos inconsolidados (aluviões, dunas, terraços etc.).
- Não dobrada: sequências sedimentares, vulcanossedimentares e rochas ígneas não dobradas e não metamorfozadas.
- Pouco a moderadamente dobrada: a exemplo das sequências sedimentares ou vulcanossedimentares do tipo Bambuí, por exemplo.
- Intensamente dobrada: a exemplo das sequências sedimentares ou vulcanossedimentares complexa e intensamente dobradas (por exemplo, grupos Açungui, Minas, dentre outros) e das rochas granito-gnaisses-migmatíticas.
- Moderada a intensamente dobrada
- Pouco a intensamente dobrada

### Tectônica: fraturamento (juntas e falhas)/cisalhamento

- Não fraturada: caso das coberturas sedimentares inconsolidadas.
- Pouco a moderadamente fraturada (distribuição regular)
- Pouco a moderadamente fraturada (distribuição irregular)
- Moderada a intensamente fraturada (distribuição regular)
- Moderada a intensamente fraturada (distribuição irregular)
- Pouco a intensamente fraturada (distribuição regular)
- Pouco a intensamente fraturada (distribuição irregular)
- Intensamente fraturada (distribuição regular)
- Intensamente fraturada (distribuição irregular)

### Tipo de Deformação

- Não se aplica
- Deformação rúptil
- Deformação dúctil/rúptil
- Deformação rúptil/dúctil
- Deformação dúctil

## Aspecto

- Isotrópica
- Indefinida
- Estratificada
- Estratificada/Biogênica
- Maciça/Vesicular
- Maciça/Acamadada
- Maciça/Laminada
- Acamadada
- Acamadada/Filitosa
- Acamadada/Xistosa
- Xistosa/Maciça
- Filitosa/Xistosa
- Acamadamento Magmático
- Gnáissica
- Bandada
- Concrecional
- Concrecional/Nodular
- Biogênica
- Com Estruturas de Dissolução
- Estruturas de Colapso

## Comportamento Reológico

De acordo com Oliveira e Brito (1998), as rochas podem apresentar as seguintes características reológicas (comportamento frente a esforços mecânicos):

A) Comportamento Isotrópico quando as propriedades das rochas são constantes, independentemente da direção observada.

B) Comportamento Anisotrópico quando as propriedades variam de acordo com a direção considerada.

As bibliotecas podem ser:

- Isotrópico - Caso dos granitos com granulação e textura homogênea
- Anisotrópico - Caso das unidades formadas por diversas litologias e/ou deformações heterogêneas.

## Resistência ao Intemperismo Físico

Procede-se à dedução a partir da análise da composição mineral da rocha ou das rochas que sustentam a unidade geológico-ambiental.

Se for apenas um tipo de litologia que sustenta a unidade geológico-ambiental ou se forem complexos plutônicos de várias litologias, são definidas as seguintes classificações para esse atributo:

**Baixa:** rochas ricas em minerais ferromagnesianos, arenitos, siltitos, metassedimentos argilosos, rochas ígneas ricas em micas, calcários, lateritas e rochas ígneas básico-ultrabásico-alcálicas efusivas.

**Moderada a alta:** ortoquartzitos, arenitos silicificados, leucogranitos e outras rochas pobres em micas e em minerais ferromagnesianos, formações ferríferas, quartzitos e arenitos impuros.

**Não se aplica:** sedimentos inconsolidados.

Se forem várias litologias que sustentam a unidade geológico-ambiental, a classificação será:

**Baixa a moderada na vertical:** caso de coberturas pouco a moderadamente consolidadas.

**Baixa a alta na vertical:** unidades em que o substrato rochoso é formado por empilhamento de camadas horizontalizadas, não dobradas, de litologias de composição mineral e com grau de consolidação muito diferentes, como as intercalações irregulares de calcários, arenitos, siltitos, argilitos etc.

**Baixa a alta na horizontal e na vertical:** sequências sedimentares e vulcanossedimentares dobradas e compostas de várias litologias; rochas gnáissico-migmatíticas e outras que se caracterizam por apresentar grande heterogeneidade composicional, textural e deformacional lateral e vertical.

### Resistência ao Intemperismo Químico

Procede-se à dedução a partir da análise da composição mineral da rocha ou das rochas que sustentam a unidade geológico-ambiental.

Se for só um tipo de litologia que sustenta a unidade geológico-ambiental ou se forem complexos plutônicos de várias litologias, são definidas as seguintes classificações para esse atributo:

**Baixa:** calcários, rochas básicas, ultrabásicas, alcalinas, etc.

**Moderada a alta:** ortoquartzitos, leucogranitos e

outras rochas pobres em micas e em minerais ferromagnesianos, quartzitos e arenitos impuros, granitos ricos em minerais ferromagnesianos e micáceos, etc.

**Não se aplica:** aluviões.

Entretanto, se forem várias litologias que sustentam a unidade geológico-ambiental, a classificação será:

**Baixa a moderada na vertical:** unidades em que o substrato rochoso é formado por empilhamento de camadas horizontalizadas, não dobradas, de composição mineral e grau de consolidação semelhantes a ligeiramente diferentes e mesma composição mineralógica.

**Baixa a alta na vertical:** unidades em que o substrato rochoso é formado por empilhamento de camadas horizontalizadas, não dobradas, de litologias de composição mineral e grau de consolidação muito diferentes, como as intercalações irregulares de calcários, arenitos, siltitos, argilitos, etc.

**Baixa a alta na horizontal e na vertical:** sequências sedimentares e vulcanossedimentares dobradas e compostas de várias litologias; rochas gnáissico-migmatíticas e outras que se caracterizam por apresentar grande heterogeneidade composicional, textural e deformacional lateral e vertical.

### Grau de Coerência

Refere-se à resistência ao corte e à penetração. Mesmo em se tratando de uma única litologia, deve-se prever a combinação dos vários tipos de grau de coerência, a exemplo dos arenitos e siltitos (Figura 5.1). Para o caso de

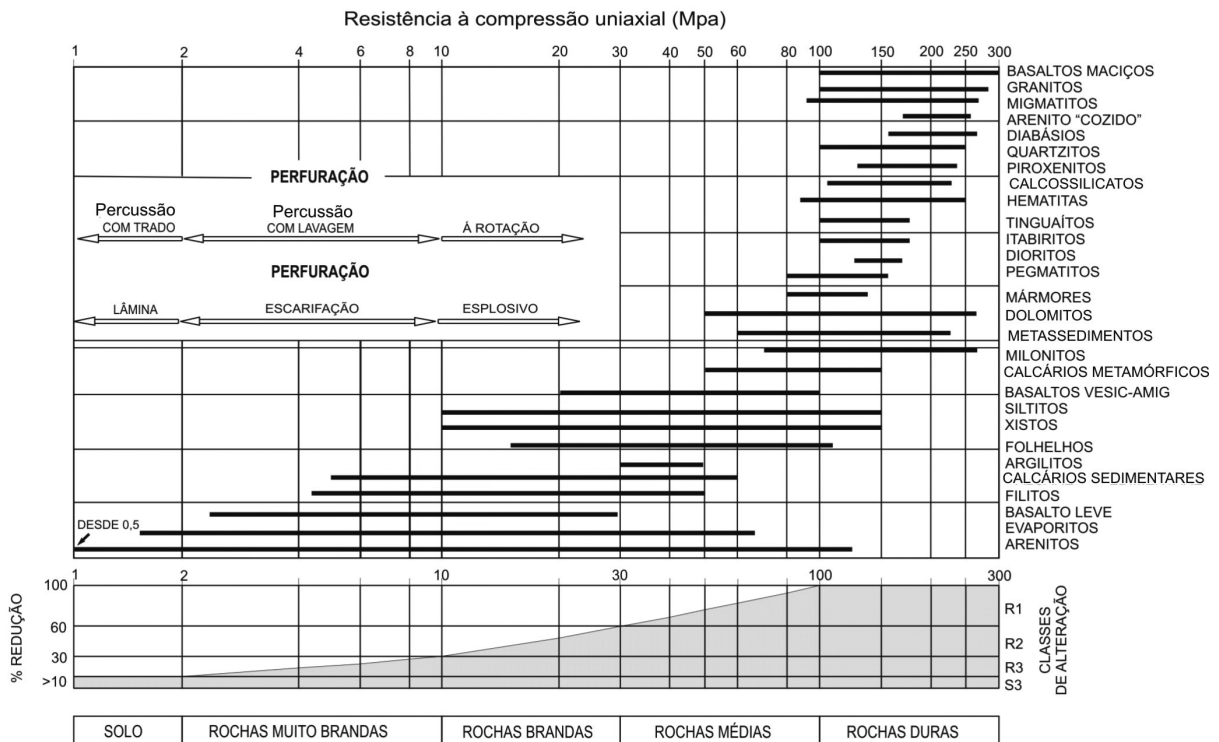


Figura 5.1 - Resistência à compressão uniaxial e classes de alteração para diferentes tipos de rochas. Fonte: Vaz (1996).

complexos plutônicos com várias litologias, todas podem ser enquadradas em um único grau de coerência.

As classificações utilizadas neste atributo são:

- Muito brandas
- Brandas
- Médias
- Duras
- Muito brandas a duras

Entretanto, se forem várias litologias, esta será a classificação:

- Variável na horizontal
- Variável na vertical
- Variável na horizontal e vertical
- Não se aplica.

### Características do Manto de Alteração Potencial (Solo Residual)

Procede-se à dedução a partir da análise da composição mineral das rochas. Por exemplo, independentemente de outras variáveis que influenciam as características do solo, como clima, relevo e evolução do solo, o manto de alteração de um basalto será argiloso e o de um granito, argilo-siltico-arenoso.

- Predominantemente arenoso: substrato rochoso sustentado por espessos e amplos pacotes de rochas predominantemente arenoquartzosas.
- Predominantemente argiloso: predominância de rochas que se alteram para argilominerais, a exemplo de derrames basálticos, complexos básico-ultrabásico-alcálicos, terrenos em que predominam rochas calcárias, etc.
- Predominantemente argilossiltoso: siltitos, folhelhos, filitos e xistos.
- Predominantemente argilo-siltico-arenoso: rochas granitoides e gnáissico-migmatíticas ortoderivadas.
- Variável de arenoso a argilossiltoso: sequências sedimentares e vulcanossedimentares compostas por alternâncias irregulares de camadas pouco espessas, interdigitadas e de composição mineral muito contrastante, a exemplo das sequências em que se alternam, irregularmente, entre si, camadas de arenitos quartzosos com pelitos, calcários ou rochas vulcânicas.
- Predominantemente siltoso: siltitos e folhelhos.
- Não se aplica

### Porosidade Primária

Relacionada ao volume de vazios em relação ao volume total da rocha. O preenchimento deverá seguir os procedimentos descritos na Tabela 5.1.

Caso seja apenas um tipo de litologia que sustenta a unidade geológico-ambiental, observar o campo "Descrição", da Tabela 5.1. Entretanto, se forem complexos plutônicos de várias litologias, a porosidade é baixa.

- Baixa: 0 a 15%
- Moderada: de 15 a 30%
- Alta: >30%

Para os casos em que várias litologias sustentam a unidade geológico-ambiental, observar o campo "Tipo", da Tabela 5.1.

- Variável (0 a >30%): a exemplo das unidades em que o substrato rochoso é formado por um empilhamento irregular de camadas horizontalizadas porosas e não porosas.

### Característica da Unidade Lito-Hidrogeológica

São utilizadas as seguintes classificações:

- Granular: dunas, depósitos sedimentares inconsolidados, planícies aluviais, coberturas sedimentares etc.
- Fissural
- Granular/fissural
- Cárstico
- Não se aplica

### ATRIBUTOS DO RELEVO

Com o objetivo de conferir uma informação geomorfológica clara e aplicada ao mapeamento da geodiversidade do território brasileiro e dos estados federativos em escalas de análise muito reduzidas (1:500.000 a 1:1.000.000), procurou-se identificar os grandes conjuntos morfológicos passíveis de ser delimitados em tal tipo de escala, sem muitas preocupações quanto à gênese e evolução morfodinâmica das unidades em análise, assim como aos processos geomorfológicos atuantes. Tais avaliações e controvérsias, de âmbito exclusivamente geomorfológico, seriam de pouca valia para atender aos propósitos deste estudo. Portanto, termos como: depressão, crista, patamar, platô, *cuesta*, *hog-back*, pediplano, peneplanos, escarpa, serra e maciço, dentre tantos outros, foram englobados em um reduzido número de conjuntos morfológicos.

Portanto, esta proposta difere, substancialmente, das metodologias de mapeamento geomorfológico presentes na literatura, tais como: a análise integrada entre a compartimentação morfológica dos terrenos, a estrutura sub-superficial dos terrenos e a fisiologia da paisagem, proposta por Ab'Saber (1969); as abordagens descritivas em base morfométrica, como as elaboradas por Barbosa, Franco e Moreira (1977), para o Projeto RadamBrasil, e Ponçano et al. (1979) e Ross e Moroz (1996) para o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT); as abordagens sistêmicas, com base na compartimentação topográfica em bacias de drenagem (MEIS; MIRANDA; FERNANDES, 1982); ou a reconstituição de superfícies regionais de aplainamento (LATRUBESSE; RODRIGUES; MAMEDE, 1998).

O mapeamento de padrões de relevo é, essencialmente, uma análise morfológica do relevo com base em



**Tabela 5.1** - Tabela de porosidade total dos diversos materiais rochosos.

Material		Porosidade Total % m					Porosidade Eficaz % me			Obs.
Tipo	Descrição	Média	Normal		Extraordinária		Média	Máx.	Mín.	
			Máx.	Mín.	Máx.	Mín.				
Rochas maciças	Granito	0,3	4	0,2	9	0,05	<0,2	0,5	0,0	A
	Calcário maciço	8	15	0,5	20		<0,5	1	0,0	B
	Dolomito	5	10	2			<0,5	1	0,0	B
Rochas metamórficas		0,5	5	0,2			<0,5	2	0,0	A
Rochas vulcânicas	Piroclasto e turfas	30	50	10	60	5	<5	20	0,0	C, E
	Escórias	25	80	10			20	50	1	C, E
	Pedra-pomes	85	90	50			<5	20	0,0	D
	Basaltos densos, fonólitos	2	5	0,1			<1	2	0,1	A
	Basaltos vesiculares	12	30	5			5	10	1	C
Rochas sedimentares consolidadas (ver rochas maciças)	<i>Pizarras sedimentares</i>	5	15	2	30	0,5	<2	5	0,0	E
	Arenitos	15	25	3	30	0,5	10	20	0,0	F
	<i>Creta blanda</i>	20	50	10			1	5	0,2	B
	Calcário detrítico	10	30	1,5			3	20	0,5	
Rochas sedimentares inconsolidadas	Aluviões	25	40	20	45	15	15	35	5	E
	Dunas	35	40	30			20	30	10	
	Cascalho	30	40	25	40	20	25	35	15	
	<i>Loess</i>	45	55	40			<5	10	0,1	E
	Areias	35	45	20			25	35	10	
	Depósitos glaciais	25	35	15			15	30	5	
	Silte	40	50	25			10	20	2	E
	Argilas não compactadas	45	60	40	85	30	2	10	0,0	E
Solos superiores	50	60	30			10	20	1	E	

Fonte: Custodio e Llamas (1983, modificado).

Nota: Alguns dados, em especial os referentes à porosidade eficaz (me), devem ser tomados com precauções, segundo as circunstâncias locais.

**A** = Aumenta (m) e (me) por meteorização; **B** = Aumenta (m) e (me) por fenômenos de dissolução; **C** = Diminui (m) e (me) com o tempo; **D** = Diminui (m) e pode aumentar (me) com o tempo; **E** = (me) muito variável segundo as circunstâncias do tempo; **F** = Varia segundo o grau de cimentação e solubilidade.

fotointerpretação da textura e rugosidade dos terrenos a partir de diversos sensores remotos.

Nesse sentido, é de fundamental importância esclarecer que não se pretendeu produzir um mapa geomorfológico, mas um mapeamento dos padrões de relevo em consonância com os objetivos e as necessidades de um mapeamento da geodiversidade do território nacional em escala continental.

Com esse enfoque, foram selecionados 28 padrões de relevo para os terrenos existentes no território brasileiro (Tabela 5.2), levando-se, essencialmente, em consideração:

- Parâmetros morfológicos e morfométricos que pudessem ser avaliados pelo instrumental tecnológico disponível nos kits digitais (imagens LandSat GeoCover e Modelo Digital de Terreno (MDT) e Relevo

**Tabela 5.2** - Atributos e biblioteca de padrões de relevo do território brasileiro.

Símbolo	Tipo de Relevo	Declividade (graus)	Amplitude Topográfica (m)
R1a	Planícies Fluviais ou Fluvioacustres	0 a 3	zero
R1b1	Terraços Fluviais	0 a 3	2 a 20
R1b2	Terraços Marinhos	0 a 3	2 a 20
R1b3	Terraços Lagunares	0 a 3	2 a 20
R1c1	Vertentes recobertas por depósitos de encosta	5 a 45	Variável
R1c2	Leques Aluviais	0 a 3	2 a 20
R1d	Planícies Fluvio marinhas	0° (plano)	zero
R1e	Planícies Costeiras	0 a 5	2 a 20
R1f1	Campos de Dunas	3 a 30	2 a 40
R1f2	Campos de <i>Loess</i>	0 a 50	2 a 20
R1g	Recifes	0	zero
R2a1	Tabuleiros	0 a 3	20 a 50
R2a2	Tabuleiros Dissecados	0 a 3	20 a 50
R2b1	Baixos Platôs	0 a 5	0 a 20
R2b2	Baixos Platôs Dissecados	0 a 5	20 a 50
R2b3	Planaltos	0 a 5	20 a 50
R2c	Chapadas e Platôs	0 a 5	0 a 20
R3a1	Superfícies Aplainadas Conservadas	0 a 5	0 a 10
R3a2	Superfícies Aplainadas Degradadas	0 a 5	10 a 30
R3b	<i>Inselbergs</i>	25 a 60	50 a 500
R4a1	Domínio de Colinas Amplas e Suaves	3 a 10	20 a 50
R4a2	Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos	5 a 20	30 a 80
R4a3	Domos em Estrutura Elevada	3 a 10	50 a 200
R4b	Domínio de Morros e de Serras Baixas	15 a 35	80 a 200
R4c	Domínio Montanhoso	25 a 60	300 a 2000
R4d	Escarpas Serranas	25 a 60	300 a 2000
R4e	Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos	10 a 45	50 a 200
R4f	Vales Encaixados	10 a 45	100 a 300

Fonte: Dantas (2013).

Sombreado (SRTM); mapa de classes de hipsometria; mapa de classes de declividade).

- Reinterpretação das informações existentes nos mapas geomorfológicos produzidos por instituições diversas, em especial os mapas desenvolvidos no âmbito do Projeto RadamBrasil, em escala 1:1.000.000.
- Execução de uma série de perfis de campo, com o objetivo de aferir a classificação executada.

Para cada um dos atributos de relevo, com suas respectivas bibliotecas, há uma legenda explicativa (Apêndice II - Biblioteca de Relevo do Território Brasileiro) que agrupa características morfológicas e morfométricas gerais, assim como informações muito elementares e generalizadas quanto à sua gênese e vulnerabilidade frente aos processos geomorfológicos (intempéricos, erosivos e deposicionais).

Evidentemente, considerando-se a vastidão e a enorme geodiversidade do território brasileiro, assim como seu conjunto diversificado de paisagens bioclimáticas e condicionantes geológico-geomorfológicas singulares, as informações de amplitude de relevo e declividade, dentre outras, devem ser reconhecidas como valores-padrão, não aplicáveis indiscriminadamente a todas as regiões. Não se descartam sugestões de ajuste e aprimoramento da Tabela 5.2 e do Apêndice II apresentados nesse modelo, as quais serão bem-vindas.

### MODELO DIGITAL DE TERRENO - SHUTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION (SRTM)

A utilização do Modelo Digital de Terreno ou Modelo Digital de Elevação ou Modelo Numérico de Terreno, no

contexto do Mapa Geodiversidade do Estado de Alagoas, justifica-se por sua grande utilidade em estudos de análise ambiental.

Um Modelo Digital de Terreno (MDT) é um modelo contínuo da superfície terrestre, ao nível do solo, representado por uma malha digital de matriz cartográfica encadeada, ou *raster*, onde cada célula da malha retém um valor de elevação (altitude) do terreno. Assim, a utilização do MDT em estudos geoambientais se torna imprescindível, uma vez que esse modelo tem a vantagem de fornecer uma visão tridimensional do terreno e suas inter-relações com as formas de relevo e da drenagem e seus padrões de forma direta. Isso permite a determinação do grau de dissecação do relevo, informando também o grau de declividade e altimetria, o que auxilia grandemente na análise ambiental, como, por exemplo, na determinação de áreas de proteção permanente, projetos de estradas e barragens, trabalhos de mapeamento de vegetação, etc.

A escolha do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) [missão espacial liderada pela NASA, em parceria com as agências espaciais da Alemanha (DLR) e Itália (ASI), realizada durante 11 dias do mês de fevereiro de 2000, visando à geração de um modelo digital de elevação quase global] foi devida ao fato de os MDTs disponibilizados por esse sensor já se encontrarem disponíveis para toda a América do Sul, com resolução espacial de aproximadamente 90 x 90 m, apresentando alta acurácia e confiabilidade, além da gratuidade (CCRS, 2004 apud BARROS et al., 2004).

Durante a realização dos trabalhos de levantamento da geodiversidade do território brasileiro, apesar de todos os pontos positivos apresentados, os dados SRTM, em algumas regiões, acusaram problemas, tais como: valores espúrios (positivos e negativos) nas proximidades do mar e áreas onde não são encontrados valores. Tais problemas são descritos em diversos trabalhos do SRTM (BARROS et al., op cit., 2004), sendo que essas áreas recebem o valor -32768, indicando que não há dado disponível.

A literatura do tema apresenta diversas possibilidades de correção desses problemas, desde substituição de tais áreas por dados oriundos de outros produtos – o GTOPO30 aparece como proposta para substituição em diversos textos – ao uso de programas que objetivam diminuir tais incorreções por meio de edição de dados (BARROS et al., op cit., 2004). Neste estudo, foi utilizado o *software* ENVI 5.0 para solucionar o citado problema.

## MOSAICO GEOCOVER 2000

A justificativa para a utilização do Mosaico GeoCover 2000 é o fato de este se constituir em um mosaico ortoretilizado de imagens ETM+ do sensor LandSat 7, resultante do *sharpening* das bandas 7, 4, 2 e 8. Esse processamento realiza a transformação RGB-IHS (canais de cores RGB-IHS / vermelho, verde e azul – Matiz, Saturação e Intensidade), utilizando as bandas 7, 4 e 2 com resolução espacial de 30 m e, posteriormente, a transformação IHS-RGB

utilizando a banda 8 na Intensidade (I) para aproveitar a resolução espacial de 15 m. Tal procedimento junta as características espaciais da imagem com resolução de 15 m às características espectrais das imagens com resolução de 30 m, resultando em uma imagem mais “aguçada”. As imagens do Mosaico GeoCover LandSat 7 foram coletadas no período de 1999/2000 e apresentam resolução espacial de 14,25 m.

Além da exatidão cartográfica, o Mosaico GeoCover possui outras vantagens, como: facilidade de aquisição dos dados sem ônus, âncora de posicionamento, boa acurácia e abrangência mundial, o que, juntamente com o MDT, torna-o imprescindível aos estudos de análise ambiental (ALBUQUERQUE; SANTOS; MEDEIROS, 2005; CREPANI; MEDEIROS, 2005).

## ANÁLISE DA DRENAGEM

Segundo GUERRA e CUNHA (2001), o reconhecimento, a localização e a quantificação das drenagens de uma determinada região são de fundamental importância ao entendimento dos processos geomorfológicos que governam as transformações do relevo sob as mais diversas condições climáticas e geológicas. Nesse sentido, a utilização das informações espaciais extraídas do traçado e da forma das drenagens é indispensável na análise geológico-ambiental, uma vez que são respostas/resultados das características ligadas a aspectos geológicos, estruturais e a processos geomorfológicos, os quais atuam como agentes modeladores da paisagem e das formas de relevo.

Dessa forma, a integração de atributos ligados às redes de drenagem – como tipos de canais de escoamento, hierarquia da rede fluvial e configuração dos padrões de drenagem – a outros temas trouxe respostas a várias questões relacionadas ao comportamento dos diferentes ambientes geológicos e climáticos locais, processos fluviais dominantes e disposição de camadas geológicas, dentre outros.

## KIT DE DADOS DIGITAIS

Na fase de execução dos mapas de geodiversidade estaduais, o *kit* de dados digitais constou, de acordo com o disponível para cada estado, dos seguintes temas:

- Geodiversidade: arquivo dos domínios e unidades geológico-ambientais
- Estruturas: arquivo das estruturas geológicas
- Planimetria: cidades, vilas, povoados, rodovias, etc.
- Áreas Restritivas: áreas de parques estaduais e federais, terras indígenas, estações ecológicas, etc.
- Hidrografia: drenagens bifilar e unifilar
- Bacias Hidrográficas: recorte das bacias e sub-bacias de drenagem
- Altimetria: curvas de nível espaçadas de 100 m
- Campos de Óleo: campos de óleo e gás
- Gasodutos e Oleodutos: arquivos de gasodutos, refinarias, etc.

- Pontos Geoturísticos: sítios geológicos, paleontológicos, etc.
- Quilombolas: áreas de quilombolas
- Recursos Minerais: dados de recursos minerais
- Assentamento: arquivo das áreas de assentamento agrícola
- Áreas de Desertificação: arquivo das áreas de desertificação
- Paleontologia: dados de paleontologia
- Poços: dados de poços cadastrados pelo Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) criado pela CPRM/SGB
- ZEE (Zona Econômica Exclusiva da Plataforma Continental): recursos minerais e feições da ZEE
- MDT\_SRTM: arquivo *Grid* pelo recorte do estado
- Declividade: arquivo *Grid* pelo recorte do estado
- GeoCover: arquivo *Grid* pelo recorte do estado
- Simbologias ESRI: fontes e arquivos *style* (arquivo de cores e simbologias utilizadas pelo programa ArcGis) para implementação das simbologias para layout – instruções de uso por meio do arquivo *leia-me.doc*, que se encontra dentro da pasta.

As figuras 5.2 a 5.4 ilustram parte dos dados do *kit* digital para o Mapa Geodiversidade do Estado de Alagoas.

Os procedimentos de tratamento digital e processamento das imagens *geotiff* e *MrSid* (SRTM e GeoCover, respectivamente), dos *Grids* (declividade e hipsométrico), bem como dos recortes e *reclass* dos arquivos vetoriais (litologia, planimetria, curvas de nível, recursos minerais,

etc.) contidos no *kit* digital foram realizados em ambiente SIG, utilizando os *softwares* ArcGis9 e ENVI 4.4.

### Trabalhando com o *Kit* de Dados Digitais

Na metodologia adotada, a unidade geológico-ambiental, fruto da reclassificação das unidades geológicas (*reclass*), é a unidade fundamental de análise, na qual foram agregadas todas as informações da geologia possíveis de ser obtidas a partir dos produtos gerados pela atualização da cartografia geológica dos estados, pelo SRTM, mosaico GeoCover 2000 e drenagem.

Com a utilização dos dados digitais contidos em cada DVD-ROM foi estruturado, para cada folha ou mapa estadual, um Projeto.mxd (conjunto de *shapes* e *layout*) organizado no *software* ArcGis9.

No diretório de trabalho havia um arquivo *shapefile*, denominado *geodiversidade\_estado.shp*, que correspondia ao arquivo da geologia onde deveria ser aplicada a reclassificação da geodiversidade.

Após a implantação dos domínios e unidades geológico-ambientais, procedia-se ao preenchimento dos parâmetros da geologia e, posteriormente, ao preenchimento dos campos com os atributos do relevo.

As informações do relevo serviram para melhor caracterizar a unidade geológico-ambiental e também para subdividi-la. Porém, essa subdivisão, em sua maior parte, alcançou o nível de polígonos individuais.

Quando houve necessidade de subdivisão do polígono, ou seja, quando as variações fisiográficas eram muito

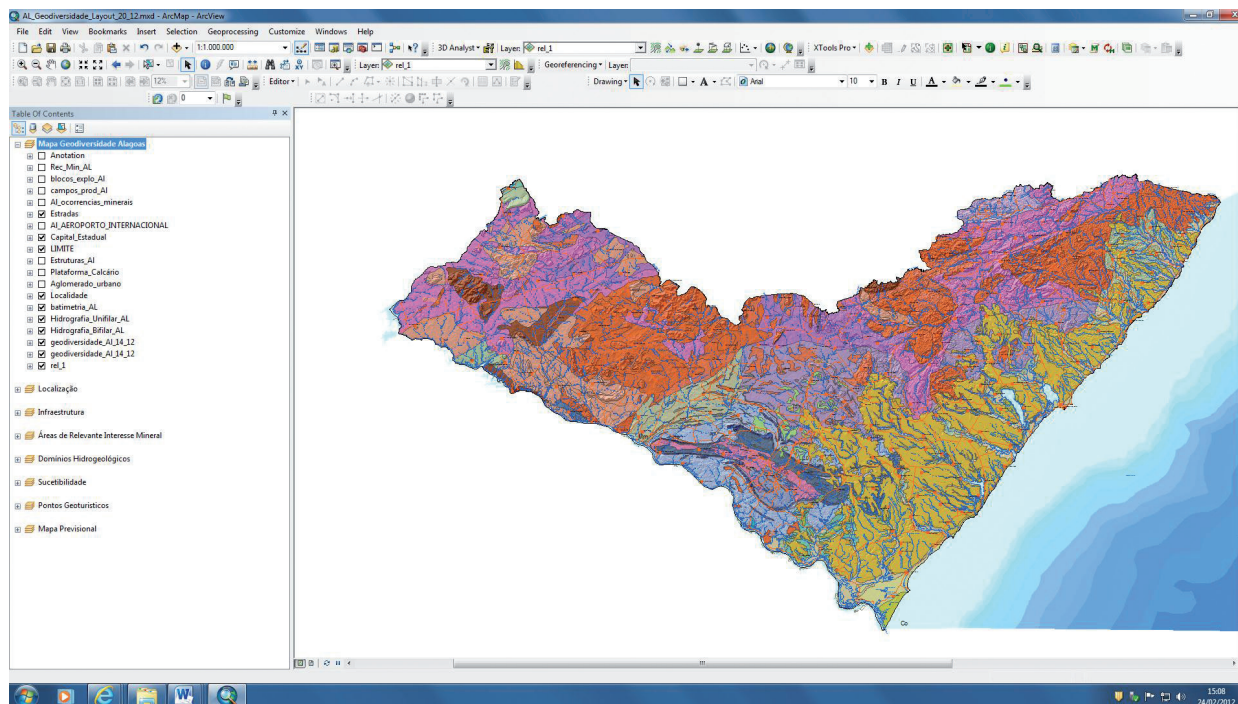
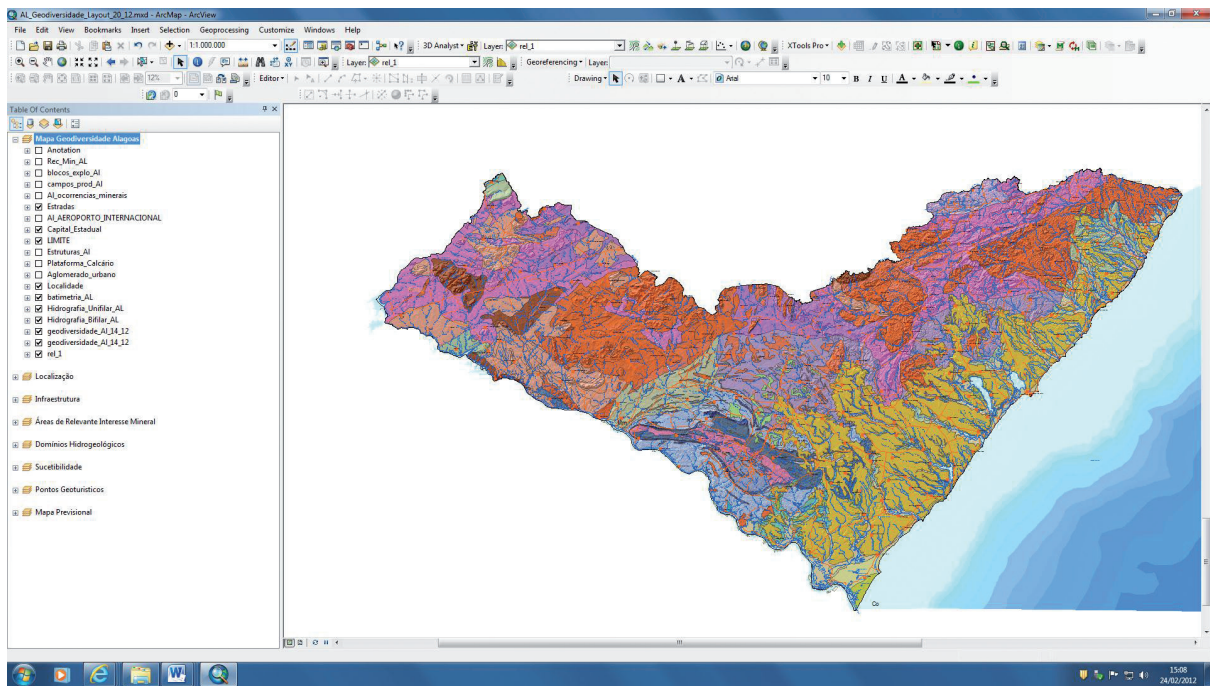


Figura 5.2 - Exemplo de dados do *kit* digital para o estado de Alagoas: unidades geológico-ambientais versus planimetria e relevo sombreado (MDT\_SRTM). Fonte: elaborada pelos autores (2011).

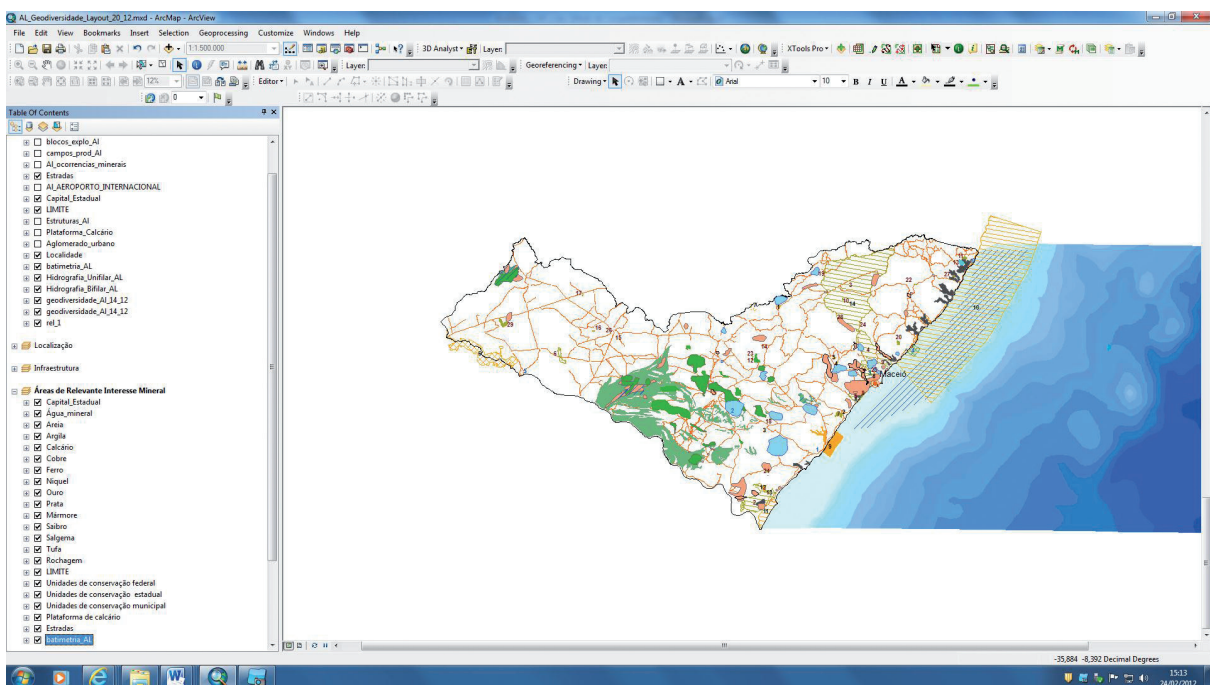
contrastantes, evidenciando comportamentos hidrológicos e erosivos muito distintos, esse procedimento foi realizado. Nessa etapa, considerou-se o relevo como um atributo para subdividir a unidade, propiciando novas deduções na análise ambiental.

Assim, a nova unidade geológico-ambiental resultou da interação da unidade geológico-ambiental definida na primeira etapa com o relevo.

Finalizado o trabalho de implementação dos parâmetros da geologia e do relevo pela equipe responsável, o ma-



**Figura 5.3** - Exemplo de dados do kit digital para o estado de Alagoas: Áreas de Relevante Interesse Mineral versus Unidades de Conservação, Batimetria e Infraestrutura. Fonte: elaborada pelos autores (2011).



**Figura 5.4** - Exemplo de dados do kit digital para o estado de Alagoas: modelo digital de elevação (SRTM) versus planimetria e batimetria. Fonte: elaborada pelos autores (2011).

terial foi enviado para a Coordenação de Geoprocessamento, que procedeu à auditoria do arquivo digital da geodiversidade para retirada de polígonos espúrios, superposição e vazios, gerados durante o processo de edição. Paralelamente, iniciou-se a carga dos dados na base Geodiversidade – APLICATIVO GEODIV (VISUAL BASIC), com posterior migração dos dados para o GEOBANK (CPRM/SGB).

## ESTRUTURAÇÃO DA BASE DE DADOS: GEOBANK

A implantação dos projetos de levantamento da geodiversidade do Brasil teve como objetivo principal oferecer aos diversos segmentos da sociedade brasileira uma tradução do conhecimento geológico-científico, com vistas a sua aplicação ao uso adequado para o ordenamento territorial e planejamento dos setores mineral, transportes, agricultura, turismo e meio ambiente, tendo como base as informações geológicas presentes no SIG da Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo (CPRM, 2004).

Com essa premissa, a Coordenação de Geoprocessamento da Geodiversidade, após uma série de reuniões com as Coordenações Temáticas e com as equipes locais da CPRM/SGB, estabeleceu normas e procedimentos básicos a serem utilizados nas diversas atividades dos levantamentos estaduais, com destaque para:

- Definição dos domínios e unidades geológico-ambientais com base em parâmetros geológicos de interesse na análise ambiental, em escalas 1:2.500.000, 1:1.000.000 e mapas estaduais.
- A partir da escala 1:1.000.000, criação de atributos geológicos aplicáveis ao planejamento e informações dos compartimentos do relevo.
- Acuidade cartográfica compatível com as escalas adotadas.
- Estruturação de um modelo conceitual de base para o planejamento, com dados padronizados por meio de bibliotecas.
- Elaboração da legenda para compor os leiautes dos mapas de geodiversidade estaduais.
- Criação de um aplicativo de entrada de dados local desenvolvido em Visual Basic 6.0 Aplicativo GEODIV.
- Implementação do modelo de dados no GEOBANK (Oracle) e migração dos dados do Aplicativo GEODIV para a base Geodiversidade.
- Entrada de dados de acordo com a escala e fase (mapas estaduais).
- Montagem de SIGs.
- Disponibilização dos mapas na internet, por meio do módulo Web Map do GEOBANK (<<http://geobank.cprm.gov.br/>>), onde o usuário tem acesso a informações relacionadas às unidades geológico-ambientais (base Geodiversidade) e suas respectivas unidades litológicas (base Litoestratigrafia).

A necessidade de prover o SIG Geodiversidade com tabelas de atributos referentes às unidades geológico-

ambientais, dotadas de informações para o planejamento, implicou a modelagem de uma base Geodiversidade, intrinsecamente relacionada à base Litoestratigrafia, uma vez que as unidades geológico-ambientais são produto de reclassificação das unidades litoestratigráficas.

Esse modelo de dados foi implantado em um aplicativo de entrada de dados local desenvolvido em Visual Basic 6.0, denominado GEODIV. O modelo do aplicativo apresenta seis telas de entrada de dados armazenados em três tabelas de dados e 16 tabelas de bibliotecas. A primeira tela recupera, por escala e fase, todas as unidades geológico-ambientais cadastradas, filtrando, para cada uma delas, as letras-símbolos das unidades litoestratigráficas (base Litoestratigrafia) (Figura 5.5).

Posteriormente, de acordo com a escala adotada, o usuário cadastra todos os atributos da geologia de interesse para o planejamento (Figura 5.6).

Na última tela, o usuário cadastra os compartimentos de relevo (Figura 5.7).

Todos os dados foram preenchidos pela equipe da Coordenação de Geoprocessamento e inseridos no aplicativo que possibilita o armazenamento das informações no GEOBANK (Oracle), formando, assim, a base Geodiversidade (Figura 5.8).

O módulo da base Geodiversidade, suportado por bibliotecas, recupera, também por escala e por fase (quadrícula ao milionésimo, mapas estaduais), todas as informações das unidades geológico-ambientais, permitindo a organização dos dados no GEOBANK de forma a possibilitar a conexão dos dados vetoriais com os dados alfanuméricos. Em uma primeira fase, com auxílio dos elementos-chave descritos nas tabelas, é possível vincular, facilmente, mapas digitais ao GEOBANK, como na montagem de SIGs, em que as tabelas são produtos da consulta sistemática ao banco de dados.

Outra importante ferramenta de visualização dos mapas geoambientais é o módulo Web Map do GEOBANK,

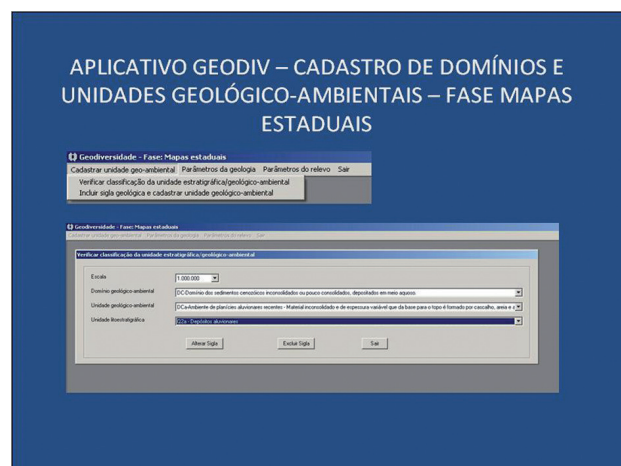


Figura 5.5 - Tela de cadastro das unidades geológico-ambientais para os mapas estaduais de geodiversidade (aplicativo GEODIV).

Fonte: elaborada pelos autores (2011).

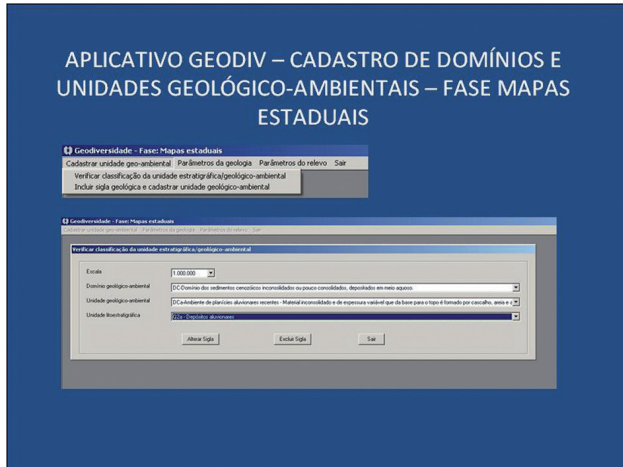


Figura 5.6 - Tela de cadastro dos atributos da geologia (aplicativo GEODIV). Fonte: elaborada pelos autores (2011).

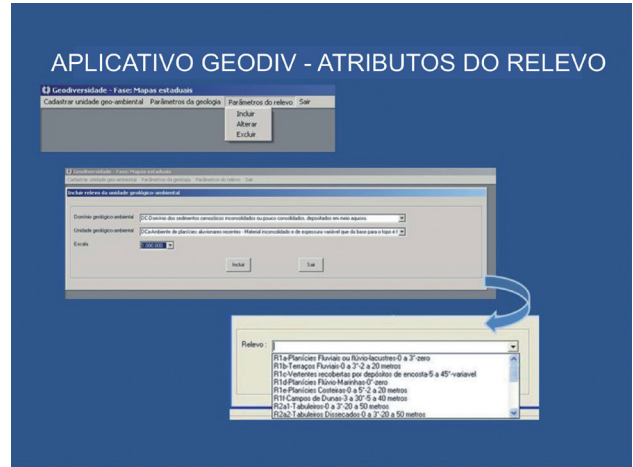


Figura 5.7 - Tela de cadastro dos atributos do relevo (aplicativo GEODIV). Fonte: elaborada pelos autores (2011).

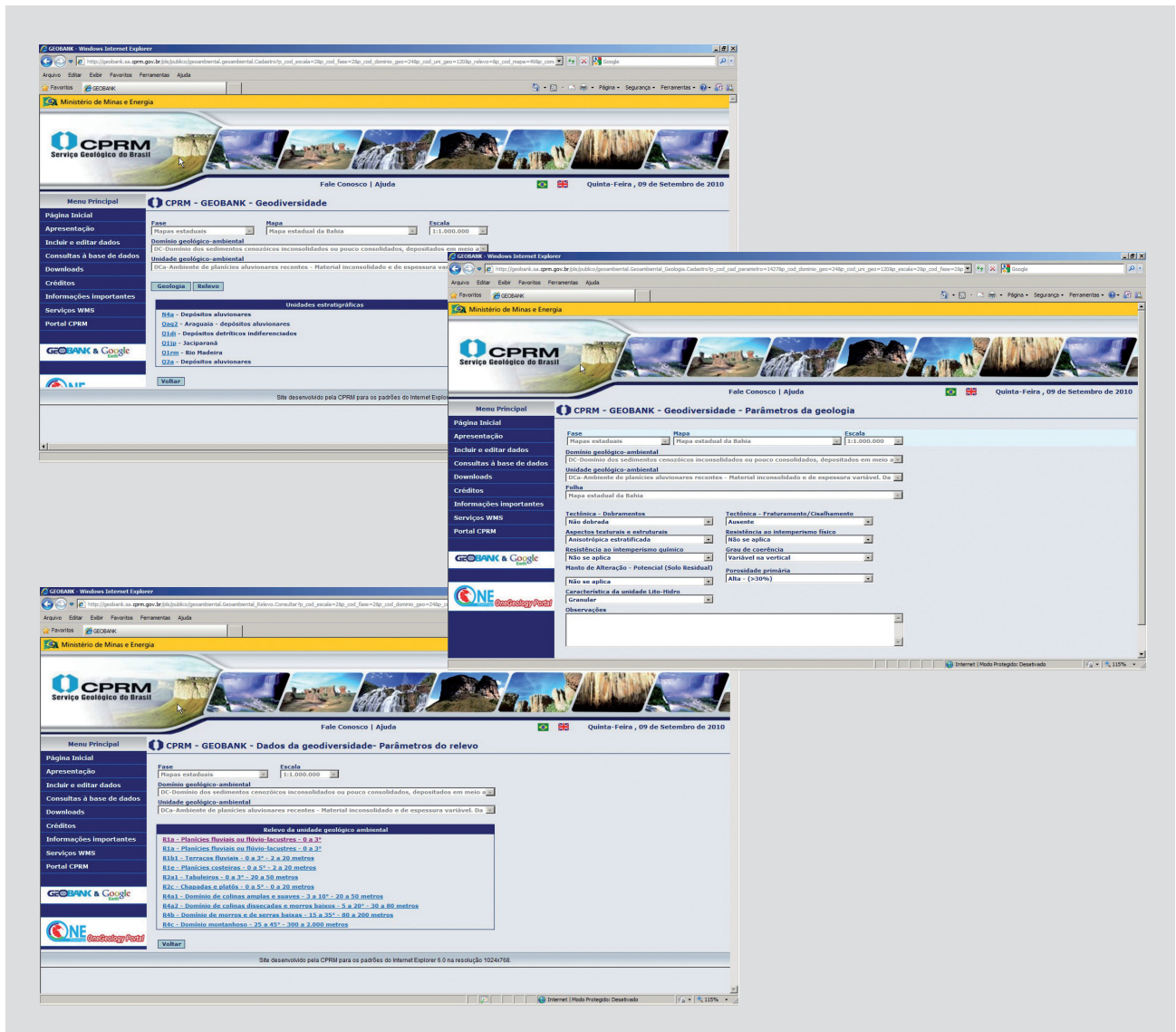


Figura 5.8 - Fluxograma simplificado da base Geodiversidade (GEOBANK). Fonte: elaborada pelos autores (2011).

onde o usuário tem acesso a informações relacionadas às unidades geológico-ambientais (base Geodiversidade) e suas respectivas unidades litológicas (base Litoestratigrafia), podendo recuperar as informações dos atributos relacionados à geologia e ao relevo diretamente no mapa (Figura 5.9).

**ATRIBUTOS DOS CAMPOS DO ARQUIVO DAS UNIDADES GEOLÓGICO-AMBIENTAIS: DICIONÁRIO DE DADOS**

São descritos, a seguir, os atributos dos campos que constam no arquivo *shapefile* da unidade geológico-ambiental.

**COD\_DOM (CÓDIGO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL)** – Sigla dos domínios geológico-ambientais.

**DOM\_GEO (DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL)** – Reclassificação da geologia pelos grandes domínios geológicos.

**COD\_UNIGEO (CÓDIGO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL)** – Sigla da unidade geológico-ambiental.

**UNIGEO (DESCRIÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL)** – As unidades geológico-ambientais foram agrupadas com características semelhantes do ponto de vista da resposta ambiental a partir da subdivisão dos domínios geológico-ambientais e por critérios-chaves descritos anteriormente.

**DEF\_TEC (DEFORMAÇÃO TECTÔNICA/DOBRAMENTOS)** – Relacionado à rocha ou ao grupo de rochas que compõe a unidade geológico-ambiental.

**CIS\_FRAT (TECTÔNICA FRATURAMENTO/CISLHAMENTO)** – Relacionado à rocha ou ao grupo de rochas que compõe a unidade geológico-ambiental.

**TIPO\_DEF (TIPO DE DEFORMAÇÃO)** - Relacionado à rocha ou ao grupo de rochas que compõe a unidade geológico-ambiental.

**COMP\_REOL – (CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS)** - Relacionado às rochas ígneas e/ou metamórficas que compõem a unidade geológico-ambiental frente aos esforços mecânicos).

**ASPECTO (ASPECTOS TEXTURAI E ESTRUTURAI)** – Relacionado às rochas ígneas e/ou metamórficas que compõem a unidade geológico-ambiental.



Figura 5.9 - Módulo Web Map de visualização dos arquivos vetoriais/base de dados (GEOBANK). Fonte: elaborada pelos autores, 2011.



**INTEMP\_F (RESISTÊNCIA AO INTEMPERISMO FÍSICO)** – Relacionado à rocha ou ao grupo de rochas sãs que compõe a unidade geológico-ambiental.

**INTEMP\_Q (RESISTÊNCIA AO INTEMPERISMO QUÍMICO)** – Relacionado à rocha ou ao grupo de rochas sãs que compõe a unidade geológico-ambiental.

**GR\_COER (GRAU DE COERÊNCIA DA(S) ROCHA(S) FRESCA(S))** – Relacionado à rocha ou ao grupo de rochas que compõe a unidade geológico-ambiental.

**TEXTURA (TEXTURA DO MANTO DE ALTERAÇÃO)** – Relacionado ao padrão textural de alteração da rocha ou ao grupo de rochas que compõe a unidade geológico-ambiental.

**PORO\_PRI (POROSIDADE PRIMÁRIA)** – Relacionado à porosidade primária da rocha ou do grupo de rochas que compõe a unidade geológico-ambiental.

**AQUÍFERO (TIPO DE AQUÍFERO)** – Relacionado ao tipo de aquífero que compõe a unidade geológico-ambiental.

**COD\_REL (CÓDIGO DOS COMPARTIMENTOS DO RELEVO)** – Siglas para a divisão dos macrocompartimentos de relevo.

**RELEVO (MACROCOMPARTIMENTOS DO RELEVO)** – Descrição dos macrocompartimentos de relevo.

**GEO\_REL (CÓDIGO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL + CÓDIGO DO RELEVO)** – Sigla da nova unidade geológico-ambiental, fruto da composição da unidade geológica com o relevo. Na escala 1:1.000.000, é o campo indexador, que liga a tabela aos polígonos do mapa e ao banco de dados (é formada pelo campo COD\_UNIGEO + COD\_REL).

**OBS (CAMPO DE OBSERVAÇÕES)** – Campo-texto onde são descritas todas as observações consideradas relevantes na análise da unidade geológico-ambiental.

## 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.

ALBUQUERQUE, P. C. G.; SANTOS, C. C.; MEDEIROS, J. S. de. **Avaliação de mosaicos com imagens Landsat TM para utilização em documentos cartográficos em escalas menores que 1/50.000**. São José dos Campos, SP: INPE, 2005. Disponível em: <<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1912/2005/09.28.16.52/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 21 dez. 2009.

BARBOSA, G. V.; FRANCO, E. M. S.; MOREIRA, M. M. M. A. Mapas geomorfológicos elaborados a partir do sensor radar. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 17, n. 33, p. 137-152, jun. 1977.

BARROS, R. S. et al. Avaliação do modelo digital de elevação do SRTM na ortorretificação de imagens Spot

4. Estudo de caso: Angra dos Reis - RJ. In: SIMPÓSIO EM CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIA DA GEOINFORMAÇÃO, 1., 2004, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 2004. 1 CD-ROM.

BERGER, A. Geoindicators: what are they and how are they being used? In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 32., 2004, Florence. **Abstracts...** Florence, Italy: IUGS, 2004. v. 2. p. 972.

BIZZI, L. A. et al. **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil**: texto, mapas e SIG. Brasília: CPRM, 2003. 673 p.

CCRS. Natural resources Canada, 2004. Disponível em: <[http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/index\\_e.php](http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/index_e.php)>. Acesso em: 21 dez. 2009.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo**: sistema de informações geográficas (SIG). Brasília: CPRM, 2004. 41 CD-ROMs. Programa Geologia do Brasil.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Instruções e procedimentos de padronização no tratamento digital de dados para projetos de mapeamento da CPRM**: manual de padronização. Rio de Janeiro: CPRM, 2005. v. 2.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Geologia e recursos minerais do estado do Amazonas**. Rio de Janeiro: CPRM, 2006. 1 CD-ROM.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Mapa geambiental & mapa de domínios geambientais/zonas homólogas [da] Bacia do Rio Gravataí**: escala 1:100.000. Porto Alegre: CPRM, 1998. 2 mapas. Programa PRÓ-GUAÍBA.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. Imagens CBERS + Imagens SRTM + Mosaicos GeoCover Landsat em ambiente SPRING e TerraView: sensoriamento remoto e geoprocessamento gratuitos aplicados ao desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. 1 CD-ROM.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. **Imagens fotográficas derivadas de MNT do projeto SRTM para fotointerpretação na geologia, geomorfologia e pedologia**. São José dos Campos: INPE, 2004.

CROSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: UNICAMP, 1993. 170 p.

CUSTODIO, E.; LLINAS, M. R. **Hidrologia subterrânea**. 2. ed. Barcelona: Omega, 1983. v. 1.

DANTAS, M. E. (2013). Biblioteca de relevo do território brasileiro. In: BANDEIRA, I. C. N. (Org.) **Geodiversidade do estado do Maranhão**. Teresina: CPRM. p. 133140.

DINIZ, N. C.; DANTAS, A.; SCLIAR, C. Contribuição à política pública de mapeamento geoambiental no âmbito do levantamento geológico. In: OFICINA INTERNACIONAL DE ORDENAMENTO TERRITORIAL E MINEIRO: subsídios ao mapeamento geoambiental no contexto do levantamento geológico e do patrimônio geomineiro, 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CPRM, 2005.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

LATRUBESSE, E. M.; RODRIGUES, S. C.; MAMEDE, L. Sistema de classificação e mapeamento geomorfológico: uma nova proposta. **GEOSUL**, Florianópolis, v. 14, n. 27, p. 682-687, 1998.

LIMA, M. I. C. **Análise de drenagem e seu significado geológico-geomorfológico**. Belém: [s.n.], 2006. 1 CD-ROM.

MEIS, M. R. M.; MIRANDA, L. H. G.; FERNANDES, N. F. Desnívelamento de altitude como parâmetros para a compartimentação do relevo: Bacia do Médio-Baixo Paraíba do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32., 1982. **Anais...** Salvador: SGB, 1982. v. 4. p. 1459-1503.

OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Eds.). **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. 586 p.

PONÇANO, W. L. et al. O conceito de sistemas de relevo aplicado ao mapeamento geomorfológico do estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2., 1979, Rio Claro. **Atas...** São Paulo: SBG, 1979. v. 2. p. 253-262.

RAMOS, M. A. B. et al. Procedimentos no tratamento digital de dados para o projeto SIG geologia ambiental do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 43., 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SBG, 2006. 1 CD-ROM.

RAMOS, M. A. B. et al. Proposta para determinação de atributos do meio físico relacionados às unidades geológicas, aplicado à análise geoambiental. In: OFICINA INTERNACIONAL DE ORDENAMENTO TERRITORIAL E MINEIRO: subsídios ao mapeamento geoambiental, no contexto do levantamento geológico e do patrimônio

geomineiro, 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CPRM, 2005.

RODRIGUES, C.; COLTRINARI, L. Geoinicators of urbanization effects in humid tropical environment: São Paulo (Brazil) metropolitan area. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 32nd., 2004, Florence. **Abstracts...** Florence, Italy: IUGS, 2004. v. 2. p. 976.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa geomorfológico do estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 10, p. 41-59, 1996.

THEODOROVICZ, A.; THEODOROVICZ, A. M. G. **Projeto paisagens geoquímicas e geoambientais do vale do Ribeira**. São Paulo: CPRM/UNICAMP/FAPESP, 2005.

THEODOROVICZ, A.; THEODOROVICZ, A. M. G.; CANTARINO, S. C. **Estudos geoambientais e geoquímicos das bacias hidrográficas dos rios Mogi-Guaçu e Pardo**. São Paulo: CPRM, 2002. 1 CD-ROM.

THEODOROVICZ, A.; THEODOROVICZ, A. M. G.; CANTARINO, S. C. **Projeto Curitiba. Informações básicas sobre o meio físico**: subsídios para o planejamento territorial: folha Curitiba - 1:100.000. Curitiba: CPRM, 1994. 109 p. 1 mapa, color. Escala 1:100.000.

THEODOROVICZ, A.; THEODOROVICZ, A. M. G.; CANTARINO, S. C. **Projeto Mogi-Guaçu/Pardo**: atlas geoambiental das bacias hidrográficas dos rios Mogi-Guaçu e Pardo – SP: subsídios para o planejamento territorial e gestão ambiental. São Paulo: CPRM, 2000. il., color.

THEODOROVICZ, A. et al. **Projeto médio Pardo**. São Paulo: CPRM, 2001.

TRAININI, D. R.; ORLANDI FILHO, V. **Mapa geoambiental**: Projeto Zoneamento Ecológico-Econômico da Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno: ZEE RIDE – Fase I. Porto Alegre: CPRM/EMBRAPA/Consórcio ZEE Brasil/Ministério da Integração, 2003. Escala 1:250.000.

TRAININI, D. R. et al. **Carta geoambiental da região hidrográfica do Guaíba**: escala 1:250.000. Porto Alegre: CPRM/FEPAM/PRÓ-GUAÍBA, 2001.

VAZ, Luiz F. Classificação genética dos solos e dos horizontes de alteração de rocha em regiões tropicais. **Solos e Rochas**, v. 19, n. 2, p. 117-136, ago. 1996.

# 6

## **GEODIVERSIDADE: ADEQUABILIDADES/ POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES FRENTE AO USO E À OCUPAÇÃO**

Violeta de Souza Martins (*violeta.martins@cprm.gov.br*)

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

### **SUMÁRIO**

Introdução .....	81
Domínio dos Sedimentos Cenozoicos Inconsolidados ou Pouco Consolidados, Depositados em Meio Aquoso .....	81
Domínio dos Sedimentos Cenozoicos Inconsolidados do Tipo Coluvião e Tálus .....	87
Domínio dos Sedimentos Bioclásticos .....	89
Domínio dos Sedimentos Cenozoicos Eólicos .....	91
Domínio dos Sedimentos Cenozoicos Pouco a Moderadamente Consolidados Associados a Tabuleiros .....	93
Domínio das Sequências Sedimentares Mesozoicas Clasto-Carbonáticas Consolidadas em Bacias de Margens Continentais .....	96
Domínio das Sequências Sedimentares Proterozóicas dobradas, Metamorfizadas em Baixo a alto Grau .....	100
Domínio das Sequências Vulcanossedimentares Proterozoicas Dobradas Metamorfizadas de Baixo a Alto Grau .....	103
Domínio dos Corpos Máficos - Ultramáficos (Suítes Komatiíticas, Suítes Toleíticas, Complexos Bandados). .....	107
Domínios dos Complexos Granitoides não Deformados .....	109
Domínios dos Complexos Granitoides Deformados .....	113
Domínios dos Complexos Granitoides Intensamente Deformados: Ortognaisses .....	117
Domínios dos Complexos Gnáissico-Migmatíticos e Granulitos .....	119
Referências.....	124



## INTRODUÇÃO

Este capítulo aborda o “tema” geodiversidade discorrendo sobre implicações favoráveis e adversas, quanto ao meio físico frente às intervenções humanas, no tocante à execução de obras de engenharia, atividades agrícolas, implantação de fontes poluidoras e utilização dos recursos hídricos, além de englobar informações e/ou dados relativos aos recursos minerais existentes. No estado de Alagoas foram identificados treze domínios geológico-ambientais e/ou “geossistemas” que correspondem a um agrupamento de conjuntos litológicos de comportamento semelhante, frente ao uso e ocupação, em terrenos representados na Figura 6.1.

Na análise da geodiversidade do estado de Alagoas foram integrados aos critérios litológicos, representados no mapa geológico Mendes et al. (2015), dados de infraestrutura, recursos minerais, unidades de conservação, terras indígenas, rede hidrológica e de água subterrânea, áreas impactadas e oneradas pela mineração, informações da Zona Econômica Exclusiva da Plataforma Continental, gasodutos, dados paleontológicos e geoturísticos visando atender ao planejamento para as aplicações das políticas públicas e implantação de projetos da iniciativa privada.

Vale ressaltar que os parâmetros físicos para cada uma das áreas, unidades geoambientais desses domínios supracitados, representadas no Quadro 6.1, foram apresentados e descritos no texto a seguir, por meio dos atributos litológicos, formas de relevo, aspectos pedológicos e hidrogeológicos.

## DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS CENOZOICOS INCONSOLIDADOS OU POUCO CONSOLIDADOS DEPOSITADOS EM MEIO AQUOSO.

Este domínio geológico-ambiental ocorre nas planícies fluviomarinhas, fluviolagunares, ambientes mistos e em áreas costeiras caracterizadas por baixos topográficos comumente formados por sedimentos recentes, inconsolidados, anisotrópicos e estratificados (Figura 6.2). Predominantemente estão representados por camadas de cascalhos, areias e siltes intercalados a sedimentos argilosos (Quadro 6.2 e Figuras 6.3 a 6.6).

Predominam na região leste do estado, em todo o litoral, margeando o rio São Francisco, desde as imediações da cidade de Pão de Açúcar até a sua foz, em Piaçabuçu. De acordo com Souza et al. (2005) representam áreas onde os processos morfodinâmicos de erosão e/ou deposição são atuantes com o transporte de material feito por meio dos rios e enxurradas, e na faixa litorânea; mobilizados pela ação dos ventos e do mar.

Este extenso litoral alagoano com falésias, praias marcadas pela presença de extensos coqueirais, manguezais, as lagunas de Mundaú e Manguaba, arrecifes e piscinas naturais fazem desse local um paraíso turístico e de lazer vindo a despertar o interesse científico pela importância ambiental e necessidade de preservação.

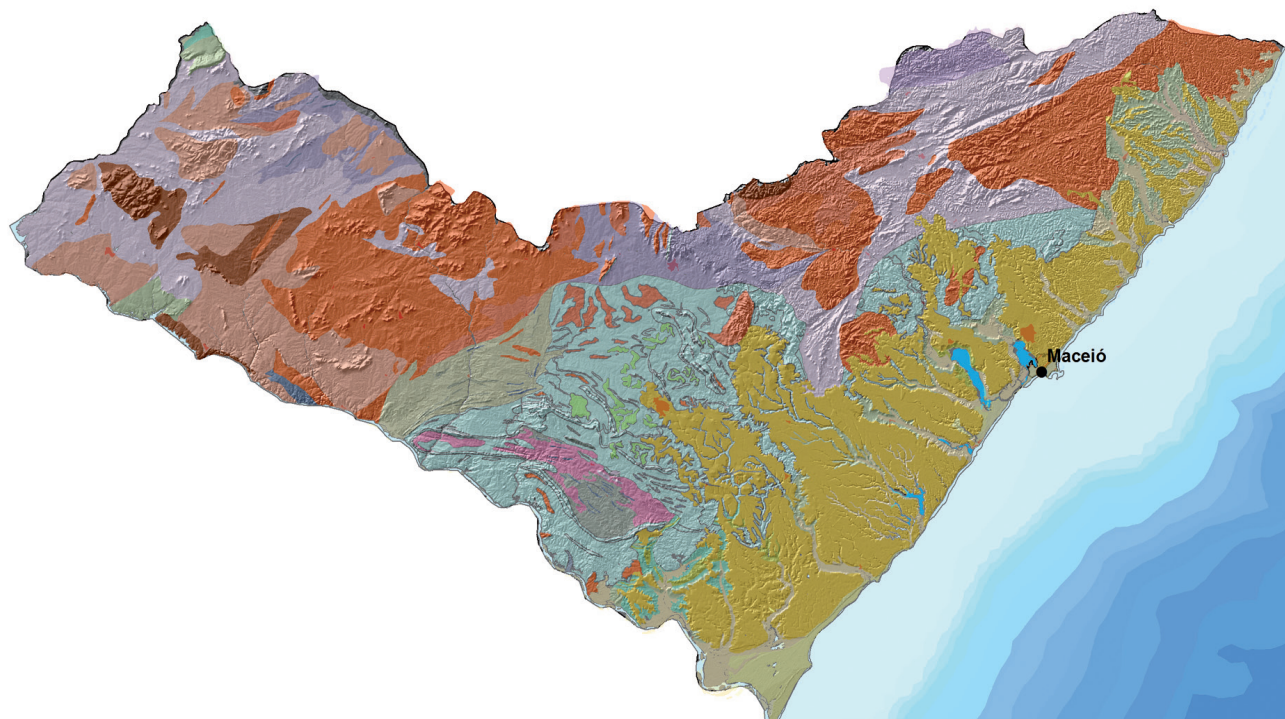


Figura 6.1 - Mapa Geodiversidade do Estado de Alagoas. Fonte: elaborado pelo autor (2015).

## Adequabilidades e Limitações

### Frente à execução de obras

Configuram áreas litorâneas e de baixas altitudes integrando ambientes geológicos que no tocante ao planejamento e à execução de obras possuem características geotécnicas predominantemente desfavoráveis em função dos seguintes fatores:

- Predomínio de litologias formadas por sedimentos inconsolidados que favorecem a saturação de água entre os poros das rochas propiciando baixa capacidade de suporte para os alicerces das edificações podendo vir a acarretar trincamentos, abatimentos ou até o desmoronamento dessas construções;
- Litologias estratificadas e com características mineralógicas e granulométricas diversas variando com a profundidade em cascalhos, areias, siltes

**Quadro 6.1** - Áreas dos domínios e unidades geológico-ambientais no território alagoano.

Domínio	Código do Domínio	Código da Unidade Geológico-Ambiental	Área (km <sup>2</sup> )	Território Estadual (%)
Domínio dos sedimentos cenozoicos inconsolidados ou pouco consolidados depositados em meio aquoso.	DC	DCa	40,88	1,50
		DCfl	894,97	3,25
		DCmc	207,72	0,75
		DCm	99,69	0,36
Domínio dos sedimentos cenozoicos inconsolidados do tipo coluvião e tálus	DCICT	DCICT	141,16	0,51
Domínio dos sedimentos cenozoicos bioclásticos	DCB	DCBr	21,89	0,80
Domínio dos sedimentos cenozoicos eólicos	DCE	DCEm	58,69	0,21
		DCEf	92,74	0,34
Domínio dos sedimentos cenozoicos pouco a moderadamente consolidados, associados a tabuleiros	DCT	DCT	5324,7	18,40
Domínio dos sedimentos mesozoicos clastocarbonáticos consolidados em bacias de margens continentais	DSM	DSMqcg	917,02	3,3
		DSMsa	98,4	0,35
		DSMsqa	189,15	0,68
Domínio das sequências sedimentares proterozoicas dobradas, metamorizadas de baixo a alto grau	DSP2	DSP2sag	6,03	0,22
		DSP2mcsaa	4,52	0,16
		DSP2q	218,1	0,80
		DSP2x	1236,5	4,50

**Quadro 6.1** - Áreas dos domínios e unidades geológico-ambientais no território alagoano  
(Continuação).

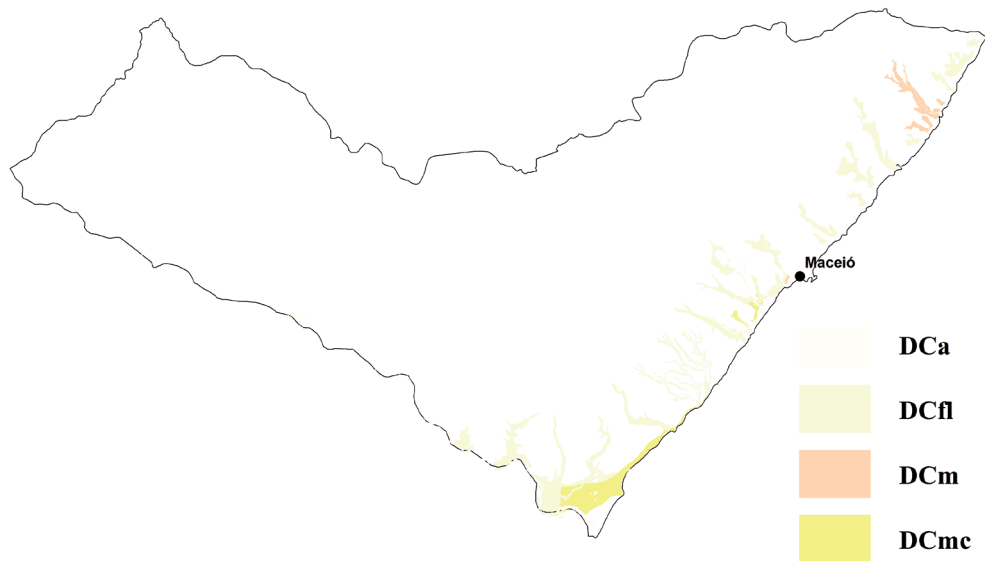
Domínio	Código do Domínio	Código da Unidade Geológico-Ambiental	Área (km <sup>2</sup> )	Território Estadual (%)
Domínio das sequências vulcanos-sedimentares proterozoicas dobradas, metamorizadas de baixo a alto grau	DSVP2	DSVP2q	7,33	0,03
		DSVP2csa	29,66	0,11
		DSVP2vfc	670,5	2,44
		DSVP2gratv	204,5	0,74
		DSVP2bu	74,95	0,27
		DSVP2avf	5,14	0,02
		DSVP2pcqv	459,7	1,67
Domínio dos corpos máfico-ultramáficos (suítes komatiíticas, suítes toleíticas, complexos bandados)	DCMU	DCMUbu	1,860	0,07
		DCMUmg	9,975	0,36
Domínio dos Complexos Granitoides não deformados	DCGR1	DCGR1alc	1106,4	4,03
		DCGR1salc	581,14	2,12
Domínio dos Complexos Granitoides deformados	DCGR2	DCGR2salc	4841,3	16,62
		DCGR2pal	719,52	2,62
Domínio dos Complexos Granitoides intensamente deformados. Ortognaisses	DCGR3	DCGR3alc	347,65	1,266
		DCGR3salc	865,67	3,15
Domínio dos Complexos Gnáissico - Migmatíticos e Granulíticos	DCGMGL	DCGMGLmp	1085,4	3,95
		DCGMGLgnp	282,23	1,03
		DCGMGLglo	303,15	1,10
		DCGMGLgno	4133,4	15,05
		DCGMGLmufb	2142,7	7,80
		DCGMGLqt	42,47	0,15

Fonte: elaborado pelo autor (2015).

**Quadro 6.2** - Unidades geológico – ambientais e compartimentos de relevo pertencentes ao domínio dos sedimentos cenozoicos inconsolidados ou pouco consolidados depositados em meio aquoso no estado de Alagoas.

Unidades Geológico-Ambientais	Compartimentos de Relevo
<b>DCa</b> Ambiente de planícies aluvionares recentes. Material inconsolidado e de espessura variável. Da base para o topo é formado por cascalho, areia e argila. (Figuras 6.3 e 6.4)	Planícies aluvionares
<b>DCfi</b> Ambiente fluviolacustre. Predomínio arenoso intercalado com camadas argilosas, ocasionalmente com presença de turfa. (Figura 6.8)	Planícies fluviolagunares
<b>DCmc</b> Ambiente marinho costeiro. Predomínio de sedimentos arenosos.(Figura 6.5)	Planícies costeiras
<b>DCm</b> Ambiente misto (marinho/continental). Intercalações irregulares de sedimentos arenosos, argilosos em geral ricos em matéria orgânica (mangues).(Figura 6.6)	Planícies marinhas e fluviolagunares

Fonte: elaborado pelo autor (2015)



**Figura 6.2** - Distribuição do domínio dos sedimentos cenozoicos inconsolidados ou pouco consolidados depositados em meio aquoso no estado de Alagoas. Fonte: Fonte: elaborado pelo autor (2015).



**Figura 6.3** - Planície de inundação do rio São Francisco, vista da cidade de Propriá-SE, sobre a ponte da divisa dos estados de SE e AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.4** - Visão da planície fluvial do rio São Francisco, em território alagoano, na divisa entre os estados de SE e AL - Porto Real do Colégio-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).





**Figura 6.5** - Planície costeira ao longo da AL-101 em direção a Barra de São Miguel-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.6** - Ambiente misto, no litoral norte do estado, em Barra de Santo Antônio-AL. Fotografia: Rogério Valença Ferreira (2011).

e argilas configuram comportamentos geomecânicos e hidráulicos contrastantes facilitando os processos erosivos e a desestabilização em taludes de cortes;

- Sedimentos depositados comumente em ambientes lagunares, as argilas, ricas em matéria orgânica, liberam ácidos bastante corrosivos que podem vir a danificar tubulações e/ou obras enterradas, além do metano, gás altamente inflamável. Argilas excessivamente moles ou plásticas comprometem as escavações e podem vir a provocar o fenômeno da “corrida da lama” dificultando o trânsito de equipamentos e veículos nas obras de engenharia;
- Nas áreas litorâneas o nível do lençol freático, aflorante ou em subsuperfície, favorece o rápido alagamento das escavações, obras e vias de acesso. Climas chuvosos em associação à falta de escoamento das águas acarretam as enchentes que promovem o constante monitoramento e a recuperação periódica dessas obras e/ou elevando o custo dessas construções que tem que ser alocadas sobre aterros;

- Definidos como Áreas de Proteção Permanente (APP) por sustentar uma imensa biodiversidade, os manguezais, ambientes mistos presentes em todo o litoral, as margens das lagoas e enseadas dos rios tem sido afetados pela ocupação desordenada (Figuras 6.7 a 6.10) pelo desmatamento e degradação no tocante às obras de engenharia;
- Comumente ocupadas por obras e edificações, as zonas baixas que separam as planícies fluviais e fluviolagunares dos terraços marinhos e das planícies costeiras são propensas a enchentes e inundações necessitando de acompanhamento no processo de ocupação dos solos dessas áreas de povoamento.

### Frente à agricultura

Predominantemente planas em períodos secos apresentam-se pouco suscetíveis aos processos erosivos configurando áreas propícias às plantações por sua configuração morfológica e fácil mecanização. Em períodos chuvosos,



**Figura 6.7** - Galpões e residências em área de manguezal, as margens do Rio Jirituba, na localidade de Barra de Santo Antônio-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.8** - Planície fluviolagunar com construções em área de inundação, as margens da Lagoa do Mundaú-AL. Fotografia: Rogério Valença Ferreira (2011).



**Figura 6.9** - Habitações sujeitas a inundações às margens da lagoa de Manguaba-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.10** - Intensa ocupação nas planícies fluviomarinhas, litoral sul, Barra de São Miguel-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).

as margens dos rios e/ou lagoas e áreas pantanosas permanecem alagadas por longos períodos, tornando-se impróprias para o cultivo.

Os terraços pouco propensos à erosão podem ser utilizados para fins agrícolas por apresentarem boa fertilidade natural, pela disponibilidade de matéria orgânica, água e alta capacidade de fixar e reter nutrientes em resposta à adubação.

As enxurradas promovem o aumento da fertilidade natural em decorrência do intenso transporte e deposição dos solos, intensificam a presença de manchas com alta concentração de matéria orgânica renovando dessa forma a fertilidade dessas áreas e favorecendo o desenvolvimento das plantações.

Nas planícies fluviolagunares e fluviomarinhas os solos argilosos com teor elevado de matéria orgânica, se bastante acidificados, podem necessitar da aplicação de calcário dolomítico como corretivo agrícola. Os solos próximos à linha de costa podem vir a apresentar problemas de salinidade elevada e devido a predisposição à presença de lençóis freáticos rasos, configuram áreas vulneráveis à contaminação por agrotóxicos.

No litoral sul do estado, na planície costeira, a fazenda Gunga constitui a maior plantação de coqueiros de Alagoas (Figuras 6.11 e 6.12) (ALAGOAS. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico e Turismo, 2015).

### Frente aos recursos hídricos e à implantação de fontes poluidoras

Nestas áreas litorâneas a degradação ambiental torna-se significativa em função da grande densidade demográfica, que potencializa a utilização indevida dos cursos d'água quanto ao escoamento dos esgotos industriais e domésticos.

No que concerne à qualidade das águas subterrâneas, a proximidade a linha da costa, em razão da interferência da água do mar, pode vir a interferir na salinidade das águas, tornando-as salobras. Visando à captação de águas com menor salinidade e de melhor qualidade, apropriadas para o uso humano, perfuram-se poços de maior profundidade.

Vale ressaltar, que o excesso de matéria orgânica pode vir a comprometer a qualidade das águas para o



**Figura 6.11** - Panorama da fazenda Gunga, litoral sul alagoano, cultivo da maior plantação de coqueiros do Brasil (AL). Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.12** - Coqueiral da fazenda Gunga ocupando a planície costeira até as áreas próximas ao domínio dos tabuleiros (AL). Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).

abastecimento humano, devido à acidez elevada e odor desagradável.

Caracterizam áreas formadas por sedimentos detríticos inconsolidados que em função das suas características de elevadas porosidades e permeabilidades naturais formam aquíferos granulares com vazões elevadas.

Configuram-se em lençóis freáticos rasos de fácil e barata exploração, porém mais vulneráveis a contaminação, pois o fluxo d'água em várias direções, pode vir a promover o deslocamento rápido de substâncias poluentes contaminando o lençol freático.

A configuração topográfica e litológica desse ambiente favorece a circulação das águas subterrâneas tanto a recarga como a descarga. De acordo com Feitosa e Filho (2000) a predominância de diversas litologias, sedimentos arenosos, cascalhos permeáveis e porosos intercalados a siltes e argilas configura camadas com expressivos potenciais armazenantes e circulantes de águas, além de expressiva hidrodinâmica lateral.

A predominância de rochas argilosas impermeabiliza o solo, favorece o acúmulo de água na superfície formando as lagoas e/ou justificando a presença de solos hidromórficos ao longo dos rios, lagoas e lagoas.

Caracteriza-se por um domínio geológico-ambiental com padrões geológicos que tornam a área de alta relevância no tocante aos seus recursos hídricos apesar da alta vulnerabilidade à contaminação dos seus aquíferos.

### Frente aos recursos minerais

Constitui um contexto geológico favorável para minerais industriais e materiais de construção a exemplo das argilas das planícies de inundação, utilizadas na indústria cerâmica a norte do estado, entre Matriz de Camaragibe e Porto Calvo (Figuras 6.13 e 6.14), com ocorrências de caulim nas proximidades de Porto de Pedras, depósitos de areias e cascalhos utilizados como matérias-primas na indústria da construção civil, na área sul do litoral, que se formam a leste da cidade de Feliz Deserto.

Nas planícies fluviais e áreas alagadiças, a sudoeste de Floriano Peixoto, e nas imediações de São Luís do Quitunde até Porto Calvo, ocorrem além das argilas depósitos de turfa. Esses jazimentos predominantemente paludais formados em meio aquoso, configuram um recurso energético renovável ou insumo agrícola; turfa agrícola biofertilizante apropriado para horticultura.

Associados aos depósitos aluvionares fluviais ocorrem depósitos do tipo plácer com concentrações de ilmenita, rutilo, zircão e monazita no ambiente marinho costeiro e/ou continental, em Alagoas. De acordo com Dantas et al. (1986), como exemplo, a oeste da cidade de Floriano Peixoto, esses (depósitos de *placers*) se originam provavelmente do material erodido por ação fluvial para a formação de depósitos praias, associados a deltas, ou pela erosão de areias costeiras que contenham concentrações de minerais pesados.



**Figura 6.13** - Extração de argilas às margens da AL-413 nos arredores da cidade de Matriz de Camaragibe-AL. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



**Figura 6.14** - Detalhe do material argiloso com a presença de linhas de seixos, próximo à cidade de Matriz de Camaragibe-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).

## DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS CENOZOICOS INCONSOLIDADOS DO TIPO COLUVIÃO E TÁLUS

Este domínio, restrito à região central do estado, ocorre nos arredores da cidade de Arapiraca, em áreas acidentadas e instáveis, representadas pelos depósitos colúvio-eluviais com litologias diversificadas: cascalhos, areias e argilas e materiais inconsolidados, cuja composição geológica é herdada da área fonte. São compostas por uma mistura de solos e fragmentos de rochas, blocos e matações resultando em materiais sem seleção granulométrica (Figura 6.15).

Predominam nas superfícies aplainadas retocadas e nas colinas dissecadas e morros baixos englobando os morros testemunhos, encostas das elevações e os sopés dos morros e serras configurando áreas suscetíveis a risco geológico ao serem urbanizadas (Quadro 6.3).



**Figura 6.15** - Distribuição do domínio dos Sedimentos Cenozoicos Inconsolidados do tipo colúvio e tálus no estado de Alagoas. Fonte: elaborado pelo autor (2015).

**Quadro 6.3** - Unidade geológico – ambiental e compartimentos de relevo pertencentes ao domínio dos Sedimentos Cenozoicos Inconsolidados do tipo colúvio e tálus no estado de Alagoas.

Unidade Geológico-Ambiental	Compartimentos de Relevo
<p><b>DCICT</b> Colúvio e tálus. Materiais inconsolidados de granulometria e composição diversas provenientes do transporte gravitacional. (Figuras 6.16 e 6.17)</p>	<p>Superfícies aplainadas retocadas ou degradadas. Domínio de colinas dissecadas e morros baixos.</p>

Fonte: elaborado pelo autor (2015).

### Adequabilidades e Limitações

#### Frente à execução de obras

Suscetíveis a processos erosivos, essas áreas sub-horizontalizadas potencializam movimentos naturais de massas sendo bastante instáveis e/ou pouco recomendadas para implantação de obras de engenharia. Formados por sedimentos, blocos e matacões constituem terrenos com limitações quanto à estabilização das construções, sobre eles apoiados e/ou enterrados e no tocante às escavações e perfurações com sondas rotativas. A utilização de ferramentas, a exemplo, os bate-estacas são mais recomendáveis, a fim de evitar o desgaste das brocas por essas litologias abrasivas.

Compõem litologias mal selecionadas formadas por vários tipos de solos constituídos por areias, argilas com a



**Figuras 6.16 e 6.17** - No acesso entre as cidades de Taquarana e Arapiraca ocorrem morros residuais com encostas suavizadas por rampas de colúvio (AL). Fotografias: Rogério Valença Ferreira (2011).

presença de seixos, blocos e matacões de diversas litologias das áreas. Ao redor, fontes desses detritos. Em função dessa diversidade de materiais formadores representam áreas de comportamentos geomecânico e hidráulico bastante heterogêneos. Essas litologias com características composicionais diversas favorecem as desestabilizações das construções em áreas declivosas e quando essas obras são construídas sobre materiais pouco permeáveis.

#### Frente à agricultura

Constituem solos pouco transportados, principalmente pela ação da gravidade, instáveis, apesar de alóctones. Em associação a grandes volumes de chuvas estão sujeitos a drenagem interna e escorregamentos de lama e areia apresentando limitações para o uso agrícola.

São pedregosos, pouco espessos, mal selecionados com aspectos texturais heterogêneos formados por variações granulométricas de argilas até matacões, a depender da composição da rocha.

#### Frente aos recursos hídricos e à implantação de fontes poluidoras

Apresentam favorabilidades no tocante aos recursos hídricos, no acúmulo dos materiais, quando os solos tornam-se espessos. Nessas condições e frente a um relevo favorável ocorre a retenção das águas das chuvas e a formação de bons aquíferos superficiais.

Os sopés das encostas comumente formam depósitos permeáveis e porosos, áreas de nascentes, zonas de afloramento dos lençóis freáticos, onde ocorre o surgimento de córregos.

Comumente resistentes à escavação e à perfuração são caracterizados por solos bem drenados, em climas

úmidos a secos como o do agreste alagoano, tornando-se facilmente colapsáveis apenas com a saturação.

Constituídos por sedimentos detríticos inconsolidados com grande variação granulométrica apresentam elevada porosidade e permeabilidade, atributos os quais favorecem a circulação das águas, potencializando dessa forma a vulnerabilidade a contaminação por substâncias poluentes.

#### Frente aos recursos minerais

Esse domínio formado por depósitos de tálus e coluvionares constituem boas fontes de lavra de cascalhos, blocos e matacões. Ambiente caracterizado pela exploração dos depósitos aluviais, portadores de recursos minerais utilizados como matéria-prima na construção civil, como areias e britas.

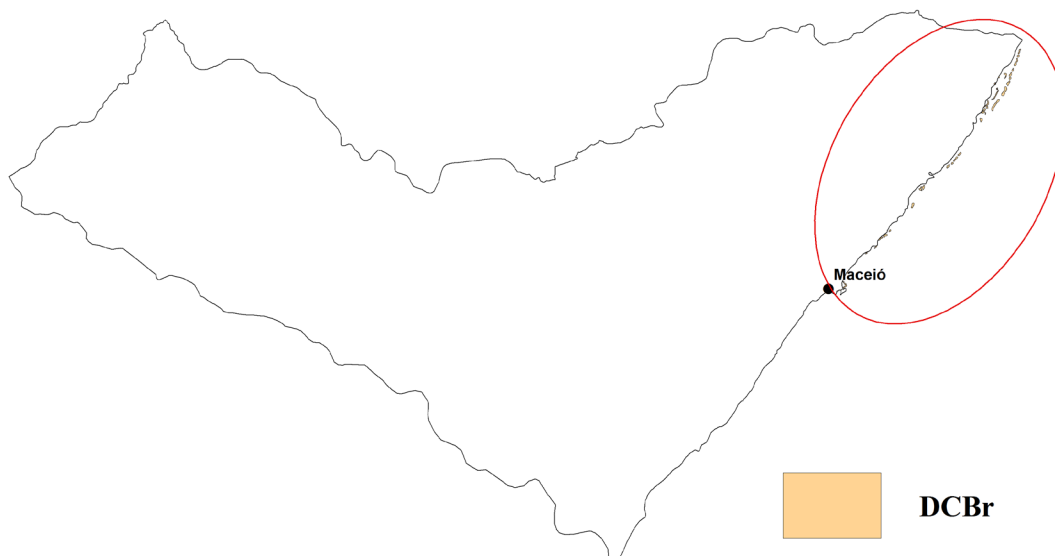
Na área central do estado, sobre o domínio dos ortognaisses, a norte da cidade de Igaci, ocorre um depósito de areia proveniente de aluviões, apresentando associações minerais como feldspato, muscovita, quartzo e argilominerais.

### DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS BIOCLÁSTICOS

Os recifes de arenitos e calcários modernos, em Alagoas, situam-se na zona da plataforma continental, vindo a ocorrer da área central do estado, nas praias de Barra de São Miguel até o litoral norte de Maragogi (Figura 6.18).

Constitui um conjunto quase contínuo de formações rochosas em hábitat marinho adentrando pela costa do estado de Pernambuco; entre a zona de praia e de arrebenção das ondas (Figura 6.19).

Desenvolvidos sobre bancos de arenitos de praias, são formados através do processo de simbiose dos corais e algas calcárias que segregam o carbonato de cálcio, cimen-



**Figura 6.18** - Distribuição do domínio dos sedimentos bioclásticos no estado de Alagoas. Fonte: elaborado pelo autor (2015).

tando e acumulando os esqueletos de calcário, e formam uma crosta algal calcária sobre os corpos recifais (Quadro 6.4). Extremamente frágeis e suscetíveis aos desequilíbrios naturais e à ação antrópica, a “barreira recifal” apresenta uma grande biodiversidade.

**Quadro 6.4** - Unidade geológico-ambiental e compartimento de relevo pertencente ao domínio dos sedimentos bioclásticos no estado de Alagoas.

Unidade Geológico-Ambiental	Compartimentos de Relevo
<p style="text-align: center;"><b>DCB</b></p> <p>Plataforma continental – recifes (Figuras 6.19 e 6.20)</p>	<p style="text-align: center;">Recifes</p>

Fonte: elaborado pelo autor (2015).



**Figura 6.19** - Recifes formadores das piscinas naturais, contenção natural do impacto das ondas - praia do Gunga – Barra de São Miguel-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.20** - Barreira de recifes predominante em todo o litoral centro-norte do estado, Barra de São Miguel – Maceió-AL  
Fonte: Iconografia Alagoana, SEDEC e SEBRAE/AL (2011).

Como conhecidos localmente os chamados “arrecifes” ocorrem muito próximo às praias e em conjunto com rios que entrecortam os manguezais, correspondem ao hábitat do peixe-boi marinho. A presença desse mamífero aquático, relacionada a esse ambiente, justifica a existência do Projeto Peixe-Boi, no povoado de Porto da Rua, em Porto de Pedras que visa à preservação da espécie.

Muito retratados nos cartões postais da capital, Maceió, esses depósitos bioclásticos quaternários desenvolvidos nas águas quentes, rasas e límpidas do litoral alagoano formam lagoas e/ou piscinas naturais muito atrativas ao turismo (Figura 6.19).

O turismo predatório e a expansão imobiliária vêm contribuindo para o desequilíbrio desses ecossistemas que fornecem suporte às suas comunidades costeiras, no tocante à pesca e à geração de renda.

## Adequabilidades e Limitações

### Frente à execução de obras

Os recifes de corais, em função da sua rica biodiversidade, agregam características muito importantes para o equilíbrio ecológico do ambiente marinho.

Visando a preservação desse hábitat foi criada uma área de proteção ambiental federal, APA Costa dos Corais, entre o litoral norte de Alagoas e o litoral sul pernambucano. Essa ação pública, em 23/10/1997, contemplou a proteção dos recifes coralígenos e de arenito, a manutenção desse ambiente e consequentemente a preservação do peixe-boi marinho que tinha como seu hábitat original os estuários alagoanos até os limites da barreira recifal (BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Recifes de Coral).

Protegido pela legislação ambiental esse domínio torna-se incompatível com a execução de obras e a empreendimentos imobiliários.

Naturalmente esses ambientes formam várias barreiras recifais que atuam na proteção da orla marinha. Diminuem o impacto das ondas protegendo assim, o litoral dos processos de erosão costeira (Figura 6.21).

### Frente aos recursos minerais

Este domínio abriga os depósitos de arenitos e calcários recifais modernos, formados por algas coralíneas constituintes dos recifes de Maceió, Barra de Santo Antônio, São Miguel dos Milagres, Porto de Pedras, Japaratinga e Maragogi. Segundo Dantas et al. (1986), nesses recifes, as algas calcárias são as principais formadoras das reservas de calcário o que levou à classificação desses depósitos como calcário recifal de algas

Constituem áreas suscetíveis à lavra predatória no tocante à remoção de materiais como areias e rochas carbonáticas, utilizados na construção civil. São muito sensíveis a poluição e alteração da qualidade das águas no tocante à retirada de areias, lavra de calcários e fosfatos, utilizados como insumo agrícola.



**Figura 6.21** - Recifes areníticos, redutores naturais dos processos de erosão costeira - praia de Barreiras do Boqueirão, município de Japaratinga - AL. Fotografia: Rogério Valença Ferreira (2011).

Os corais geomolológicos são muito procurados como peças ornamentais e na confecção artesanal de joias.

A degradação dos recifes de corais está diretamente associada às atividades econômicas.

## DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS CENOZOICOS EÓLICOS

Esse domínio representado por sedimentos arenosos, inconsolidados, quaternários predomina no litoral (Figura 6.22). Foi subdividido em campos de dunas móveis, restritos à área extremo sul do estado, na foz do rio São Francisco, APA de Piaçabuçu e sob a forma de depósitos de dunas fixas, estendendo-se da região central, nas dunas de Marapé, em Jequiá da Praia até a cidade de Barra de

**Quadro 6.5** - Unidades geológico-ambientais e compartimentos de relevo pertencentes ao domínio dos sedimentos cenozoicos eólicos no estado de Alagoas.

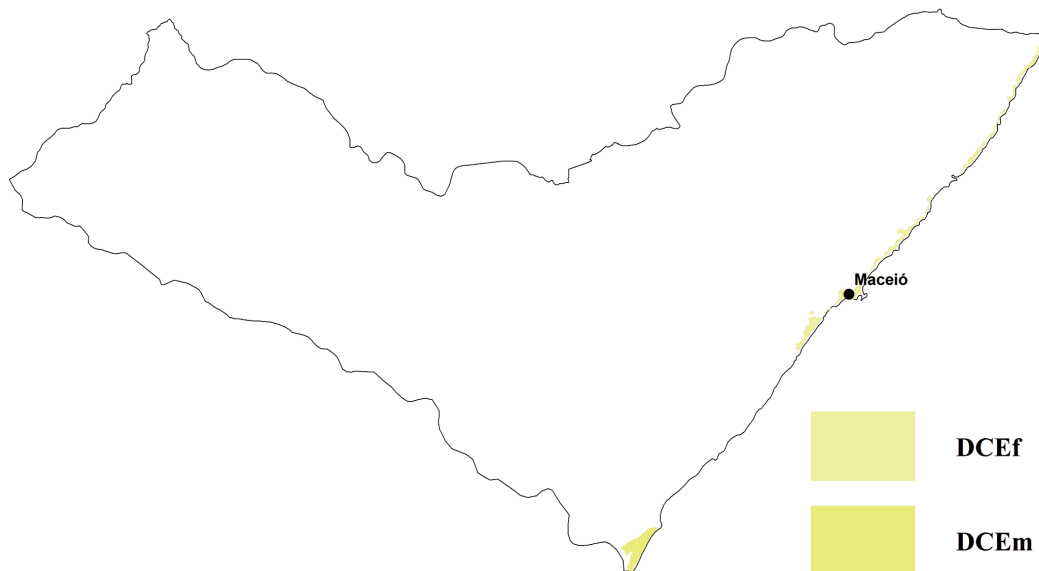
Unidades Geológico-Ambientais	Compartimentos de Relevo
<b>DCEm</b> Dunas móveis - materiais arenosos inconsolidados (Figura 6.23)	Campos de dunas
<b>DCEf</b> Dunas fixas - material arenoso com vegetação (Figura 6.24)	Planícies costeiras

Fonte: elaborado pelo autor (2015).

Santo Antônio. Vindo a ocorrer novamente na localidade de Maragogi, no extremo norte do estado. Ao longo da costa, as dunas fixas englobam os depósitos de campo de dunas e planícies costeiras. As dunas móveis, depósitos eólicos, ao sul, constituem-se essencialmente de sedimentos arenosos enquanto nas áreas de dunas fixas predominam areias e argilas. (Quadro 6.5 e Figuras 6.23 e 6.24).

Os campos de dunas configuram um hábitat para diferentes espécies da fauna e da flora. Áreas correspondentes à transição entre o ambiente marinho e o meio terrestre são primordiais quanto à manutenção na estabilidade da linha de costa, protegem o lençol freático, impedindo a erosão costeira e a abrasão marítima nas falésias (CARVALHO; MARTINS, 2015; SANTOS et al., 1998).

Esses ecossistemas de dunas, áreas de extrema beleza e muito atrativas ao turismo, vêm sendo afetados por impactos antrópicos.



**Figura 6.22** - Distribuição do domínio dos sedimentos cenozoicos eólicos no estado de Alagoas. Fonte: elaborado pelo autor (2015).



**Figuras 6.23 e 6.24** - Dunas móveis e fixas que integram a APA de Piaçabuçu, no extremo litoral sul do estado, praia de Pontal do Peba, município de Feliz Deserto - AL.  
Fotografias: Violeta de Souza Martins (2011).

## Adequabilidades e Limitações

### Frente à execução de obras

Neste geossistema as coberturas arenosas, inconsolidadas e friáveis que são transportadas pela ação dos ventos, em períodos secos, tornam as construções e obras muito suscetíveis ao soterramento. As edificações sobre as dunas representam obstáculos ao ciclo natural de erosão.

Estes ambientes são bastante afetados pela ação de agentes erosivos sendo suscetíveis ao fenômeno de liquefação (areia movediça): desmoronam e erodem, facilmente, em taludes de cortes.

Sofrem com o pisoteio em função de serem ocupadas por construções, *camping*, estacionamentos, trânsito de veículos e pessoas no acesso às praias. Estes impactos constituem as principais ameaças à conservação das dunas costeiras.

Por toda a costa de Alagoas a expansão das atividades econômicas sobre as dunas e no seu entorno tornam-nas muito suscetíveis à destruição, diante da especulação imobiliária, no tocante aos empreendimentos turísticos, afetando suas lagoas naturais e praias.

De acordo com Carvalho e Ramos (2010) os campos de dunas, caracterizadas por sua alta fragilidade ambiental, com fauna e flora adaptadas, os campos de dunas são protegidas por lei específica, regulamentada através da legislação brasileira como Unidades de Conservação (UCs) estando dessa forma enquadradas na categoria de Áreas de Preservação Permanentes (APP).

### Frente à agricultura

Desprovidos de solo ou com solos muito pouco desenvolvidos, esses ambientes, com a falta de nutrientes e de água apresentam limitações, no tocante à prática da agricultura.

Extremamente erosivos e friáveis, excessivamente ácidos, permeáveis, perdem água rapidamente, detentores de baixa capacidade hídrica. A baixa capacidade de reter e fixar elementos reforça a condição de formarem solos que respondem muito mal a adubação.

Predominantemente quartzo-arenosos, sua composição mineralógica não favorece o provimento de nutrientes configurando áreas de baixa fertilidade. Por serem ecossistemas protegidos pela legislação ambiental, à exceção das plantações de espécies nativas, configuram áreas impróprias para as atividades agrícolas.

Por todo o litoral do estado de Alagoas existem áreas de dunas (Figura 6.25), caracterizadas por solos mais enriquecidos em matéria orgânica e água permitindo a presença de arbustos e coqueirais.



**Figura 6.25** - Área de dunas fixas, vegetação com arbustos, ao longo do trajeto Maceió-Barra de São Miguel, às margens da AL-101. Em segundo plano, os tabuleiros da Formação Barreiras-AL.  
Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).

### Frente aos recursos hídricos e à implantação de fontes poluidoras

Correspondem a áreas formadas por depósitos predominantemente quartzosos com variação granulométrica entre areias, siltes e argilas, boa seleção granulométrica e arredondamentos caracterizados pela elevada porosidade e permeabilidade.

Constituem aquíferos superficiais com baixo custo de exploração, desprovidos de manto depurador, bastante vulnerável a contaminação requerendo, portanto, monitoramento no tocante às fontes potencialmente poluidoras e frente às diversificadas ações antrópicas. Como exemplo, a presença do cemitério em dunas fixas, na praia de Porto de Pedras (Figuras 6.26 e 6.27).

Representam domínios importantes de recarga com elevada favorabilidade hidrogeológica constituindo importantes áreas-fonte de água doce, nas regiões litorâneas.

Esses mananciais de água doce impedem a contaminação dos aquíferos continentais pela água salgada





**Figuras 6.26 e 6.27** - Cemitério abandonado cercado por moradias, ocupando a praia de Porto de Pedras, evidenciando o uso indevido dessa área (AL). Fotografias: Violeta de Souza Martins (2011).

e a salinização dos solos, na possibilidade do avanço da cunha salina.

A superexploração das águas subterrâneas nessas regiões litorâneas pode vir a provocar a salinização acentuada desses aquíferos.

#### Frente aos recursos minerais

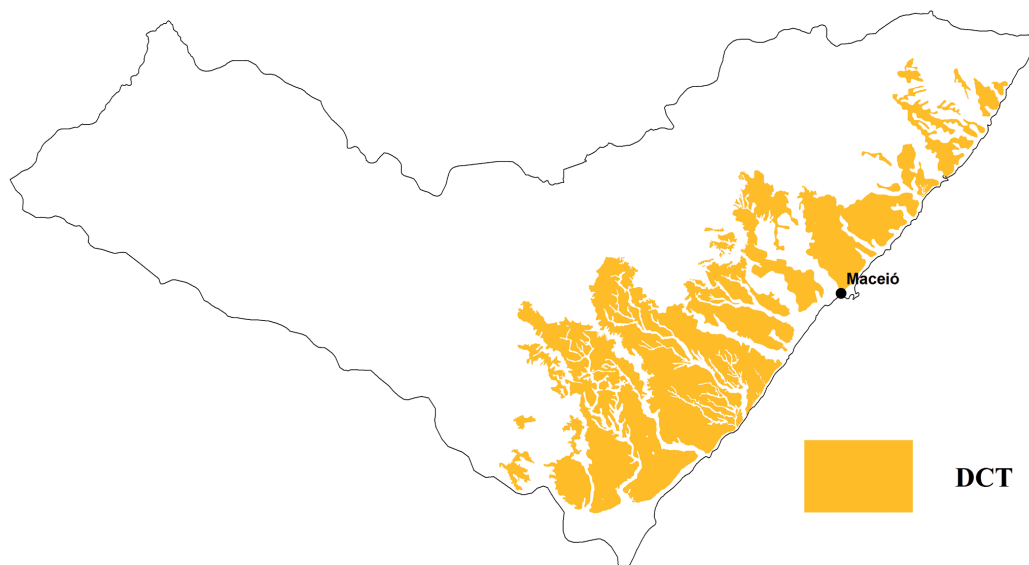
Apesar de protegidas por lei, essas áreas constituem-se de depósitos formados predominantemente por areia, apresentando potencial elevado para o uso como material de construção e na fabricação do vidro.

De acordo com Dantas et al. (1986) esse ambiente apresenta viabilidade metalogenética para concentrar pláceres de ilmenita, rutilo (Ti) e zirconita (Zr) e cordões litorâneos com areias negras, a exemplo das que ocorrem

associadas aos depósitos de areia e argila, a oeste de Florianópolis.

### **DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS CENOZOICOS POUCO A MODERADAMENTE CONSOLIDADOS ASSOCIADOS A TABULEIROS.**

Este domínio ocupa uma grande extensão do estado recobrendo toda a área centro - leste de Alagoas (Figura 6.28). Ocorre amplamente sob a forma de altiplanos, predominando em grande parte da zona da mata, abrangendo áreas desde a zona litorânea, até os limites de Arapiraca. No tocante às formas de relevo associam-se aos tabuleiros costeiros abrangendo essas formas dissecadas que também se estendem ao litoral (Quadro 6.6). Formam as falésias, relevos



**Figura 6.28** - Distribuição do domínio dos sedimentos cenozoicos pouco a moderadamente consolidados associados a tabuleiros no estado de Alagoas. Fonte: elaborado pelo autor (2015).

**Quadro 6.6** - Unidade geológico-ambientais e compartimentos de relevo pertencentes ao domínio dos sedimentos cenozoicos pouco a moderadamente consolidados associados a tabuleiros no estado de Alagoas.

Unidade Geológico-Ambiental	Compartimentos de Relevo
<p><b>Dct</b></p> <p>Alternância irregular entre camadas de sedimentos de composição diversa (arenito, siltito, argilito e cascalho). (Figura 6.29)</p>	<p>Tabuleiros</p> <p>Tabuleiros Dissecados</p>

Fonte: elaborado pelo autor (2015).

altos e escarpados à beira-mar, atrativos turísticos resultantes da erosão marinha, como exemplo no litoral sul ocorrem na praia do Gunga (Figura 6.12) e no litoral norte essas escarpas situam-se na praia de Carro Quebrado (Figura 6.29).

Quanto à litologia correspondem aos sedimentos terciários, areno-argilosos, anisotrópicos, acamadados, pouco a moderadamente fraturados com bruscas variações faciológicas, depositados em concordância estrutural com os litotipos da bacia de Sergipe-Alagoas.

Predominantemente inconsolidadas as rochas da Formação Barreiras que variam de litotipos tais como: argilas, siltes, areias até a conglomerados podem vir a apresentar níveis lateríticos e formas erosivas superficiais como sulcos, ravinas e voçorocas.

Correspondem à áreas que por suas características morfoestruturais e pedológicas apresentam-se intensamente aproveitadas para o cultivo da cana-de-açúcar.

Nas plantações de cana, nos topos das colinas e tabuleiros, são recorrentes as áreas de preservação ambiental.

Esses topos de morros apresentam remanescentes de uma floresta de grande porte, nativa (Figura 6.30), dizimada



**Figura 6.29** - Falésias formadas por tabuleiros da Formação Barreiras que adentram pelo litoral norte, praia de Carro Quebrado, município de Barra de Santo Antônio-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.30** - Cultivo de cana-de-açúcar sobre os tabuleiros, paisagem predominante no estado, com a manutenção das florestas naturais nos topos de morros, município de São Luís do Quitunde - AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).

da maior parte do litoral brasileiro em decorrência da extração de madeiras nobres, correspondendo aos resquícios da Mata Atlântica, que atualmente é reconhecida por sua biodiversidade.

### Adequabilidades e Limitações

#### Frente à execução de obras

As variações laterais de fácies e o baixo grau de consolidação dos sedimentos desse domínio configuram aspectos preponderantes que requerem cautela no planejamento de projetos de infraestrutura.

Visando esse objetivo devem ser levados em consideração os aspectos a seguir:

Os dois atributos geológicos supracitados promovem descontinuidades geomecânicas e hidráulicas que facilitam as destabilizações em taludes de corte nessas áreas, se submetidas à intensa precipitação pluviométrica;

Apresentam baixa resistência ao corte e à penetração podendo ser escavados com facilidade por ferramentas e maquinários;

Em presença de coberturas e/ou crosta lateríticas, entretanto, apresentam implicações geotécnicas negativas por serem bastante coesas, resistentes ao corte e à penetração;

Na zona litorânea, esse domínio, modelados em altiplanos formam nas praias, falésias, estas sujeitas à erosão e a solapamentos por ação das ondas do mar, como exemplos as falésias na praia de Carro Quebrado (Figura 6.31);

A presença frequente de argilominerais expansivos nesses sedimentos, aliado às variações bruscas de temperatura pode vir a provocar trincamentos e rachaduras, em obras e edificações;

As rochas mais argilosas sobre forte incidência de chuvas podem vir a impermeabilizar-se e compactar-se se tornando propensas ao processo de erosão hídrica laminar;



**Figura 6.31** - Processos erosivos de ravinas e/ou voçorocas nas falésias dos tabuleiros da Formação Barreiras no litoral norte, praia de Carro Quebrado, município de Barra de Santo Antônio-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).

Nos solos mais arenosos o excesso de quartzo dispõe esses sedimentos a processos erosivos tais como: arenização, ravinamento e voçorocamento, além do fenômeno de liquefação.

#### Frente à agricultura

Esse domínio constitui-se por um relevo uniforme com grandes extensões contínuas, planas e/ou suavemente onduladas, favoráveis à mecanização. Esse tipo de configuração morfolitoestrutural favorece o predomínio da pedogênese sobre a morfogênese contendo muitas áreas favoráveis à acumulação de matéria orgânica.

Bastante espessos esses solos residuais bastante porosos mantêm boa disponibilidade hídrica para o plantio e nos períodos de estiagem possuem boa capacidade de reter, fixar nutrientes e assimilar matéria orgânica, respondendo bem à adubação.

Segundo Jacomine, Almeida e Medeiros (1973) esses solos, produtos da alteração da Formação Barreiras, em Alagoas, apresentam-se mais argilosos, bastante espessos e intemperizados e de uma maneira geral bem drenados, justificando a presença da monocultura de cana-de-açúcar, predominantemente cultivada no contexto do relevo dos tabuleiros.

Nos arredores das cidades de São Miguel dos Campos e Coruripe é marcante a presença de canaviais plantados nos tabuleiros. O cultivo da cana-de-açúcar marca a paisagem natural desse estado e predomina em toda a área da zona da mata e litoral alagoano (Figura 6.32).

Demattê, Mazza e Demattê (1996) enfatizam que de uma forma geral, como os tabuleiros possuem perfis de solos com espessura e composições variáveis, configuram geralmente solos areno – argilosos, aluminosos, ácidos apresentando baixa fertilidade natural. Segundo os autores, nas camadas arenosas aflorantes os solos são bastante erosivos, ácidos, pouco férteis, bastante permeáveis e de



**Figura 6.32** - Relevo de tabuleiros favorável às plantações de cana-de-açúcar cultivadas nos arredores de São Miguel dos Campos-AL. Fotografia: Rogério Valença Ferreira (2011).

baixa capacidade hídrica. Quimicamente desfavoráveis, a qualidade desses solos é compensada pelas favorabilidades no tocante ao meio físico e topografia, e desde que corretamente manejados, apresentam bom potencial agrícola.

#### Frente aos recursos hídricos e à implantação de fontes poluidoras

Apresentam manto de alteração bastante poroso e permeável favorável à recarga das águas subterrâneas.

Caracterizam-se por sedimentos com elevada porosidade e permeabilidade variável configurando a existência de bons depósitos de água subterrânea, aquíferos de natureza granular livre predominantemente e aquíferos semiconfinados.

A presença de lentes e/ou camadas siltico-argilosas acarreta a redução da permeabilidade, fixando mais a contaminação dos aquíferos e retendo menos os poluentes.

Nos solos mais arenosos é baixa a capacidade de reter os contaminantes sendo facilmente eliminados. A vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas varia de muito baixa a muito alta, a depender dos tipos de sedimentos existentes na superfície. Constituem áreas a serem monitoradas no tocante às fontes potencialmente poluidoras.

#### Frente aos recursos minerais

Correspondem a áreas com potencial favorável para a exploração econômica de materiais de uso na construção civil como: areia e cascalho.

Destacam-se as ocorrências de argilas, produto da desagregação intempérica das rochas da Formação Barreiras, agrupadas nos arredores de São Miguel dos Campos, Pilar, Porto Calvo, Matriz de Camaragibe e Passo de Camaragibe, sendo utilizadas na construção civil, como matéria-prima na fabricação de artesanato e na indústria cerâmica.

De acordo com Amorim (1995) a presença de água mineral cadastrada no município de Arapiraca que tem como aquíferos fissurais as rochas do embasamento cristalino, granulitos, gnaisses migmatíticos, rochas vulcanosedimentares e ortognaisses e como aquífero intersticial as coberturas terció-quadernárias da Formação Barreiras, as aluviões e sedimentos areno-argilosos quadernários.

### DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS SEDIMENTARES MESOZOICAS CLASTOCARBONÁTICAS CONSOLIDADAS EM BACIAS DE MARGENS CONTINENTAIS

Este domínio abrangendo as áreas do extremo leste e oeste do estado caracteriza-se por rochas pertencentes às sequências estratigráficas Baatinga-Boacica, Acararé, Bananeiras, Serraria, Barra de Itiúba, Penedo, Morro das Chaves, Coqueiro Seco, Poção e Maceió pertencentes à bacia sedimentar de Sergipe-Alagoas e as Formações Tacaratu e Inajá, bacia sedimentar Tucano-Jatobá (Figura 6.33). Representam extensas camadas horizontalizadas, não dobradas, pouco a moderadamente fraturadas, anisotrópicas, representadas por folhelhos, argilitos, siltitos, arenitos e arenitos arcossianos, conglomerados, calcários além de rochas evaporíticas. Predominam em relevos de colinas dissecadas e morros baixos, em superfícies aplainadas intercaladas, rebordos erosivos, além dos morros testemunhos ou *inselbergs* (Quadro 6.7). Como exemplo de relevos residuais, pode-se citar as formações rochosas do arenito Tacaratu da bacia sedimentar Tucano-Jatobá (Figuras 6.34 e 6.35).

Na região extremo-oeste do estado, divisa com o estado de Pernambuco, além da Formação Tacaratu, esse ambiente sedimentar, bacia Tucano-Jatobá pode ser ates-

tado diante da presença dos arenitos finos da Formação Inajá, após a cidade de Mata Grande, Alagoas, no acesso à cidade de Inajá-Pernambuco. (Figuras 6.36 e 6.37).

A Bacia de Sergipe-Alagoas, no litoral do estado, é detentora de rochas produtoras de óleo e gás, contudo

**Quadro 6.7** - Unidades geológico-ambientais e compartimentos de relevo pertencentes ao domínio das sequências sedimentares mesozoicas clasto-carbonáticas consolidadas em bacias de margens continentais no estado de Alagoas.

Unidades Geológico- Ambientais	Compartimentos de Relevo
<b>dsMqcg</b> Predomínio de sedimentos quartzo-arenosos e conglomeráticos com intercalações de sedimentos siltico-argilosos e ou calcíferos (Figuras 6.34 e 6.35)	Planaltos Superfícies aplainadas retocadas ou degradadas <i>Inselbergs</i> Colinas dissecadas e morros baixos Rebordos erosivos Vales encaixados
<b>DSMsa</b> Predomínio de sedimentos siltico- argilosos com alternância de sedimentos arenosos e conglomeráticos	Colinas dissecadas e morros baixos Rebordos erosivos Vales encaixados
<b>DSMsaq</b> Intercalações de sedimentos siltico-argilosos e quartzo - arenosos	Superfícies aplainadas retocadas ou degradadas Colinas dissecadas e morros baixos Vales encaixados

Fonte: elaborado pelo autor (2015).



**Figura 6.33** - Distribuição do domínio das sequências sedimentares mesozoicas clasto-carbonáticas consolidadas em bacias de margens continentais no estado de Alagoas. Fonte: elaborado pelo autor (2015).

o seu mais importante bem mineral corresponde a uma grande reserva de sal-gema, NaCl, próxima à capital, Maceió.

Ao norte do estado, no litoral, foram visitados os afloramentos dos litotipos da bacia de Sergipe-Alagoas, representativos da Formação Maceió; arenitos, siltitos e folhelhos ocorrem nas praias de Carro Quebrado, Barra de Santo Antônio e Japaratinga (Figuras 6.38 a 6.41).

Na região sul de Alagoas, a bacia de Sergipe-Alagoas está caracterizada pelos arenitos da Formação Acará, permiana, paleozoica, depositados sobre o embasamento (Figuras 6.42 a 6.43) e a Formação Penedo, neocomiana, cretácea, representada por arenitos mal selecionados com estratificações cruzadas, acanaladas às margens do rio São Francisco, no forte do Rocheiro, cidade de Penedo (Figuras 6.44 a 6.45).



**Figura 6.34** - Morro testemunho do arenito Tacaratu, às margens da AL-220, no acesso entre as cidades de Piranhas para Olho d'Água do Casado-AL.  
Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.35** - Relevo residual do arenito Tacaratu, às margens da AL-220 nos arredores da cidade de Piranhas-AL.  
Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.36** - Visão do afloramento dos arenitos da Formação Tacaratu, após Mata Grande, no acesso para Inajá (PE).  
Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.37** - Estratificação cruzada e níveis conglomeráticos da Formação Tacaratu, acesso Mata Grande, Inajá (PE).  
Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.38** - Laminações plano-paralelas dos arenitos, siltitos e pelitos - Formação Maceió, Bacia de Sergipe-Alagoas – praia de Carro Quebrado – município de Barra de Santo Antônio-AL  
Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.39** - Siltes e folhelhos com matéria orgânica - Formação Maceió, Bacia de Sergipe-Alagoas – praia de Carro Quebrado – município de Barra de Santo Antônio-AL.  
Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.42** - Arenitos do membro Baatinga – Boacica, às margens da AL- 229, no acesso entre as cidades de São Sebastião e Penedo-AL..  
Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.40** - Afloramento de arenitos turbidíticos da Formação Maceió, Bacia de Sergipe-Alagoas, praia de Barreiras do Boqueirão, município de Japaratinga-AL.  
Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.43** - Aspecto detalhado do arenito estratificado do membro Baatinga-Boacica, às margens da AL-229, no acesso entre as cidades de São Sebastião e Penedo-AL.  
Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.41** - Detalhe das estratificações cruzadas da Formação Maceió, Bacia Sergipe-Alagoas, praia de Barreiras do Boqueirão, município de Japaratinga-AL  
Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.44** - Arenitos da Formação Penedo, estratificados e com fluidizações, em paredão rochoso no forte do Rocheiro – Penedo-A.  
Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



**Figura 6.45** - Estratificações cruzadas acanaladas dos arenitos da Formação Penedo - forte do Rocheiro – Penedo-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).

## Adequabilidades e Limitações

### Frente à execução de obras

Esse geossistema é constituído por sequências sedimentares predominantemente carbonáticas e pelíticas que em face dessas mudanças bruscas de litologias de uma camada para a outra, resultam em características geomecânicas e hidráulicas contrastantes. Essas descontinuidades geomecânicas intensificam os processos erosivos nas encostas promovendo movimentos de massa e as desestabilizações em taludes de cortes.

Entre as cidades de Satuba e Santa Luzia do Norte, leste do estado, onde predominam sedimentos arenosos e conglomeráticos da bacia de Sergipe-Alagoas, no tocante à realização de obras e construções os terrenos apresentam uma moderada a alta resistência ao corte e à penetração, difíceis de cravar estacas e de serem perfurados. (Figura 6.46) Apresentam suscetibilidade aos processos erosivos que intensificam a arenização e a formação de voçorocas.

Em áreas onde ocorrem formações de rochas calcárias é comum a existência de cavidades subterrâneas que podem vir a provocar desmoronamentos. Configuram áreas não recomendadas à execução de obras de engenharia sem levantamentos geofísicos e/ou avaliação geotécnica. A presença de argilominerais expansivos, produto da alteração dos calcários, pode vir a trincar as estruturas das construções comprometendo as obras de engenharia.

Em solos argilosos deve-se avaliar a presença de argilominerais expansivos no tocante às rachaduras e trincamentos que podem vir a comprometer obras enterradas, alicerces e edificações. Os solos argilosos, alterações das rochas calcárias são impermeáveis, plásticos, compactos,



**Figura 6.46** - Conglomerado polimítico da Formação Poção, com clastos de quartzo e granito que variam de seixos a matacões, padrão textural impactante na execução de obras de engenharia (AL). Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).

pouco erosivos com boa capacidade de suporte, estáveis em talude de corte (CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2006).

### Frente à agricultura

Correspondem a solos pelítico-carbonáticos com bom potencial agrícola desde que adequadamente manejados e corrigidos. A alteração de rochas calcárias e/ou dolomíticas libera nutrientes como cálcio e magnésio gerando solos residuais com boa fertilidade natural, alcalinos, ou então pouco ácidos.

Os argilo-minerais expansivos presentes nas rochas calcárias são prejudiciais às obras de engenharia podendo provocar trincamentos e rachaduras nas estruturas das construções.

Em sedimentos ricos em minerais aluminosos e pobres em minerais nutrientes os solos residuais apresentam-se com excesso de alumínio tóxico, bastante ácido. A presença do folhelho betuminoso, rico em argilas também pode vir a acidificar os solos, como exemplo de rochas dessa natureza vale ressaltar as litologias da Formação Maceió com a presença de folhelhos negros ricos em matéria orgânica.

Os sedimentos siltico-argilosos e calcários convertem-se em solos argilosos com baixa erosividade, bastante porosos possuem boa capacidade hídrica, apresentam bom potencial de retenção e fixação de nutrientes e de assimilar matéria orgânica respondendo bem à adubação (CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2006).

As áreas com solos predominantemente quartzoarenosos a conglomeráticos com intercalações de sedimentos siltico-argilosos ou calcíferos normalmente geram solos muito erosivos, ácidos e de boa capacidade hídrica.

Em áreas de relevo suavizado os solos residuais quando evoluídos apresentam elevado potencial agrícola e respondem bem à adubação.

## Frente aos recursos hídricos e à implantação de fontes poluidoras

Representa um domínio em que a sua ampla variação granulométrica atribui um comportamento hidráulico variável, a depender da litologia. Áreas de rochas calcárias, propensas à formação de cavidades, estão suscetíveis à circulação direta entre fluxos superficiais e subterrâneos por onde poluentes podem se infiltrar, rapidamente, sem nenhuma depuração. Dessa forma por meio de cavidades que podem vir a conter grande volume de água, esses aquíferos cársticos sofrem recarga e descarga rápida.

A exploração dos aquíferos sem acompanhamento e/ou planejamento prévio pode provocar desmoronamentos subterrâneos, rebaixamento do lençol freático e intermitência no fornecimento das águas superficiais.

Terrenos siltico-argilosos apresentam baixa porosidade e permeabilidade, desfavoráveis a recarga das águas subterrâneas. Apresentam baixo risco de contaminação nos aquíferos, em áreas de solos residuais profundos e distantes de cursos d'água.

As rochas predominantemente arenosas apresentam elevada porosidade e permeabilidade, esses atributos que em regiões com alto índice pluviométrico e solos bem espessos resultam em bons aquíferos. No entanto, esses atributos podem vir a ser comprometidos pelo grau da diagênese, no tocante a cimentação, e quanto ao grau de silicificação dos sedimentos.

## Frente aos recursos minerais

A bacia de Sergipe - Alagoas detém expressivas reservas de óleo e gás natural no Campo de Pilar. Seus reservatórios principais encontram-se nos ritmitos, arenitos, folhelhos e siltitos da Formação Coqueiro Seco, portadora de óleo, e na Formação Penedo, principal reserva de gás natural.

Segundo Dantas et al. (1986), o principal bem mineral do estado, o sal-gema, NaCl, produzido pela Braskem, configura por sua extração e beneficiamento um importante fator de desenvolvimento econômico e social para o estado. Suas reservas em subsuperfície que ocorrem na Região Metropolitana de Maceió fornecem a matéria-prima básica do polo Cloro Químico de Alagoas. Os evaporitos da Formação Muribeca localizados na região de Maceió, Cretáceo Inferior da bacia de Sergipe-Alagoas, são constituídos essencialmente por halita, em camadas de espessuras variáveis, de até 288 m, com intercalações de rochas siliciclásticas e carbonáticas, sendo encontrados em profundidades maiores que 850 m. (FLORÊNCIO, 2001).

Os calcários, utilizados na fabricação de cimento, ocorrem sob a forma de camadas intercalados nas sequências cretáceas ou paleógenas/neógenas da bacia sedimentar de Sergipe-Alagoas.

Podem ser encontrados afloramentos de calcário e argilas em Porto Real do Colégio, porém sua reserva principal

localiza-se no município de São Miguel dos Campos, nos vales da bacia do rio São Miguel, explorados pela Mineração CIMPOR (Figura 6.47).

Inerentes a esse contexto geológico ocorrem areias e argilas que podem vir a ser utilizadas na construção civil e na fabricação de cerâmicas.

Conforme Nascimento e Lima Filho (2005), nas imediações de Maceió, não associados a esse ambiente superficial, em subsuperfície ocorrem depósitos de diatomito, calcários e folhelhos betuminosos.

De acordo com Souza (1973) os diatomitos encontrados no Nordeste brasileiro foram formados em lagos pleistocênicos onde se deu uma intensa deposição de carapaças silicosas de diatomáceas, geralmente associadas a espículas de esponjas de água doce, também silicosas. Os diatomitos são utilizados como filtros, isolantes, abrasivos, insumos para a agricultura e como tijolos na construção civil.



**Figura 6.47** - Fábrica de cimento, concreto e argamassa, Grupo CIMPOR – município de São Miguel dos Campos-AL. Fotografia: Violela de Souza Martins (2011).

## DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS SEDIMENTARES PROTEROZOICAS DOBRADAS, METAMORFIZADAS EM BAIXO A ALTO GRAU.

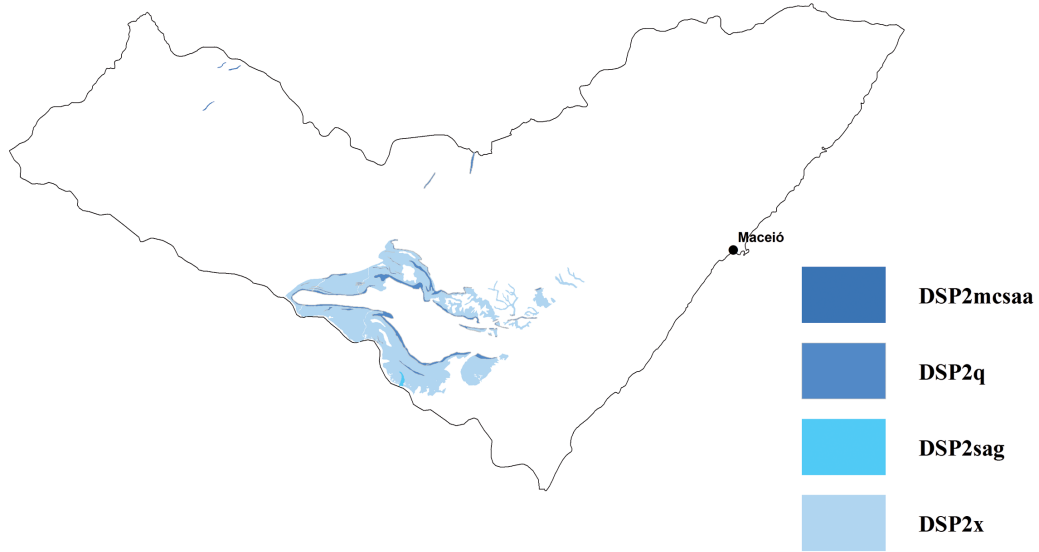
Representado por rochas bastante deformadas como quartzitos, xistos e rochas calcissilicáticas do Grupo Macururé, Formação Santa Cruz e litofácies Cabrobó predominam na porção sul do agreste alagoano (Figura 6.48).

Constituem litologias metassedimentares intensamente dobradas e fraturadas, anisotrópicas, acamadadas de composição argilo-siltosa a arenosa. (Figuras 6.49 a 6.52).

Diante da tectônica de dobramentos, a qual esse domínio foi submetido, essas áreas possuem relevo bastante movimentado e acidentado, formas em desequilíbrio, as quais potencializam movimentos naturais de massa configurando áreas de risco geológico (Quadro 6.8).

Como exemplo às margens do rio São Francisco, no acesso à cidade de Porto Real do Colégio, próximo à cidade





**Figura 6.48** - Distribuição do domínio das sequências sedimentares proterozoicas dobradas metamorizadas em baixo a alto grau no estado de Alagoas. Fonte: elaborado pelo autor (2015).

**Quadro 6.8** - Unidades geológico-ambientais e compartimentos de relevo pertencentes ao domínio das sequências sedimentares proterozoicas dobradas metamorizadas em baixo a alto grau no estado de Alagoas. Fonte: elaborado pelo autor (2015).

Unidades Geológico-Ambientais	Compartimentos de Relevo
<p><b>DSP2sag</b></p> <p>Predomínio de metassedimentos siltico-argilosos, com intercalações de metarenitos feldspáticos</p>	<p>Colinas dissecadas e morros baixos</p>
<p><b>DSP2mcsaa</b></p> <p>Predomínio de metacalcários com intercalações subordinadas de metassedimentos siltico-argilosos e arenosos</p>	<p>Superfícies aplainadas retocadas ou degradadas</p>
<p><b>DSP2q</b></p> <p>Predomínio de quartzitos (Figuras 6.51 e 6.52)</p>	<p>Superfícies aplainadas degradadas. Colinas dissecadas e morros baixos Morros e serras baixas Escarpas serranas Vales encaixados</p>
<p><b>DSP2x</b></p> <p>Predomínio de metassedimentos siltico-argilosos representados por xistos (Figuras 6.49 e 6.50)</p>	<p>Superfícies aplainadas degradadas Colinas dissecadas e morros baixos Morros e serras baixas Vales encaixados</p>

Fonte: elaborado pelo autor (2015).



**Figura 6.49** - Biotita xisto, Grupo Macururé, em corte de estrada no acesso entre as cidades de Porto Real do Colégio e Traipu-AL. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



**Figura 6.50** - Detalhe da rocha biotita xisto com níveis quartzíticos, em corte de estrada, no acesso entre as cidades de Porto Real do Colégio e Traipu - AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.51** - Corte de estrada na BR-101 de uma rocha quartzítica milonitizada, Grupo Macururé. Município Porto Real do Colégio-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.52** - Detalhe das litologias quartzíticas do Grupo Macururé intensamente fraturadas e dobradas na BR-101. Município de Porto Real do Colégio-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).

de Traipu, ocorrem formas de relevo cuestiformes do tipo *hog-back* com cristas e/ou colinas que caracterizam áreas de deformação tectônica formadas pela erosão diferencial das camadas inclinadas. Predominam nesse domínio os relevos de colinas dissecadas e morros baixos e superfícies aplainadas retocadas e/ou degradadas.

## Adequabilidades e Limitações

### Frente à execução de obras

O predomínio de diversas litologias dobradas com camadas de espessuras variadas nessa unidade contribui para uma variação tanto na vertical como na horizontal, quanto à resistência ao corte e à penetração. Essas descontinuidades geomecânicas e hidráulicas relacionadas a diferentes gradientes metamórficos e às estruturas deformacionais dobras, falhas, fraturas e xistosidades existentes nesse domínio acarretam em limitações no tocante à execução de obras de engenharia provocando desestabilização em

taludes de cortes. Bastante deformadas essas rochas dobradas e fraturadas tendem a se desestabilizar através do despreendimento de blocos apresentando elevada suscetibilidade a desmoronamentos.

Caracterizam áreas de ocorrência de metarenitos e/ou quartzitos que em função da elevada dureza e abrasividade dessas litologias configuram formas de relevo mais acidentadas promovendo limitações na execução de obras de engenharia, em escavações e trabalhos de terraplanagem. Em contrapartida, a presença de sedimentos com moderado a alto grau de diagênese contribui para a boa resistência à compressão e à capacidade de suporte (CARVALHO; MARTINS, 2015).

A presença de litologias síltico-argilosas, finamente laminadas de alta fissilidade e portanto de maior heterogeneidade geomecânica lateral e vertical, potencializa os processos de desestabilização em taludes de corte e os movimentos naturais de massa.

Os solos residuais desse tipo de litologia, portadores de argilominerais expansivos se desagregam em pequenas pastilhas favorecendo os processos erosivos, vindo a desestabilizar os taludes de corte.

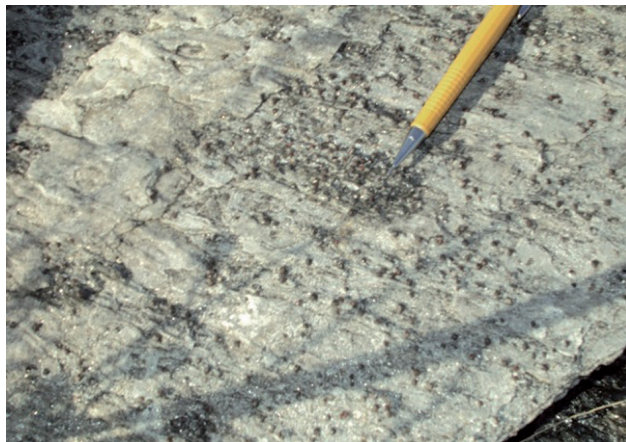
Nas áreas as quais as litologias se alteram para solos argilo-siltosos, os solos residuais com pedogênese avançada apresentam baixa erosividade natural com boa compactação, mantendo-se estáveis em taludes de corte (CARVALHO; MARTINS, 2015).

Como exemplo os litotipos biotita xistos granatíferos da Formação Macururé, na área de Traipu, que ao evoluírem para solos argilo-siltosos, tornam-se pouco propensos a movimentos de massa e desestabilização de taludes de corte (Figuras 6.53 e 6.54).

Os terrenos de rochas calcárias, predispostos à dissolução decorrente do intemperismo químico podem conter cavidades, dolinas e sumidouros de drenagem configurando áreas suscetíveis a desmoronamentos, refletindo em trincamentos de paredes ou até abatimentos totais do



**Figura 6.53** - Granada biotita xisto com níveis quartzíticos em afloramento, a nordeste da cidade de Traipu - AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.54** - Detalhe da presença de granada nos xistos a nordeste de Traipu-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).

terreno, comprometendo construções e/ou obras. Nessas áreas as obras de engenharia, estradas e edificações devem ser executadas com o suporte de estudos geotécnicos, englobando métodos geofísicos que possam constatar a presença de cavidades subterrâneas.

#### Frente à agricultura

No que diz respeito à agricultura, as características físicas e químicas dos solos residuais desse domínio estão relacionadas às formas de relevo, aos aspectos litológicos e estruturais que refletem as variações no grau de fertilidade e qualidade de solos nas áreas de atividades agrícolas.

Os solos com alta participação de areia se alteram liberando poucos nutrientes apresentando baixa fertilidade natural. Muito erosivos apresentam baixa capacidade de reter, fixar nutrientes e assimilar matéria orgânica. Os biotita xistos granatíferos que ocorrem a nordeste de Traipu evoluem para solos rasos e pedregosos, argilo-siltosos.

Os solos argilosos e argilo-siltosos são menos erosivos, pouco permeáveis com boa capacidade de reter e fixar nutrientes e assimilar matéria orgânica respondendo bem à adubação. Porém o excesso de alumínio liberado pelas argilas pode vir a acidificá-los.

As rochas calcárias se alteram liberando Ca e Mg para solos argilosos, alcalinos e de alta reatividade química, produzem solos com boa fertilidade natural, são pouco erosivos em relevos suaves com alta capacidade de reter e assimilar matéria orgânica respondendo muito bem à adubação (CARVALHO; MARTINS, 2015).

#### Frente aos recursos hídricos e à implantação de fontes poluidoras

Apresentam áreas com potencial hidrogeológico distinto em função dos diversos litotipos existentes nesse

domínio formado predominantemente por micaxistos, metassilitos, metarenitos e quartzitos com capacidade variável no tocante à vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas, variando a depender da área de baixa a alta.

A diversidade litológica impõe nesse ambiente os três tipos de aquíferos fissurais cársticos e em menor proporção os granulares.

Na área, as litologias à base de quartzo apresentam-se bastante fraturadas, com fraturas dispostas em várias direções gerando fendas ou fraturas abertas que tendem a ampliar a porosidade e a permeabilidade. No entanto, dessa forma, substâncias poluidoras podem chegar rápido até às águas subterrâneas. Esses aquíferos fissurais que abrangem as rochas metamórficas apresentam potencial bastante irregular, a depender da densidade, tamanho e interconectividade das fraturas e do clima local variando o regime de vazão dos poços de um local para o outro.

Nos terrenos calcários as águas subterrâneas circulam e armazenam-se em cavidades propiciando um potencial hidrogeológico bastante irregular a depender do local apresentando alto risco de contaminação, ou seja, os poluentes podem percolar rapidamente as águas subterrâneas através das dolinas e sumidouros de drenagem, locais de ligação direta entre os fluxos d'água superficiais e subterrâneos.

#### Frente aos recursos minerais

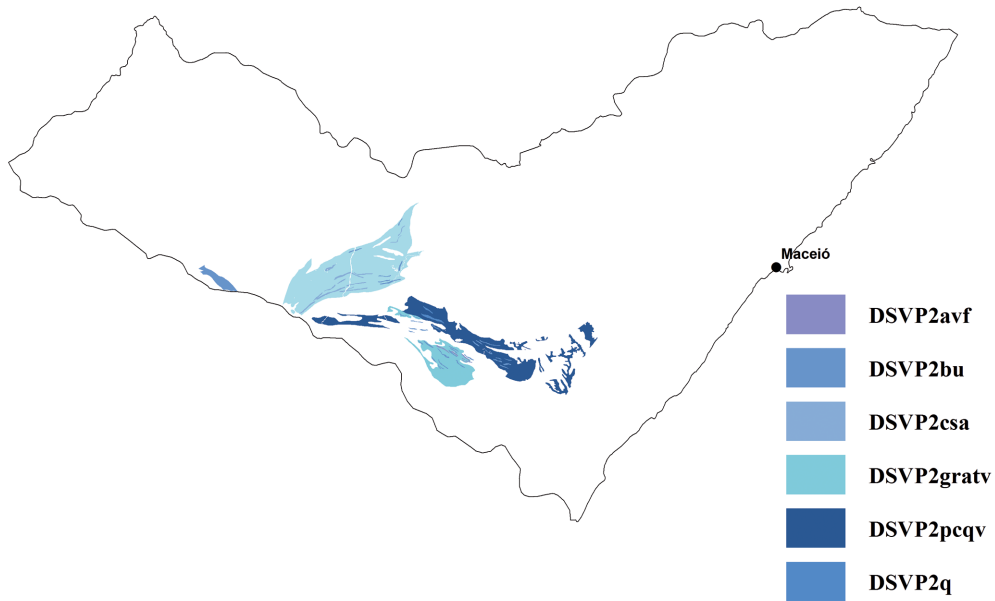
Nesse domínio a ambiência geológica é favorável para a ocorrência de minerais com aplicações na indústria cerâmica, minerais agroindustriais e os utilizados na construção civil tais como argilas, areias, calcários e quartzitos.

A nordeste da cidade de Porto Real do Colégio ocorre um depósito de siltitos e argilas utilizados como rochas e minerais industriais.

Em associação aos litotipos vulcanossedimentares ocorrências de mármore explorados para construção civil foram cadastradas nesse domínio, a sudoeste da cidade de Jaramataia.

### **DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS VULCANOSSEDIMENTARES PROTEROZOICAS DOBRADAS METAMORFIZADAS DE BAIXO A ALTO GRAU**

Esse domínio ocorre entre o agreste e o sertão alagoano, nas cercanias das cidades de Batalha e Belo Monte. É constituído dos seguintes litotipos metamórficos: xistos, serpentinitos, metatufos, metavulcânicas básicas, metabasaltos, metaultramafitos, anfíbolitos, mármore dolomíticos, quartzitos e formações ferríferas bandadas, *BIFS*, das Unidades Nicolau-Campo Grande, Gentileza e Complexo Araticum, intensamente dobradas e fraturadas, (Figura



**Figura 6.55** - Distribuição do domínio das seqüências vulcanossedimentares proterozoicas dobradas metamorfizadas de baixo a alto grau no estado de Alagoas. Fonte: elaborado pelo autor (2015).

**Quadro 6.9** - Unidades geológico-ambientais e compartimentos de relevo pertencentes ao domínio das seqüências vulcanossedimentares proterozoicas dobradas metamorfizadas de baixo a alto grau no estado de Alagoas.

Unidades Geológico-Ambientais	Compartimentos de Relevo
<b>DSVP2q</b> Predomínio de quartzitos	Colinas dissecadas e morros baixos Morros e serras baixas
<b>DSVP2csa</b> Predomínio de rochas metacalcárias, com intercalações de finas camadas de metassedimentos siltico-argilosos	Superfícies aplainadas degradadas Colinas dissecadas e morros baixos
<b>DSVP2vfc</b> <i>Metacherts</i> , metavulcânicas, formações ferríferas e/ou manganíferas, metacalcários, metassedimentos arenosos e siltico-argilosos.	Superfícies aplainadas degradadas Colinas dissecadas e morros baixos
<b>DSVP2gratv</b> Metarenitos feldspáticos, metarenitos, tufo e metavulcânicas básicas a intermediárias.	Colinas dissecadas e morros baixos
<b>DSVP2bu</b> Predomínio de rochas metabásicas e metaultramáficas	Superfícies aplainadas retocadas ou degradadas. Colinas dissecadas e morros baixos.
<b>DSVP2af</b> Metarenitos, <i>metacherts</i> , metavulcânicas ácidas a intermediárias, formações ferríferas e/ou manganíferas	Colinas dissecadas e morros baixos
<b>DSVP2pcqv</b> Metapelitos, metacarbonatos e quartzitos intercalados com metavulcânicas	Colinas dissecadas e morros baixos Morros e serras baixas Vales encaixados

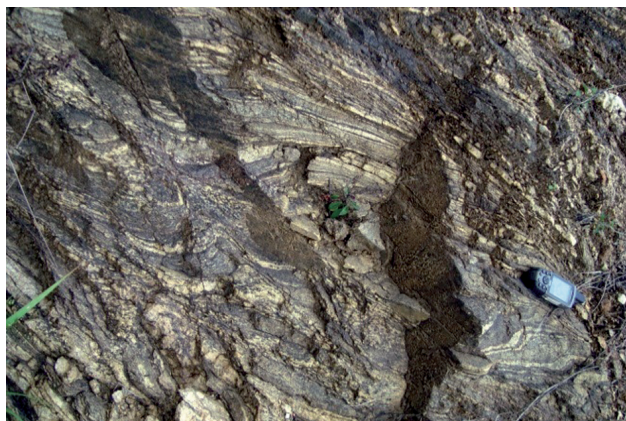
Fonte: elaborado pelo autor (2015).

6.55) predominantemente anisotrópicas de composição arenosa a argilossiltosa (Figuras 6.56 e 6.57).

Essas litologias ricas em carbonato de cálcio e minerais ferromagnesianos contribuem para a formação e/ou existência de solos de baixa acidez e férteis.

As formas de relevo que caracterizam esse domínio são as superfícies aplainadas retocadas e/ou degradadas, colinas dissecadas e morros baixos além das serras e vales encaixados. A tectônica de dobramento e faturamento, imposta a esse domínio resultando na formação de serras, montanhas e vales encaixados, potencializa terrenos com forte suscetibilidade a deslizamentos e/ou escorregamentos (Quadro 6.9).

Caracteriza-se por regiões serranas e de morros, favoráveis a que o lençol freático aflore em vários locais configurando áreas com uma grande importância hídrica diagnosticada pela presença de rios, córregos, cachoeiras, corredeiras e piscinas naturais.



**Figura 6.56** - Rochas gnáissicas com lentes de anfíbolito intensamente dobradas e fraturadas, unidade Nicolau- Campo Grande, no acesso entre as cidades de Olho d'Água Grande e Campo Grande-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.57** - Estruturas sigmoidais, indicadores cinemáticos de cisalhamento dúctil, nos litotipos gnáissicos, estruturando vários tipos de dobras assimétricas - unidade Nicolau-Campo Grande, no acesso entre as cidades de Olho d'Água Grande e Campo Grande-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).

## Adequabilidades e Limitações

### Frente à execução de obras

Esse ambiente com espessura e profundidade de substrato rochoso bastante irregular apresenta uma variação litológica e uma incidência de tectonismo representativos impondo características geomecânicas e hidráulicas bastante contrastantes, tanto horizontal como verticalmente (CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2006).

As rochas são predominantemente anisotrópicas prevalecendo os litotipos de aspecto acamadado, xistosas, maciças e/ou laminadas.

Os metassedimentos à base de quartzo apesar da alta resistência ao corte e à penetração quando bastante fraturados podem concorrer em deslocamentos e queda de blocos. A predominância de sílica favorece que o manto de alteração dessas rochas e as areias possam ser utilizadas como material de construção.

Em litologias, à base de minerais micáceos, com xistosidade, em geral, bem desenvolvida e/ou finamente laminadas torna-se comum uma maior propensão a desestabilizações em taludes de corte e movimentos naturais de massas.

A presença de rochas calcárias propensas à dissolução química e formação de cavidades subterrâneas requer estudos geotécnicos detalhados, incluindo métodos geofísicos, a fim de detectar a presença de cavernas. Porém a alteração dos calcários produz solos plásticos, pouco expansivos e erosivos: estáveis em taludes de corte.

As rochas básicas e ultrabásicas além de apresentarem baixa resistência ao intemperismo químico são propensas, no início do processo de alteração, a transformarem-se em argilo-minerais expansivos que tendem a danificar obras e edificações.

As formações ferríferas liberam ácidos bastante corrosivos que danificam rapidamente as obras enterradas.

### Frente à agricultura

Apresentam solos residuais com características físico-químicas muito diferentes em decorrência das intercalações irregulares de camadas dobradas de várias espessuras impostas pela intensa tectônica de dobramentos e faturamento possibilitando a formação de manchas de solos de tipos diversos, em áreas de relevo acidentado. Em geral, a depender do regime de chuvas, podem apresentar bom potencial agrícola nos relevos suavizados, em solos desenvolvidos, profundos, se corretamente manejados e adotadas práticas agrícolas adequadas.

Os terrenos predominantemente quartzíticos se alteram para solos ácidos. Propensos à erosão apresentam baixa capacidade de reter e fixar nutrientes, assimilar matéria orgânica e de responder bem à adubação.

As litologias xistosas liberam excesso de alumínio, tóxico para os solos tornando-os bastante ácidos.

As rochas calcárias se alteram liberando principalmente cálcio e magnésio, formam solos argilosos alcalinos e de

alta reatividade química, detêm boa fertilidade com alta capacidade de reter e fixar nutrientes, assimilam matéria orgânica e respondem bem à adubação (CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2006).

Além dos calcários, as rochas máficas e ultramáficas, ricas em minerais ferro-magnesianos, em associação com os metarenitos, apresentam acidez variável e se alteram para solos argilosos com boa fertilidade natural, retêm e fixam nutrientes possuindo excelentes características físicas para a agricultura.

### Frente aos recursos hídricos e à implantação de fontes poluidoras

Correspondem a áreas com características hidrodinâmicas diversificadas em função da existência de barreiras hidráulicas, relacionadas às dobras, falhas, fraturas e variações litológicas (CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2006). Predominam os aquíferos do tipo fissural e/ou cárstico sendo que a intensa tectônica, imposta a esse ambiente, com a formação e/ou presença de fraturas em várias direções, contribui para a existência de litotipos com porosidade e permeabilidade primárias muito baixas e com porosidade e permeabilidade secundárias elevadas.

Os metassedimentos quartzosos constituem aquíferos fissurais e tendem a ter baixa capacidade de reter poluentes apresentando maior vulnerabilidade à contaminação, uma vez que as fraturas propiciam o ingresso e o transporte de contaminantes.

As rochas básicas e ultrabásicas costumam ser bastante fraturadas e percolativas impondo a essas áreas monitoramento e cuidados especiais no tocante às fontes potencialmente poluidoras. Essas litologias alteram-se para solos argilosos com boa capacidade de reter poluentes.

Os aquíferos formados por calcários, tipo cárstico, contêm muitas cavidades de ligação entre fluxos d'água superficial e subterrâneo, dolinas e sumidouros de drenagem, locais pelos quais os poluentes podem chegar rápido até as águas subterrâneas sem sofrer nenhuma depuração (CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2006).

Em locais de solo desenvolvido, profundos, sem a presença das dolinas e cursos d'água a vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas é baixa.

Predominam litologias com potencial hidrogeológico irregular que se alteram para solos argilosos, pouco permeáveis, formando aquíferos superficiais pobres e coberturas de solos desfavoráveis à recarga das águas subterrâneas.

### Frente aos recursos minerais

Caracteriza-se por ser um ambiente favorável à ocorrência de mineralizações de ferro, manganês e sulfetos. Como exemplos, os depósitos de sulfetos e magnetita associada nos arredores de Traipu e Girau do Ponciano.

A sul da cidade de Jaramataia, município de Batalha, ocorrem intercalações de formações ferríferas bandadas

aflorentes, além de serpentinitos com reservas de amianto, conhecido também como asbesto, associados a rochas metaultramáficas serpentinizadas, encaixados em micaxistos e migmatitos regionais. Constituem rochas e minerais industriais com diversas finalidades sendo utilizados ainda na construção civil predominantemente na fabricação de telhas de fibrocimento e de revestimentos, em geral.

No tocante à utilização como insumos para a agricultura, vale o destaque para o calcário cristalino, sob a forma de lentes, explorado pela empresa de mineração MIBASA, em cavas a céu aberto, numa área denominada serra do Boqueirão, na região de Belo Monte.

O calcário dolomítico, com 18% de MgO, apresenta-se rico em micronutrientes entre eles ferro, manganês, silício, traços de cobre, zinco e molibdênio. Esse minério é extraído por meio de perfuratrizes e explosivos e depois é transportado para britagem e moagem. Sua produção abrange todas as granulometrias de britas, rachão, pedras ornamentais além do pó de calcário agrícola utilizado como corretivos de solo, na correção da acidez das plantações de cana-de-açúcar (Figuras 6.58 e 6.59).



**Figura 6.58** - Cava de calcário da mineração MIBASA, na região de Belo Monte-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.59** - Aspecto da rocha calcária com lentes dolomíticas da Mineração MIBASA, na região de Belo Monte-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).

Esse domínio apresenta um expressivo potencial para exploração de rochas de revestimento, ardósias, quartzitos, rochas ornamentais e matérias-primas utilizadas na construção civil; areias, calcários, britas, além dos minerais de minério voltados para o uso industrial, os calcários para corretivo de solo, cimento, cal e talco.

Associados ainda a essas litologias ocorrem aquíferos importantes para o abastecimento do estado, como exemplo, a presença de água mineral, cadastrada no município de Arapiraca, que tem como aquíferos fissurais as rochas do embasamento cristalino, granulitos, gnaisses migmatíticos, rochas vulcanossedimentares e ortognaisses e como aquífero intersticial as coberturas paléogenas, néogenas e quaternárias da Formação Barreiras, aluviões e sedimentos areno-argilosos quaternários.

### DOMÍNIO DOS CORPOS MÁFICO-ULTRAMÁFICOS (SUÍTES KOMATIÍTICAS, SUÍTES TOLEÍTICAS, COMPLEXOS BANDADOS).

Ocorre sob a forma de pequenos corpos intrusivos e discordantes em relação aos gnaisses e micaxistos granodíferos da sequência vulcanossedimentar.

Predominantes na porção central de Alagoas, nos arredores dos municípios de Arapiraca e Craíbas, abrangem rochas metamorfizadas de aspecto textural e estrutural predominantemente isotrópicas, maciças, intensamente dobradas, fraturadas e cisalhadas representadas por litotipos das fácies máficas e metamáficas do Complexo Arapiraca caracterizados por metagabros, meta-anortositos, metagabronoritos, metanoritos, anfíbolitos e magnetitos (Figura 6.60).

Constituem áreas de grande relevância quanto ao potencial metalogenético e econômico mediante a

**Quadro 7.0** - Unidades geológico-ambientais e compartimentos de relevo pertencentes ao domínio dos corpos máfico-ultramáficos, (suítes komatiíticas, suítes toleíticas, complexos bandados) no estado de Alagoas.

Unidades Geológico-Ambientais	Compartimentos de Relevo
<b>DCMUbu</b> Série básico-ultrabásica (gabro, anortosito etc.)	Superfícies aplainadas degradadas
<b>DCMUmg</b> Metamáficas, anfíbolitos e gnaisses, calcissilicáticas.	Superfícies aplainadas degradadas Colinas dissecadas e morros baixos

Fonte: elaborado pelo autor (2015).

presença de mineralizações de amianto, ferro, cobre, níquel e ouro.

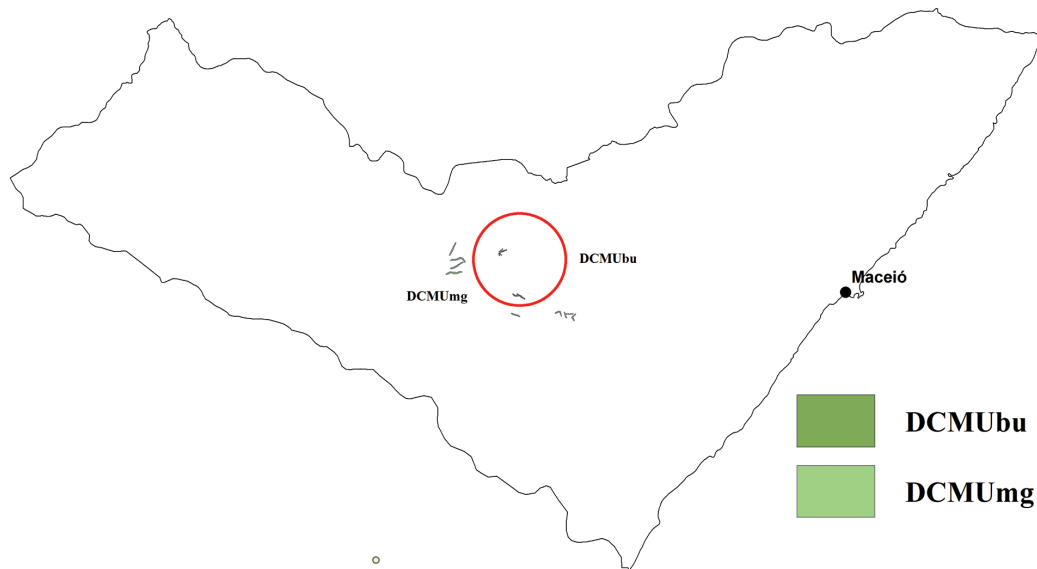
Quanto às formas de relevo ocupam áreas de superfícies aplainadas retocadas ou degradadas, colinas dissecadas e morros baixos (Quadro 7.0).

Correspondem a litologias que se alteram para solos predominantemente argilosos com altas concentrações de ferro e alumínio, com maior possibilidade de existirem crostas lateríticas, bem endurecidas, em condições climáticas peculiares.

### Adequabilidades e Limitações

#### Frente à execução de obras

Nesse contexto geológico ambiental predominam rochas coesas, maciças, com moderada a alta resistência



**Figura 6.60** - Distribuição do domínio dos corpos máfico-ultramáficos (suítes komatiíticas, suítes toleíticas, complexos bandados) no estado de Alagoas. Fonte: elaborado pelo autor (2015).

ao corte e à penetração necessitando do uso de explosivos para desmonte. Resistentes à compressão essas litologias apresentam boa capacidade de suporte visando construções e obras de engenharia.

Em contrapartida, muito propensas aos processos de alteração, em decorrência de baixa a moderada resistência ao intemperismo químico, intensificados pela presença de fraturas, essas rochas ígneas deixam blocos e matacões, em meio aos solos desenvolvidos e profundos capazes de desestabilizar alicerces de obras e taludes de corte.

Esses litotipos máficos com predomínio de minerais ferromagnesianos (olivina, piroxênios, hornblenda e biotita) se alteram para solos argilosos liberando ferro e alumínio. A predominância de solos argilosos com altas concentrações de ferro e alumínio predispõe os mesmos à formação de crostas lateríticas que dificultam a execução de obras. Neste caso por serem terrenos muito ácidos e corrosivos, as obras de engenharia construídas nessas áreas podem vir a se danificar rapidamente.

Vale ressaltar que a presença de obras de armazenamento e circulação de poluentes nesse domínio geológico podem estar propensas a vazamentos através da percolação desses fluidos, via sistema de fraturamentos podendo vir a contaminar o lençol freático.

Produto da alteração das rochas, os argilominerais expansivos favorecem uma maior plasticidade e estando os solos expostos à alternância de períodos secos e úmidos ocorre a formação de fendas, prejudicando dessa forma as obras de alicerces e/ou fundações de alvenaria.

Em contraponto, esses solos argilosos bem evoluídos apresentam baixa erosividade, alta capacidade de compactação e boa estabilidade em taludes de corte podendo ser utilizado como material de empréstimo. Porém os solos argilosos pouco espessos em áreas de relevo movimentado, erosivos, desagregam-se em pastilhas, muito aderentes e escorregadios quando molhados podem vir a desmoronar com facilidades em taludes de corte e/ou atrapalhar a utilização dos maquinários e ferramentas.

Configuram litologias pouco expressivas no contexto geológico do estado de Alagoas para abrigar obras de grande porte.

### Frente à agricultura

A presença de litologias máficas e ultramáficas, com predomínio de minerais ferromagnesianos, aliada à baixa resistência físico-química dessas rochas, produz solos residuais, argilosos, pouco erosivos, bastante espessos e com pedogênese avançada, liberando micronutrientes para os solos tais como potássio, sódio, cálcio, ferro e magnésio (CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2006).

Em Alagoas, apresentam-se como solos marrons avermelhados (Figura 6.61), bem desenvolvidos constituindo-se em áreas extremamente férteis e propícias para a atividade agrícola, mediante a utilização de corretivos, calcário dolomítico.



**Figura 6.61** - Solo marrom avermelhado, produto de alteração das rochas máficas e ultramáficas, a sudeste da cidade de Craibas-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).

Esses solos argilosos são bastante porosos com a permeabilidade variando de baixa, nos solos pouco evoluídos, até moderada a alta, em solos bem desenvolvidos.

Apresentam boa disponibilidade hídrica para as plantações, por longos períodos de tempo, em épocas de baixa precipitação, não necessitando serem irrigados com muita frequência. Possuem boa capacidade de reter e fixar nutrientes e assimilar matéria orgânica, respondendo bem à adubação.

Podem vir a apresentar crostas lateríticas ferruginosas que se alteram para solos de má qualidade química para a agricultura.

O manejo agrícola com o uso frequente de maquinários e mecanização do solo, além da pecuária, pisoteio contínuo do gado, causam a compactação e impermeabilização dos solos argilosos, reduzindo o potencial de infiltração das águas das chuvas e aumentando o escoamento superficial. Diminuem drasticamente a recarga das águas subterrâneas, assoreando os cursos d'água e extinguindo as nascentes.

### Frente aos recursos hídricos e à implantação de fontes poluidoras

Nesse domínio de litologias maciças predominam os aquíferos do tipo fissural apresentando permeabilidade e porosidade secundárias elevadas. A existência de rochas densamente fraturadas pode vir a conter bons reservatórios de água, a depender do clima local. Em contrapartida, a presença de fraturas e outras descontinuidades estruturais impõem um potencial hidrogeológico local bastante irregular, razões pelas quais um local pode fornecer excelente vazão e outro, imediatamente ao lado, podem ser secos.

O predomínio de solos residuais argilosos, impermeáveis, disponibiliza pouca água para circulação formando um manto de alteração de baixo potencial hídrico, desfavorável à recarga das águas subterrâneas.



As fraturas e descontinuidades estruturais facilitam a migração de contaminantes para os aquíferos. Cuidados especiais devem ser tomados com todas as fontes potencialmente poluidoras.

### Frente aos recursos minerais

Esses corpos máficos e ultramáficos apresentam zonas mineralizadas com a associação asbesto/vermiculita relacionadas à sequência metavulcanossedimentar de Nicolau-Campo Grande.

Nos arredores de Arapiraca esses complexos de rochas máfico-ultramáficas, associados ao domínio das sequências metavulcanossedimentares representam um ambiente geológico com vocação metalogenética para a existência de depósitos de ouro, associados a óxidos e sulfetos de ferro, cobre e níquel.

Em Craíbas e Igaci vale o destaque para os alvos prospectados pela Mineração Vale Verde; os depósitos de Serrote da Lage (Figuras 6.62 e 6.63) e Caboclo. No que diz respeito a sua gênese essas mineralizações de ouro e cobre associam-se a processos magmáticos, no tocante à formação da magnetita e acumulação e/ou remobilização hidrotermal de sulfetos, minérios, esses, hospedados em noritos e piroxenitos intrusivos aos litotipos do Complexo Arapiraca.

O minério de cobre e ouro ocorre sob a forma de disseminações de calcopirita e bornita incluindo a paragênese sulfetada, pirrotita e pentlandita, inclusa em formato de grãos em magnetitos, associados aos óxidos de ferro, titânio e vanádio.

Na localidade de Batalha foram identificadas através de prospecção geofísica, magnetometria, anomalias relevantes de ferro, interpretadas como depósitos de magnetita e hematita, hospedados em rochas metamorfizadas em fácies anfíbolito alto, quartzo-feldspato-sillimanita gnaiss e os litotipos granada-biotita gnaiss. Correspondem a matérias-primas que ainda podem ser aproveitadas na



**Figura 6.62** - Gnaisses hospedeiros de rochas máficas portadoras de concentrações de magnetita e de sulfetos, depósito de Serrote da Lage, Craíbas-AL. Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



**Figura 6.63** - Alteração hidrotermal, "nível de biotitito" trend guia da presença e remobilização dos sulfetos, depósito de Serrote da Lage, Craíbas-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).

área da construção civil no tocante a produção de britas, blocos de alvenaria e pedra de cantaria.

### DOMÍNIO DOS COMPLEXOS GRANITOIDES NÃO DEFORMADOS.

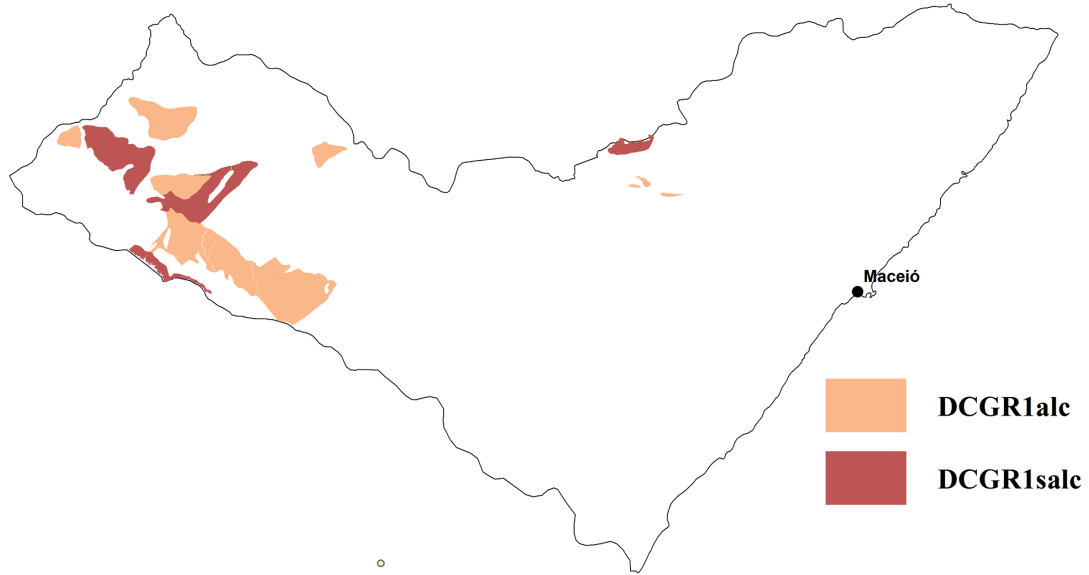
Correspondem aos corpos ígneos de composição ácida a intermediária, cristalizados no interior da crosta terrestre que não sofreram deformação posterior, granitos tardi a pós-tectônicos situados na área extrema oeste do estado, no sertão alagoano, representados pelos plútons Propriá, Serra do Catu, Águas Belas e Correntes (Figura 6.64).

Ocorrem nos arredores dos municípios de Olhos d'Água do Casado, Delmiro Gouveia, Inhapi e Maravilha abrangendo litotipos graníticos, alcalinos e subalcalinos representados por quartzo - sienitos, quartzo- monzonitos, quartzo-álcali-feldspato granitos, biotita granitos de aspecto textural e estrutural predominantemente isotrópicos, maciços não dobrados, pouco a moderadamente fraturados e cisalhados.

Na serra da Caiçara, município de Maravilha (Figura 6.65), ocorrem estruturas geológicas conhecidas por monólitos constituídos pelos granitos Serra do Catu, sienitos róseo-acinzentados homogêneos, pouco deformados, modelados pelo intemperismo físico e químico, representados por dois blocos de rochas proeminentes, no topo da serra. Comumente esses monólitos estão associados a campos de matacões nos sopés da serra. (Figuras 6.66 e 6.67).

Configurando um "microclima" úmido local, em pleno sertão, semiárido, ocorre um resquício de Mata Atlântica, no topo da serra da Caiçara. Diante desse contexto ambiental, atípico, será implantada uma reserva biológica visando à preservação da flora e faunas locais (Figura 6.68).

Quanto às formas de relevo abrangem áreas elevadas, maciços residuais e/ou *inselbergs*, morros e serras baixas, colinas dissecadas e morros baixos, superfícies aplainadas retocadas ou degradadas e vales encaixados (Quadro 7.1).



**Figura 6.64** - Distribuição do domínio dos complexos granitoides não deformados no estado de Alagoas. Fonte: elaborado pelo autor (2015).

**Quadro 7.1** - Unidades geológico-ambientais e compartimentos de relevo pertencentes ao domínio dos complexos granitoides não deformados no estado de Alagoas.

Unidades Geológico-Ambientais	Compartimentos de Relevo
<p><b>DCGR1alc</b></p> <p>Séries graníticas alcalinas</p>	<p>Superfícies aplainadas degradadas</p> <p>Colinas dissecadas e morros baixos</p> <p>Morros e serras baixas</p> <p>Vales encaixados</p>
<p><b>DCGR1salc</b></p> <p>Séries graníticas subalcalinas, cálcio-alcalinas (baixo, médio, alto K) e toleíticas</p>	<p>Planaltos</p> <p>Superfícies aplainadas degradadas</p> <p><i>Inselberg</i></p> <p>Morros e serras baixas</p> <p>Vales encaixados</p>

Fonte: elaborado pelo autor (2015).



**Figura 6.66** - Monólitos do granito Serra do Catu, localizados no topo da serra da Caiçara. Município de Maravilha-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.65** - Em contraste à superfície de aplainamento, a oeste do estado, visão geral da serra Caiçara, município de Maravilha. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.67** - Blocos e/ou matacões de granito dispersos nas encostas e na base da serra da Caiçara. Município de Maravilha-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).

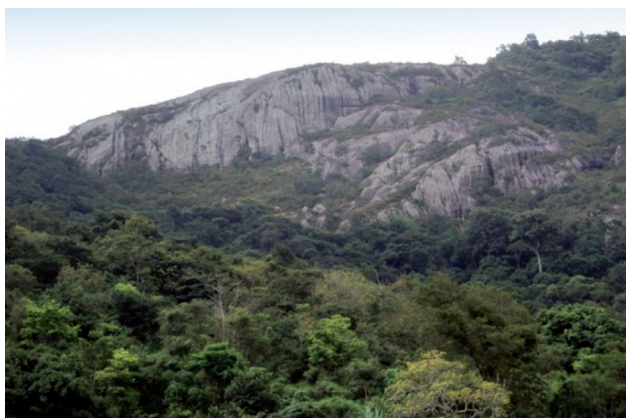


**Figura 6.68** - Paisagem da vegetação, floresta, reserva da Mata Atlântica já delimitada no topo da serra da Caiçara - município de Maravilha - AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).

Esse domínio caracterizado por áreas com elevações e montanhas, abriga belos espigões, como exemplo o paredão rochoso da reserva de Pedra Talhada, com cotas de até 600 m, mantida pelo Instituto Chico Mendes (Figuras 6.69).

Por serem complexos granitoides, não ou muito pouco deformados, com várias colorações, isotrópicos e não orientados apresentam elevado potencial para o aproveitamento como rocha ornamental.

Correspondem a litologias bastante coesas e duras, resistentes ao intemperismo que se alteram para solos predominantemente argilo-síltico-arenosos formando solos residuais, que a depender do clima podem gerar solos férteis, apropriados para a atividade agrícola.



**Figura 6.69** - Reserva ambiental de Pedra Talhada, paredão de granitoide, plúton Correntes, maior elevação do estado na divisa com o estado de Pernambuco, município de Quebrangulo - AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).

## Adequabilidades e Limitações

### Frente à execução de obras

Caracteriza-se por um ambiente formado por rochas predominantemente graníticas, com composição quartzo-

feldspática, coesas e/ou bastante duras, apresentando uma expressiva homogeneidade composicional e textural com poucas descontinuidades estruturais. Por esse motivo possuem boa capacidade de suporte e elevada resistência à compressão, sendo muito utilizadas em alicerces e/ou fundações.

Quando frescas, são fortemente resistentes ao corte e à penetração necessitando de explosivos para o desmonte.

Apresentam comportamento geomecânico isotrópico, lateral e vertical, frente aos esforços mecânicos pelo fato de não apresentarem, em geral, em suas porções centrais, pouca ou nenhuma deformação. Nesse domínio geológico-ambiental as fraturas se concentram nas bordas dos corpos graníticos com descontinuidades estruturais em várias direções que facilitam a percolação de fluidos e promovem o desprendimento de blocos em taludes de corte.

As rochas graníticas se alteram de maneira diferenciada deixando blocos e matacões imersos no manto de alteração. Mesmo em solos bastante profundos e evoluídos o substrato rochoso costuma ser bastante irregular com grande probabilidade de existirem dispersos blocos e matacões que podem vir a dificultar bastante a execução de escavações e perfurações.

A presença dos matacões pode promover a movimentação de taludes de corte em rampas declivosas, desestabilizando as fundações e edificações construídas nesses terrenos.

Esses solos residuais com pedogênese avançada apresentam boa capacidade de compactação, são pouco permeáveis e erosivos, e moderadamente plásticos. Neste caso podem ser utilizados como material de empréstimo. Em solos residuais pouco evoluídos tornam-se muito erosivos e se desestabilizam com facilidade em taludes de corte, potencializando bastante os movimentos naturais de massa. Quando submetidos a uma grande concentração de águas pluviais erodem bastante, não sendo adequada a utilização como material de empréstimo em obras, nas quais ficam expostos. Configuram áreas que necessitam de planejamento e estudos geotécnicos detalhados, apoiados em sondagens de malha pouco espaçada, o que implica em custos elevados tanto no planejamento quanto na execução de grandes obras de engenharia.

### Frente à agricultura

Caracteriza-se por um ambiente com litologias que se alteram para solos predominantemente argilo-síltico-arenosos, porosos, com boa capacidade de reter e fixar nutrientes e assimilar matéria orgânica (CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2006).

Porém nesse ambiente, o predomínio do clima semi-árido determina a presença de solos litólicos, impróprios para a agricultura, geralmente rasos e pedregosos, de textura arenosa que configuram as áreas das superfícies aplainadas e degradadas.

Esses solos podem apresentar bom potencial agrícola desde que ocorram em relevos suavizados com práticas de proteção à erosão e que sejam corretamente manejados e corrigidos. O seu manejo inadequado, como o uso contínuo de mecanização com equipamentos pesados pode provocar a compactação e a impermeabilização do solo, tornando-os suscetíveis a erosão hídrica laminar, aumentando dessa forma seu potencial erosivo, vindo a prejudicar a agricultura, com a perda da camada agrícola, que é a mais fértil e a diminuição da infiltração de água no subsolo.

Em épocas de maior pluviosidade as rochas desse domínio alteram-se para solos com alta participação de argila e os processos intempéricos frente às rochas graníticas alcalinas e subalcalinas tendem a liberar cálcio e potássio para solo formando solos residuais férteis e apropriados para a prática agrícola (CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2006).

Os solos residuais com pedogênese avançada apresentam erosividade moderada, boa capacidade de reter e fixar nutrientes, como também de assimilar matéria orgânica, são muito porosos, apresentam boa capacidade hídrica e mantêm disponibilidade de água para as plantas durante um longo tempo durante os períodos secos. Comumente esses solos bem evoluídos por serem profundos favorecem a depuração de poluentes agrícolas, evitando que estes contaminem as águas subterrâneas.

#### Frente aos recursos hídricos e à implantação de fontes poluidoras

Nesses litotipos graníticos as águas subterrâneas se armazenam e circulam através de pequenas e/ou grandes fendas abertas, relacionadas a falhas e fraturas formando aquíferos fissurais descontínuos. A existência de descontinuidades estruturais configura um ambiente com potencial hidrogeológico irregular a depender das condições climáticas e da distribuição, tamanho, densidade e interconectividade entre falhas e fraturas, concentradas especialmente nas bordas dos maciços. Poços bem próximos podem apresentar parâmetros hidrogeológicos extremamente distintos, num local um poço pode dar excelente vazão e outro, ao lado, pode ser seco (CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2006).

Os solos com alto teor de argila com baixa permeabilidade primária são desfavoráveis à recarga das águas subterrâneas. O predomínio dessas litologias pouco permeáveis tende a elevar a capacidade de retenção dos poluentes, onde os solos são profundos e a pedogênese é avançada o risco de contaminação é baixo, já em solos residuais pouco evoluídos ou rasos ou com rochas fraturadas aflorantes o risco de contaminação das águas é alto e cuidados especiais devem ser tomados com todas as fontes potencialmente poluidoras (CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2006).

Nos relevos suaves, superfícies aplainadas degradadas, a retenção das águas das chuvas e a recarga das águas subterrâneas são bastante favorecidas, porém em contraponto, trata-se de um ambiente desfavorável a que ocorram nascentes e cursos d'água. Nos relevos íngremes, morros, serras, *inselbergs* e vales encaixados, as declividades acentuadas concorrem para o rápido escoamento das chuvas nas drenagens acarretando que pouca água se infiltre no subsolo configurando dessa forma áreas desfavoráveis à recarga das águas subterrâneas. Por outro lado esses relevos são favoráveis às nascentes d'água nos pés das encostas e vales.

#### Frente aos recursos minerais

Na região oeste do estado, no ambiente geológico de granitos subalcalinos, ocorrem depósitos de rochas carbonáticas. Essas jazidas das quais são extraídos mármore e calcários nos arredores das cidades de Mata Grande e Água Branca, estão situadas em um contexto metalogenético entre os granitoides não deformados e litologias do embasamento; ortognaisses e os gnaisses migmatíticos.

Por suas formas de ocorrência, características físico-químicas e texturais adequadas os litotipos graníticos, não deformados, desse domínio apresentam elevado potencial para serem lavrados como rocha ornamental e pedras de revestimento. Podem ser utilizados no segmento da construção civil, como agregados minerais na produção de brita, blocos de alvenaria e pedra de cantaria, lavrados em pedreiras, a oeste do estado, em áreas entre as cidades de Água Branca, Inhapi e Mata Grande (Figuras 6.70 e 6.71).



**Figura 6.70** - Extração de granitos, plútons, tipo Propriá, às margens da BR-423, município de Inhapi-AL.  
Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.71** - Aspecto do granito tipo Propriá, com aglomerados de biotita, extraído da pedreira do município de Inhapi-AL.  
Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).

## DOMÍNIO DOS COMPLEXOS GRANITOIDES DEFORMADOS.

Este ambiente representado por granitos sin a tardi-tectônicos predomina ao norte do estado, da área da Zona da Mata até o sertão alagoano (Figura 6.72). Caracteriza-se pelos granitoides indiscriminados, Ouro Branco, Munguba, Rio Pien, Xingó e pelos plútons sem denominação, Santana do Ipanema, Carneiros, Munguba e Tanquinho. Abrange os litotipos graníticos, subalcalinos e peraluminosos representados por sienogranitos, quartzomonzonitos, monzogranitos, granodioritos, tonalitos, quartzodioritos, granitos pórfiros, biotita granitos, leucogranitos de aspecto textural e estrutural, predominantemente anisotrópico,

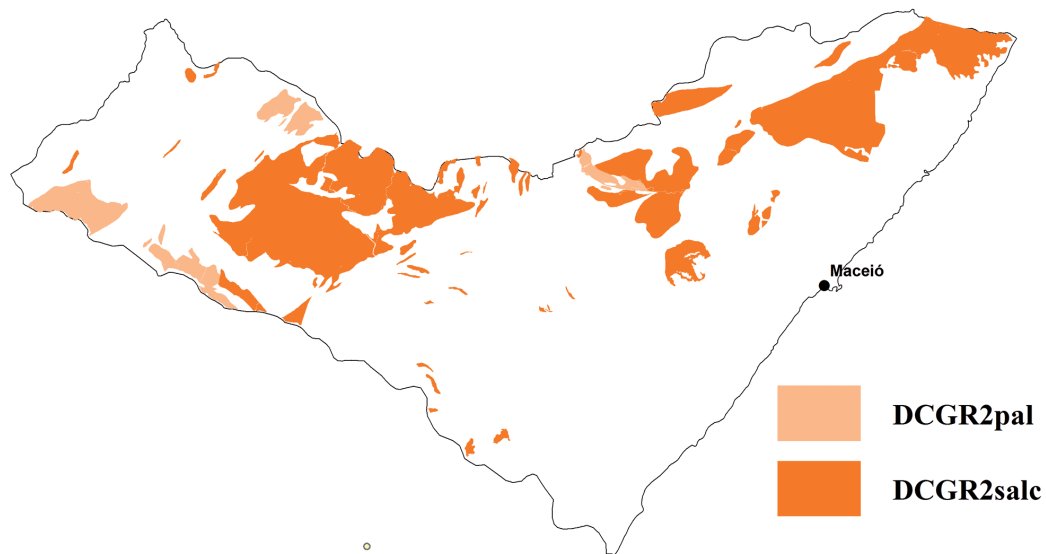
**Quadro 7.2** - Unidades geológico-ambientais e compartimentos de relevo pertencentes ao domínio dos complexos granitoides deformados no estado de Alagoas.

Unidades Geológico - Ambientais	Compartimentos de Relevo
<p><b>DCGR2salc</b></p> <p>Séries graníticas subalcalinas; cálcio-alcalinas (baixo, médio, alto K) e toleíticas</p>	<p>Planaltos</p> <p>Superfícies aplainadas conservadas</p> <p>Superfícies aplainadas degradadas</p> <p><i>Inselberg</i></p> <p>Colinas dissecadas e morros baixos</p> <p>Morros e serras baixas</p> <p>Escarpas serranas</p>
<p><b>DCGR2pal</b></p> <p>Granitoides peraluminosos</p>	<p>Superfícies aplainadas degradadas</p> <p><i>Inselberg</i></p> <p>Colinas dissecadas e morros baixos</p> <p>Morros e serras baixas</p> <p>Vales encaixados</p>

Fonte: elaborado pelo autor (2015).

máscios, moderada a intensamente dobrados, pouco a moderadamente fraturados a intensamente fraturados e cisalhados com venulações e/ou veios de quartzo e pegmatoides.

Quanto às formas de relevo abrangem planaltos, máscios residuais e/ou *inselbergs*, morros e serras baixas, escarpas serranas, colinas dissecadas e morros baixos, superfícies aplainadas retocadas ou degradadas e vales encaixados (Quadro 7.2).



**Figura 6.72** - Distribuição do domínio dos complexos granitoides deformados no estado de Alagoas.  
Fonte: elaborado pelo autor (2015).

Correspondem a litologias metamorquizadas, coesas e/ou duras, possuindo normalmente um comportamento isotrópico nas partes centrais dos seus corpos e bem deformados nas bordas dos maciços. Resistentes ao intemperismo se alteram de forma bastante heterogênea para solos predominantemente argilo-síltico-arenosos.

Ocorrem nesse domínio corpos graníticos aflorantes, pouco alterados, de colorações diversas, rara beleza e mineralogia não orientada, nas suas áreas centrais, atributos esses que tornam essas litologias adequadas para serem lavradas como rocha ornamental. Como exemplo, o granito tipo Ouro Branco (Figura 6.73).

Todo esse domínio granítico é propenso a processos intempéricos e/ou erosivos; ocorrendo na área, a esfoliação esferoidal, intemperismo químico que desagrega a rocha gerando crostas de alteração, tipo “um descamamento de uma cebola”, que promove a formação e/ou queda de matacões e blocos. Como exemplo foi atestado nos granitos Tanquinho, na localidade de Quandu, na serra das Pintas, uma expressiva quantidade de blocos e matacões, fruto do processo erosional, presente nos sopés das serras (Figuras 6.74 e 6.75)

Ocorre nesse domínio a presença de bolsões e/ou lentes de argilas de material provavelmente decomposto de enclaves e/ou concentrações de minerais máficos, Figura 6.76, presentes na formação ou intrusão do granito e/ou material argiloso produto da decomposição mineralógica, alteração das próprias rochas graníticas, minerais feldspáticos em argilominerais, vindo posteriormente a se concentrar e a se depositar em cavidades dessas litologias.

Na área, os lagos argilosos, bastante comuns, principalmente no período das chuvas, sobre os granitos preservam fósseis representativos da fauna pleistocênica constituindo numerosos sítios paleontológicos, nos arredores da cidade de Maravilha. (Figuras 6.77 e 6.78).



**Figura 6.74** - Blocos e/ou matacões desagregados do plúton Tanquinho com formas irregulares – Quandu - município de Santana do Ipanema-AL Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.75** - Granitos porfíricos Tanquinho intemperizados por esfoliação esferoidal - Quandu - município de Santana do Ipanema-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.73** - Aspecto textural do plúton Ouro Branco, leucocráticos, com concentrações, enclaves de biotita, às margens do acesso às cidades de Ouro Branco e Maravilha-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.76** - Enclaves máficos presentes nos granitos Tanquinho – fazenda Ovo da Ema – município de Maravilha-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.77** - Lagos argilosos que se formam entre os lajedos dos granitos, depósitos dos fósseis - fazenda Ovo da Ema – Maravilha-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.78** - Exposição dos sedimentos argilosos que abrigam e conservam os fósseis no fundo dos lagos - fazenda Ovo da Ema – Maravilha-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).

## Adequabilidades e Limitações

### Frente à execução de obras

Nesse domínio os corpos graníticos ao penetrarem nas rochas encaixantes deformam-se de modo diferenciado, reagem isotropicamente quando exercidos na parte central do corpo rochoso e anisotropicamente quando as porções afetadas pelos esforços se situam nas suas bordas ou zonas de contato. Correspondem a litotipos duros e coesos, com elevada resistência à compressão. Quando frescos são fortemente resistentes ao corte e à penetração, necessitando de explosivos para o desmonte (CPRM – SERVIÇOS GEOLÓGICO DO BRASIL, 2006).

Nesse contexto ocorrem afloramentos em forma de colinas dissecadas e morros baixos, superfícies degradadas com lajedos e *inselbergs*, blocos e matacões de rochas graníticas, em meio a solos rasos, pedregosos.

Os solos residuais são pouco evoluídos, bastante erosivos, desestabilizam-se com facilidade em taludes de corte potencializando bastante os movimentos naturais de massa.

Os granitos tardi-tectônicos nas bordas dos seus maciços podem apresentar texturas foliadas e densamente fraturadas, o que facilita os processos intempéricos e desestabiliza os taludes de corte.

Onde os solos ocorrem bem evoluídos e profundos, é maior a possibilidade de existirem blocos e matacões dispersos, o que dificulta bastante a execução de escavações e perfurações podendo vir a desestabilizar as fundações das edificações tornando-as instáveis em taludes de corte e em encostas (CPRM – SERVIÇOS GEOLÓGICO DO BRASIL, 2006).

Essa tipologia de terreno exige estudos técnicos detalhados, apoiados em sondagens de malha pouco espaçada, o que implica em custos elevados, tanto no planejamento quanto na execução de grandes obras.

### Frente à agricultura

A presença frequente de blocos e matacões dispersos nessas áreas graníticas decorrentes da ação diferenciada dos processos intempéricos, em função da variação de deformação impostas a esses corpos rochosos, dificulta as atividades agrícolas.

A depender da composição do granito, se empobrecidos em minerais que liberam nutrientes e enriquecidos em minerais que liberam alumínio, compõem solos residuais excessivamente ácidos, suscetíveis à erosão hídrica laminar com baixa fertilidade natural (CPRM – SERVIÇOS GEOLÓGICO DO BRASIL, 2006).

Nessas litologias caso ocorra o predomínio dos feldspatos alcalinos, contendo minerais ferromagnesianos como acessórios, configuram solos residuais relativamente férteis.

Constituem-se solos com bom potencial agrícola desde que tenham um relevo favorável e se corretamente manejados e/ou corrigidos.

Em áreas com alto índice pluviométrico, os solos são argilosos mais suscetíveis de reter e fixar nutrientes e assimilar matéria orgânica, mantêm água disponível para as plantas durante longo tempo, nos períodos secos, não necessitando de irrigação.

### Frente aos recursos hídricos e à implantação de fontes poluidoras

A depender das condições climáticas locais, esse ambiente geológico, favorável à existência de descontinuidades estruturais, falhas e/ou fraturas, caracteriza aquíferos fissurais descontínuos de potencial hidrogeológico bastante irregular.

Nas bordas dos maciços apresentam um bom potencial armazenador e circulador de água, devido às descontinuidades estruturais que criam um ambiente favorável à presença de armadilhas hidrogeológicas, configurando

áreas com o bom potencial hidrogeológico. Essas fraturas inerentes das bordas dos maciços podem converter-se em condutos de poluentes para as águas subterrâneas determinando que onde as rochas afloram e os solos residuais são pouco evoluídos ou rasos, o risco de contaminação das águas subterrâneas é alto, cuidados especiais devem ser tomados com todas as fontes potencialmente poluidoras.

Em áreas com o predomínio de rochas de baixa permeabilidade primária que se alteram para solos argilo-síltico-arenosos profundos com pedogênese avançada, o risco de contaminação das águas subterrâneas é baixo.

Essas litologias graníticas que se alteram para solos com alto teor de argila apresentam permeabilidade variando de moderada a baixa, com manto de alteração desfavorável à recarga das águas subterrâneas.

Os solos residuais argilo-síltico-arenosos, ricos em alumínio, ácidos se continuamente mecanizados e/ou pisoteados intensamente pelo gado tornam-se suscetíveis à erosão hídrica laminar. Esse processo intempérico reduz a infiltração das águas superficiais e subterrâneas no subsolo, aumentando a velocidade de escoamento superficial, diminuindo drasticamente a recarga das águas subterrâneas, provocando ravinamentos e a extinção de nascentes d'água.

### Frente aos recursos minerais

Esse ambiente geológico é favorável à existência de mineralizações de fluorita, cassiterita, topázio, biotita e moscovita associados aos aportes de fluidos hidrotermais liberados pelos granitos, com registros de ocorrências desses minérios na serra da Carrapateira, município de Ouro Branco. Além da exploração dos plútons Ouro Branco, como rocha ornamental (Figura 6.79).

De acordo com Bruni e Silva (1983) configuram áreas com elevado potencial para ocorrências de granitos com características morfológicas e texturais propensas para serem aproveitados como pedra ornamental, paralelepípedos e meios-fios, em fundações de obras e como agregados na produção de brita e pedra de cantaria.

Na região leste do estado, entre os municípios de Cajueiro e Viçosa ocorrem biotita granitos extraídos em algumas pedreiras, explorados como rocha ornamental e em áreas entre as cidades de Matriz de Camaragibe (Figuras 6.80 e 6.81) e Joaquim Gomes foram atestadas nesses mesmos litotipos, a extração de paralelepípedos rachão e britas em várias pedreiras, como exemplo a pedreira Xavier, nas proximidades da usina Camaragibe.

De acordo com Amorim (1995), ocorrem depósitos de vermiculita com ou sem apatita, associados a veios sieníticos tardios, correlacionados a anomalias aeroradiométricas.

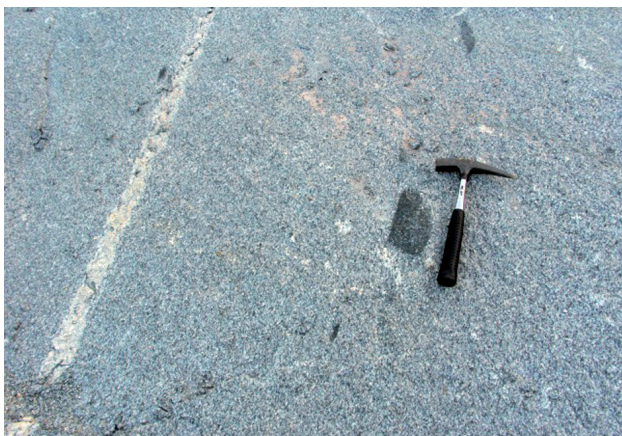
Os solos residuais com pedogênese incipiente, rocha no início da decomposição, contendo fragmentos pequenos de quartzo e feldspato, são utilizados como saibro em obras voltadas à construção civil.



**Figura 6.79** - Pedreira do granito Ouro Branco, rochas exploradas às margens da rodovia, entre as cidades de Ouro Branco e Maravilha. Vale ressaltar a serra da Caiçara, em segundo plano, que abriga na sua base, a sede municipal – cidade de Maravilha-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.80** - Pedreira Xavier voltada para extração de paralelepípedos, rachão e brita. Município de Matriz de Camaragibe-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.81** - Aspecto dos enclaves máficos no biotita granito, extraídos da pedreira Xavier. Município de Matriz de Camaragibe-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



## DOMÍNIO DOS COMPLEXOS GRANITOIDES INTENSAMENTE DEFORMADOS: ORTOGNAISSES.

Compõem esse domínio rochas graníticas, pré a sin tectônicas, intensamente deformadas, localizadas na região centro-norte do estado, abrangendo áreas da zona da mata até o sertão alagoano (Figura 6.82). Caracterizam-se pelos ortognaisses serras das Flores, suíte intrusiva Chorrochó e granitoides indiscriminados (Figuras 6.83 e 6.84).

**Quadro 7.3** - Unidades geológico-ambientais e compartimentos de relevo pertencentes ao domínio dos complexos granitoides intensamente deformados: ortognaisses, no estado de Alagoas.

Unidades Geológico-Ambientais	Compartimentos de Relevo
<b>DCGR3alc</b> Séries graníticas alcalinas	Superfície aplainada Degradada <i>Inselberg</i> Morros e serras baixas
<b>DCGR3salc</b> Séries graníticas subalcalinas; cálcio-alcalinas (baixo, médio, alto K) e toleíticas.	Superfícies aplainadas Conservadas Superfícies aplainadas Degradadas <i>Inselbergs</i> Colinas dissecadas e morros baixos Morros e serras baixas Escarpas serranas

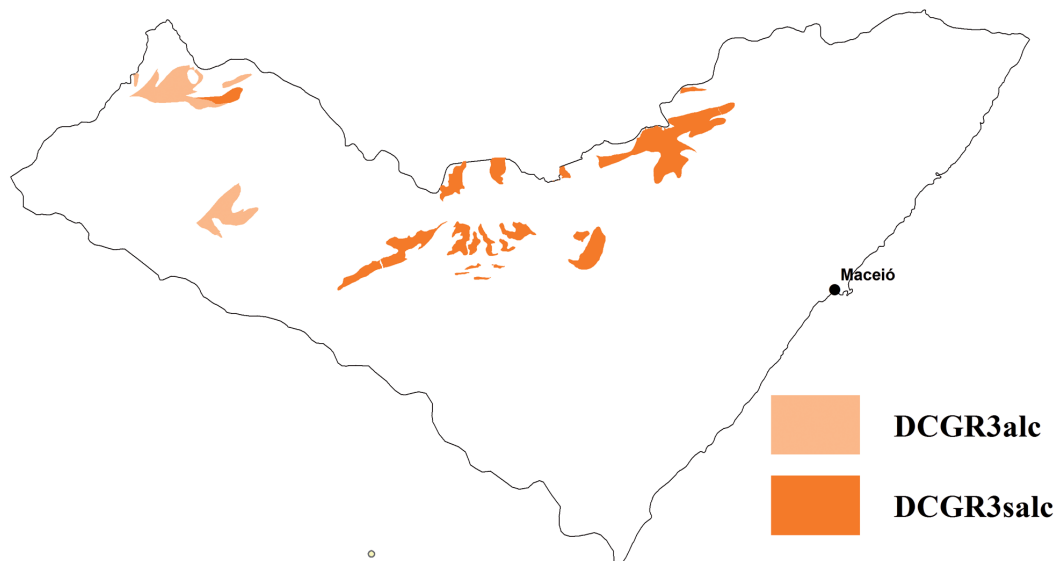
Fonte: elaborado pelo autor (2015).

Abrangem os litotipos graníticos alcalinos e subalcalinos, calcialcalinas e toleíticas representados por rochas metadioríticas, metagraníticas, ortognaisses graníticos, metamonzodioritos, ortognaisses, metagranodioritos, metatonalitos, ortognaisses, granodioritos e augengnaisses de aspecto textural e estrutural, predominantemente anisotrópico, gnáissicos, intensamente dobrados e moderada a intensamente fraturados (Figura 6.85).

Em função da ampla variação litológica e intenso tectonismo, os relevos são bastante movimentados com formas que abrangem, maciços residuais e/ou *inselbergs*, morros e serras baixas, escarpas serranas, colinas dissecadas e morros baixos, superfícies aplainadas conservadas, retocadas ou degradadas (Quadro 7.3). Correspondem a litologias metamorfizadas gnáissificadas, coesas e duras que se alteram para solos predominantemente argilo-siltico-arenosos.



**Figura 6.83** - Ortognaisses intensamente deformados da suíte intrusiva Chorrochó, município de Mata Grande-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.82** - Distribuição do domínio dos complexos granitoides intensamente deformados: ortognaisses, no estado de Alagoas. Fonte: elaborado pelo autor (2015).



**Figura 6.84** - Detalhe dos granitoides intensamente deformados, dobrados e fraturados da suíte intrusiva Chorrochó, município de Mata Grande - AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.85** - Granitoides gnáisses indiscriminados, intensamente deformados nos arredores da cidade de Santana do Mundaú - AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).

## Adequabilidades e Limitações

### Frente à execução de obras

Esse domínio de rochas com grande anisotropia textural e composicional determina descontinuidades geomecânicas implicando em limitações geotécnicas no tocante à mineralogia principal a base de feldspato que determina alta resistência ao corte e à penetração necessitando de explosivos para o desmonte. Podem vir a ocorrer, entretanto, intensamente fraturadas, bastante friáveis e/ou milonitizadas (CPRM – SERVIÇOS GEOLÓGICO DO BRASIL, 2006).

O alto grau de coesão desses litotipos aliado à elevada resistência à compressão e a moderada a alta resistência ao intemperismo físico-químico qualificam o uso desse material em agregados para concreto e para o uso em fundações das edificações (CPRM – SERVIÇOS GEOLÓGICO DO BRASIL, 2006).

Numa menor proporção, em relação aos granitos pós e tardi-tectônicos, esses litotipos graníticos se alteram deixando blocos e matacões em meio aos solos, elementos esses que podem vir a comprometer a execução das obras, no tocante às escavações e aos alicerces das edificações.

Algumas áreas, nesse ambiente, configuram rochas granitoides com intensa deformação dúctil, heterogênea, com maior intensidade nas bordas dos maciços, dobradas e fraturadas, gnáissificadas e detentoras de descontinuidades geomecânicas que potencializam as desestabilizações em taludes de cortes quando parcialmente alteradas.

O produto de alteração dessas litologias, solos residuais argilo-siltico-arenosos, formam mantos de alteração apropriados a serem utilizados como saibro e/ou material de empréstimo.

### Frente à agricultura

Correspondem a rochas granitoides que se alteram para solos argilo-siltosos e argilo-siltico-arenosos, comumente pobres em nutrientes e ricos em minerais que liberam alumínio e costumam ser ácidos com fertilidade natural baixa (CPRM – SERVIÇOS GEOLÓGICO DO BRASIL, 2006).

Ocorrendo alta proporção de minerais ferromagnesianos os solos residuais terão boa fertilidade. Em áreas de elevada pluviosidade são muito argilosos, configuram solos residuais evoluídos, pouco permeáveis possuindo boa capacidade de reter e fixar nutrientes e assimilar matéria orgânica. Podem variar entre solos rasos e pedregosos ou relativamente profundos e/ou bem evoluídos (CPRM – SERVIÇOS GEOLÓGICO DO BRASIL, 2006).

Respondem bem à adubação, são muito porosos possuindo a capacidade de armazenar água por longo tempo nos períodos secos, não sendo necessário serem frequentemente irrigados.

De uma forma geral esses solos graníticos apresentam um bom potencial agrícola desde que o relevo seja favorável, sejam corretamente manejados, corrigidos e que sejam adotadas práticas de proteção contra a erosão (CPRM – SERVIÇOS GEOLÓGICO DO BRASIL, 2006).

### Frente aos recursos hídricos e à implantação de fontes poluidoras

Esse ambiente de terrenos cristalinos deformados favorece a existência de excelentes armadilhas hidrogeológicas relacionadas a descontinuidades estruturais, falhas e fraturas com substrato rochoso apresentando bom potencial armazenador e circulador de água nos interstícios dessas litologias. Constituem aquíferos do tipo fissural, aleatórios e descontínuos com potencial hidrogeológico irregular, vazões pouco expressivas e aquíferos de águas salinizadas.

O intenso tectonismo que resulta na formação de falhas e fraturas sobre a influência de solos pouco evo-

luídos, em decorrência da fácil percolação das águas por essas estruturas acarreta em uma elevada suscetibilidade à contaminação das águas subterrâneas. Constituem áreas que devem ser monitoradas no tocante às fontes potencialmente poluidoras.

Nesses solos residuais argilo-siltico-arenosos e/ou argilosos, pouco permeáveis, em locais de solos profundos, bem evoluídos, a recarga das águas subterrâneas é deficiente acarretando uma baixa suscetibilidade à contaminação desses mananciais.

### Frente aos recursos minerais

A área apresenta um expressivo potencial para a exploração de mármore e pedras ornamentais apresentando boas características mineralógicas e texturais, apesar da presença de minerais placoides, eventualmente pouco ou muito concentrados nessas litologias.

Essas rochas graníticas podem ser utilizadas na forma de saibro, como material de empréstimo na pavimentação de estradas, produção de britas, blocos de alvenaria e pedra de cantaria. Trata-se de um material que pode ser aproveitado em fundações e/ou alicerces de obras e como agregados para concreto com aplicação na construção civil.

Nesse domínio geológico-ambiental, associadas ao complexo máfico e ultramáfico, ocorrem mineralizações de titânio e depósitos de ferro, sob a forma de hematita e magnetita, localizadas ao norte da localidade de Craíbas.

O domínio geológico dos ortognaisses configura um ambiente geológico inviável a concentração de minérios metálicos em função dos intensos processos deforma-

cionais e metamórficos, impostos a esses maciços. Vale ressaltar ainda que nesse ambiente o desgaste erosional mais dispersou do que concentrou os elementos metálicos.

### DOMÍNIO DOS COMPLEXOS GNAISSES - MIGMATÍTICOS E GRANULITOS

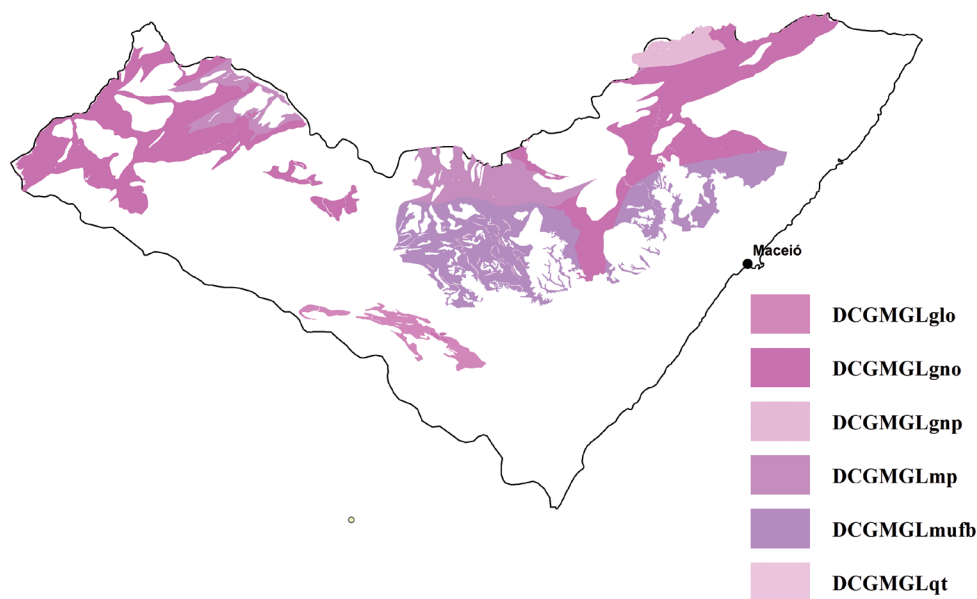
As litologias desse domínio predominam nas áreas centrais, noroeste e nordeste do estado de Alagoas (Figura 6.86).

Representam uma complexa associação de protólitos, rochas derivadas de outras rochas, muito antigas que ao longo da história geológica da Terra, foram submetidas à superposição de vários eventos tectonometamórficos, em condições de elevadas temperaturas e pressões.

Predominam litotipos tais como paragnaisses, par migmatitos, metadioritos, migmatitos, ortognaisses granodioríticos, ortognaisses graníticos, ortognaisses tonalíticos, metagranitoides, xistos, calcissilicáticas, mármore, quartzitos e formações ferríferas bandadas, *BIFS*, de aspecto textural e estrutural, predominantemente anisotrópico, gnáissicos e/ou bandados, intensamente dobrados e moderada a intensamente fraturados geralmente cortados por veios de quartzo e pegmatoides.

Correspondem aos gnaisses Serras das Cabaças, Cabrobó e Complexos Girau do Ponciano, Belém do São Francisco e Arapiraca, representados nas figuras 6.87 a 6.90.

Em razão da diversidade litológica, intenso tectonismo e do predomínio de solos pouco permeáveis, os relevos são bastante movimentados, caracterizados desde áreas montanhosas, com formas que abrangem planaltos, maciços residuais e/ou *inselbergs*, morros e serras baixas, escarpas serranas, vales encaixados até colinas dissecadas



**Figura 6.86** - Distribuição do domínio dos complexos gnáissico-migmatíticos e granulíticos no estado de Alagoas. Fonte: elaborado pelo autor (2015).

**Quadro 7.4** - Unidades geológico-ambientais e compartimentos de relevo pertencentes ao domínio dos complexos gnáissico-migmatíticos e granulíticos no estado de Alagoas.

Unidades Geológico-Ambientais	Compartimentos de Relevo
<p><b>DCGMGLmp</b> Predominam migmatitos paraderivados</p>	<p>Superfícies aplainadas degradadas <i>Inselbergs</i> Colinas amplas e suaves Colinas dissecadas e morros baixos Morros e serras baixas Escarpas serranas</p>
<p><b>DCGMGLgnp</b> Predomínio de gnaisses paraderivados Podem conter porções migmatíticas</p>	<p>Planaltos Colinas dissecadas e morros baixos Morros e serras baixas</p>
<p><b>DCGMGLglo</b> Gnaisses granulíticos ortoderivados Podem conter porções migmatíticas</p>	<p>Colinas dissecadas e morros baixos Morros e serras baixas</p>
<p><b>DCGMGLgno</b> Predomínio de gnaisses ortoderivados Podem conter porções migmatíticas</p>	<p>Planaltos Superfícies aplainadas conservadas Superfícies aplainadas degradadas <i>Inselbergs</i> Colinas dissecadas e morros baixos Morros e serras baixas Escarpas serranas</p>
<p><b>DCGMGLmufb</b> Gnaisses, migmatitos e/ou granulitos associados e rochas metamáficas e/ou metaltramáficas, incluindo formações ferríferas bandadas.</p>	<p>Tabuleiros Superfícies aplainadas conservadas Superfícies aplainadas degradadas Colinas dissecadas e morros baixos <i>Inselberg</i> Morros e serras baixas Vales encaixados</p>
<p><b>DCGMGLqt</b> Predomínio de quartzitos</p>	<p>Superfícies aplainadas degradadas Colinas dissecadas e morros baixos Morros e serras baixas</p>

Fonte: elaborado pelo autor (2015).



**Figura 6.87** - Paragnaisses migmatíticos e anfibolitos do Complexo Arapiraca, às margens do rio Mundaú, cidade de Messias-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.88** - Ortognaisses bastante fraturados do Complexo Belém do São Francisco, às margens da BR-104, no acesso à cidade de Murici-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.89** - Ortognaisses com veios graníticos pegmatoidas, Complexo Belém do São Francisco, às margens da BR-104, nas pedreiras, arredores da cidade de Murici-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.90** - Rochas granito-gnáissicas migmatíticas, paragneisses migmatizados, do Complexo Cabrobó, a norte de Palmeira dos Índios-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).

das e morros baixos, colinas amplas e suaves, superfícies aplainadas conservadas e superfícies aplainadas retocadas ou degradadas (Quadro 7.4).

Representam litologias metamorfizadas gnaissificadas, coesas e duras com variada resistência ao intemperismo físico e químico dando origem a solos residuais predominantemente argilo-siltico-arenosos.

Esse domínio é caracterizado por áreas com elevações e montanhas, apresenta um sistema de drenagem com muitos cursos d'água contendo trechos correndo sobre o substrato rochoso formando belas corredeiras e piscinas naturais.

É comum nesse domínio a presença de muitas pedreiras, com cavas a céu aberto visando à extração de paralelepípedos e rachão para alicerces. Após a exaustão desses corpos é praticado na área o aproveitamento dessas antigas cavas de pedreiras, como depósitos de lixo. Configuram lixões que contribuem para a poluição do solo, das águas e do ar. Como exemplo, o lixão nos arredores de Murici, às margens da AL-104, depositado sobre uma antiga pedreira bem próxima da cidade. Nesse lixão, acumulado de forma inapropriada nas cavas das pedreiras, é possível avistar a cidade, sede municipal de Murici.

## Adequabilidades e Limitações

### Frente à execução de obras

Essas litologias gnáissico-migmatítico-granulíticas representam um ambiente com grande diversidade litológica, composicional e descontinuidades estruturais representadas por dobras, falhas e fraturas, desenvolvendo anisotropia geomecânica e hidráulica muito variável, não só lateral, como verticalmente. Essas expressivas descontinuidades geomecânicas desses litotipos facilitam o desprendimento de blocos em taludes e cortes de estradas, favorecem a

percolação de fluidos e permitem intensificar os processos erosivos e intempéricos. Porém de uma forma geral, são litologias que apresentam moderada a alta resistência ao intemperismo físico-químico.

Na sua maior parte constituem litotipos com elevada resistência à compressão, duros, muito resistentes ao corte e à penetração, necessitando de explosivos para o desmonte.

Em função desses atributos supracitados, caracterizam áreas propensas ao desprendimento de blocos e movimentos de massa. Como exemplo, corte de estrada com propensão a queda de blocos, representado nas Figuras 6.91 a 6.92 registradas no corte de estrada da BR-316, após a cidade de Maribondo em direção a Taquarana.

Como essas rochas granito-gnáissico-migmatíticas se intemperizam de forma heterogênea, o produto da alteração dos seus diversos litotipos promove a formação de um perfil de solo rochoso com profundidade bastante irregular.



**Figura 6.91** - Gnaisses migmatítico-graníticos com níveis anfibolíticos do Complexo Arapiraca, corte de estrada após a cidade de Maribondo-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.92** - Detalhe dos granitos-gnaisses, propensos à desestabilização, após a cidade de Maribondo, no mesmo corte de estrada às margens da BR-316 (AL). Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).

Por consequência, nesse substrato ocorre a existência de grande número de blocos e matacões mergulhados no solo ou então irregularmente distribuídos na superfície, configurando em terrenos com limitações no tocante às obras diante do impedimento nas escavações e perfurações (Figura 6.93).

Corresponde a áreas suscetíveis a desestabilização dos taludes de corte e fundações principalmente quando há remoção e manipulação desse material, blocos e matacões, visando às obras de engenharia.

A presença de blocos e matacões, na superfície ou enterrados, nos solos demanda a exigência de planejamento e estudos geotécnicos, sondagens de malha pouco espaçada e ensaios tecnológicos de materiais com amostragem de várias profundidades desse substrato.

Como exemplo, ocorrem nesse domínio os ortognaisses granulíticos intensamente dobrados e fraturados que apresentam planos de fraturas sub-horizontais e sub-verticais que se cortam ortogonalmente, gerando planos de fraqueza nessas rochas existindo a possibilidade de ocorrer desmoronamentos de blocos rochosos em taludes de cortes.

Os solos residuais pouco evoluídos podem conter argilominerais expansivos, produto da alteração de porções de rochas metabásicas, desencadeadores de processos erosivos e muito suscetíveis à ação de águas pluviais, ten-



**Figura 6.93** - Na base do mesmo corte de estrada dos gnaisses migmatítico-graníticos, na BR-316, presença de blocos e/ou matacões de rochas enterrados no solo (AL).  
Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).

dendo a desestabilizar com facilidade os taludes de corte, não sendo recomendável a utilização como material de empréstimo em obras de engenharia.

Os fenômenos de alternância dos estados de expansão e contração se expostos à oscilação dos estados úmidos e secos podem vir a causar danos em obras subterrâneas.

Em contrapartida, os solos residuais com pedogênese avançada apresentam boa capacidade de compactação, permeabilidade variando de baixa a moderada, são moderadamente plásticos e naturalmente pouco erosivos podendo nesse caso ser utilizados como material de empréstimo.

Nos períodos secos configuram solos que formam muita poeira, porém já nos períodos chuvosos são muito escorregadios comprometendo a utilização de ferramentas e maquinários.

A presença de litologias quartzíticas e veios de quartzo, bastante duros e resistentes ao cisalhamento dificultam a execução de escavações e perfurações no tocante à realização de obras de engenharia. Correspondem à áreas com custos elevados quanto ao planejamento e à execução dessas obras.

## Frente à agricultura

As rochas contidas nesse ambiente convertem-se para solos argilo-siltico-arenosos com potencial agrícola variável em função da disponibilidade mineralógica local.

A diversidade geológica inerente a esse domínio impõe a formação de solos residuais com grandes diferenças de características físico-químicas justificando uma variação na qualidade dos solos, principalmente nas áreas de relevo acidentado, locais, onde pode ocorrer uma oscilação da qualidade agrícola dos solos, podendo esse atributo variar bastante, de muito bom a muito ruim.

Os gnaisses-migmatitos que contêm lentes espessas de corpos de rochas metamáficas e metacarbonáticas liberam bastante nutrientes para os solos podendo gerar manchas de solos argilosos de menor acidez, baixas taxas de alumínio, presença de cálcio e magnésio com excelentes características físicas para a agricultura. O predomínio de rochas contendo minerais ferromagnesianos na sua composição, biotita e hornblenda, liberam bastante cálcio e magnésio predominando os solos residuais de boa fertilidade natural.

Com esse enfoque Vaz (1996) destaca que esses solos com elevada participação de argila e com pedogênese avançada apresentam erosividade e permeabilidade baixas a moderadas, são bastante porosos e possuem boa capacidade de assimilar água e matéria orgânica. Em contrapartida, os solos residuais pouco evoluídos são bastante erosivos, compactam-se, impermeabilizam-se e se tornam bastante erosivos se forem continuamente mecanizados com equipamentos pesados e/ou afetados pelo pastoreio intensivo.

Independentemente da sua evolução pedogenética, esses solos são porosos, possuem boa capacidade de reter e fixar nutrientes, respondem bem à adubação, armazenam e mantêm a disponibilidade de água e não precisam ser irrigados com muita frequência.

Desde que correspondam a áreas de relevo favorável, se corretamente manejados configuram áreas propícias para o cultivo agrícola.

### Frente aos recursos hídricos e a implantação de fontes poluidoras

Nesse contexto predominam os aquíferos fissurais típicos das rochas cristalinas. Representam rochas intensamente dobradas que favorecem a existência de armadilhas hidrogeológicas, relacionadas às falhas e fraturas e a outras descontinuidades estruturais.

Segundo Theodorovicz, Theodorovicz e Catarino (2000), essas descontinuidades estruturais das rochas condicionam uma porosidade secundária com reservatórios distribuídos de forma aleatória, descontínuos, pouco extensos que mesmo em climas chuvosos configuram poços com vazões que variam de baixas a excelentes.

Suas litologias se alteram para solos argilo-siltico-arenosos pouco permeáveis com alta capacidade de reter e fixar poluentes. Onde os solos são profundos e apresentam pedogênese avançada ocorre um baixo risco de contaminação das águas subterrâneas. Os solos predominantemente argilosos, conseqüentemente com permeabilidade baixa a moderada, são desfavoráveis à recarga das águas subterrâneas.

Em locais onde predominam os afloramentos associados a solos pouco evoluídos ou rasos, o potencial de contaminação das águas subterrâneas é alto havendo necessidade de precauções no tocante a fontes potencialmente poluidoras. A presença de depósitos de lixo, lixões sem nenhum controle ambiental, nas cavas de antigas pedreiras foi atestada nos arredores de Murici e Arapiraca, intensificando a possibilidade de contaminação dos aquíferos.

Em locais onde o manto de alteração parcial (saprolito) é espesso com boas características hidrodinâmicas pode se constituir um excelente aquífero superficial.

No extremo oeste do estado, sertão alagoano, em áreas propensas à desertificação, o clima pode vir a exercer uma grande influência na qualidade das águas. Em regiões em que há uma elevada pluviosidade, os sais são dissolvidos e lixiviados. Em contraponto, em áreas pouco chuvosas com alto índice de evaporação ocorre a concentração de sais nas fendas das rochas promovendo a elevação dos teores de sais nas águas subterrâneas.

### Frente aos recursos minerais

Os fazimentos dos granitos-gnaisses são lavrados para a produção de brita, pedra de cantaria, paralelepípedos,

rachão para alicerces e materiais utilizados na construção civil, extraídos de várias pedreiras em áreas às margens das rodovias e nas proximidades das cidades de Água Branca, Branquinha e Murici.

Nos arredores de Murici essas pedreiras, após a exaustão dos corpos, tornam-se desativadas, sendo utilizadas como depósitos de lixo a céu aberto, constituindo lixões, sem nenhum controle sanitário e/ou ambiental (Figuras 6.94 e 6.95).

O contexto do Complexo Belém do São Francisco apresenta potencialidade para a extração de saibro e material de construção que pode ser utilizado para o revestimento de estradas formado por intemperização de maciços graníticos, gnáissicos ou migmatíticos, além de depósitos argilosos, utilizados como matéria-prima na fabricação de artefatos cerâmicos. As argilas provenientes da desagregação de feldspatos dessas rochas gnáissico-migmatíticas



**Figura 6.94** - Extração dos gnaisses ortoderivados do Complexo Belém do São Francisco, município de Murici, em meio à deposição de lixo, alojado nas cavas das pedreiras (AL).  
Fotografia: Tereza Bittencourt Villanueva (2011).



**Figura 6.95** - Lixão depositado sobre os gnaisses ortoderivados do Complexo Belém do São Francisco, localizado às margens da rodovia BR-104, nos arredores da cidade de Murici-AL.  
Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).

ocorrem em áreas à norte da cidade de Messias e nas cercanias de Murici.

Situadas entre as cidades de Coité do Noia e Limoeiro de Anadia existem registros de ocorrências de quartzo, feldspato, berilo e ametista associados a pegmatitos em zonas de falhas e fraturas em granulitos.

Na área central do estado, a norte de Arapiraca ocorrem litologias granítico-gnáissico-migmatíticas com corpos intrusivos de rochas máficas e ultramáficas, explorados por pedreiras, a exemplo da pedreira Triunfo que atua na região, no tocante ao fornecimento de rochas ornamentais, mármore e granitos além de britas utilizadas na construção civil (Figuras 6.96 e 6.97).

Na região sul do estado, outra pedreira nas imediações da cidade de Girau do Ponciano detém a lavra de litotipos gnaisses migmatíticos visando à produção de brita, pedra de cantaria e paralelepípedos (Figuras 6.98 e 6.99).



**Figura 6.96** - Corte da cava da pedreira Triunfo voltada à lavra de litologias gnáissico-migmatítico-granulíticas paraderivadas do Complexo Arapiraca. Arapiraca-AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.97** - Detalhe do nível anfibolítico intrusivo aos paragnaisses do Complexo Arapiraca, lavrados na pedreira Triunfo. Arapiraca - AL. Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.98** - Cava de pedreira, lavra de litologias gnáissico-granulíticas ortoderivadas do Complexo Girau do Ponciano, utilizada na produção de paralelepípedos, município de Girau do Ponciano (AL). Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).



**Figura 6.99** - Detalhe dos litotipos da pedreira de Girau do Ponciano, gnaisses granulítico-migmatíticos bastante dobrados e fraturados (AL). Fotografia: Violeta de Souza Martins (2011).

## REFERÊNCIAS

ALAGOAS. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico e Turismo. Página inicial. 2015. Disponível em: <<https://www.sedetur.al.gov.br>>.

ALAGOAS. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico, Energia e Logística; SEBRAE/AL. **Iconografia Alagoana**. Maceió: GRAFMARQUES, 2011.

AMORIM, J. L. (Org.). **Arapiraca**: folha SC-24-X-D-V: Estado de Alagoas. Brasília: CPRM, 1995. 88 p. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB.



BIZZI, L. A. et al. **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil**: texto, mapas e SIG=Geology, tectonics and mineral resources of Brazil: text, maps e GIS. Brasília: CPRM, 2003. 692 p. il. 1 DVD.

BRASIL DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. **Mapa geológico do estado de Alagoas escala 1:250.000**: texto explicativo. Recife: DNPM, 1985. 90 p. (Serie Mapas e Cartas de Síntese, 2; Seção Geologia, 2).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Recifes de Coral**. [20--]. Disponível em: <<http://www.ministeriodomeioambiente.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/zona-costeira-e-marinha/recifes-de-coral>>.

BRITO, R. S. C. et al. A mineralização ferro-cuprífera da zona Sul Alagoana (Cinturão Sergipano): o Complexo Serrote da Laje, Arapiraca, Alagoas, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42., 2004, Araxá, MG. **Anais...** Belo Horizonte: SBG, 2004.

BRUNI, M. A. L.; SILVA, H. P. **Mapa geológico do estado de Sergipe**. Aracaju: CODISE, 1983. 1 mapa, color. Escala 1:250.000. Convênio DNPM/CODISE.

CARVALHO, L. M.; MARTINS, V. S. **Geodiversidade do estado de Sergipe**. Salvador: CPRM, 2015. No prelo.

CARVALHO, L. M.; MARTINS, V. S.; CUNHA, F. L. B. **Mapa geodiversidade do estado de Sergipe**. Salvador: CPRM, 2011. Escala 1: 250.000. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade\\_serpipe.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade_serpipe.pdf)>.

CARVALHO, L. M.; RAMOS, M. A. B. (Orgs.). **Geodiversidade do estado da Bahia**. Salvador: CPRM, 2010. 172 p.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo**: sistema de informações geográficas (SIG). Brasília: CPRM, 2004. 41. CD-ROMs. Programa Geologia do Brasil - PGB.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa geodiversidade do Brasil**: escala 1:2.500.000. Legenda expandida. Brasília: CPRM, 2006. 68 p. il., color. 1 CD-ROM.

DANTAS, J. R. A. et al. **Mapa geológico do estado de Alagoas**: texto explicativo. Recife: DNPM, 1986. 90 p.

DEMATTÊ, J. L. I.; MAZZA, J. A.; DEMATTÊ, J. A. M. Caracterização e gênese de uma toposseqüência latossolo amarelo-podzol originado de material da Formação Barreiras - Estado de Alagoas. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 53, n.1, p. 20-30, jan. 1996. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161996000100004>>.

FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. (Coords.). **Hidrogeologia**: conceitos e aplicações. 2. ed. Fortaleza: CPRM; LABHID-UFPE, 2000. 391 p.

FLORÊNCIO, C. P. **Geologia dos evaporitos Paripueira na sub-bacia de Maceió, Alagoas, Região Nordeste do Brasil**. 2001. 160 f. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia)- Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 472 p.

JACOMINE, P. K. T.; ALMEIDA, J. C.; MEDEIROS, L. A. R. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Ceará**. Recife: SUDENE, 1973. 2 v. 830 p. (Boletim Técnico, 28. Pedologia, 16).

MARTINS, V. S.; VILLANUEVA, T. C. B.; FERREIRA, R. V. **Mapa geodiversidade do estado de Alagoas**. Salvador: CPRM, 2012. Escala 1:250.000. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade\\_alagoas.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade_alagoas.pdf)>.

MENDES, V. A. et al. **Mapa geológico do estado de Alagoas**. Recife: CPRM, 2012. No prelo.

NASCIMENTO, M. C.; LIMA FILHO, M. Faciologia da Formação Maceió (Aptiano-Albiano) na porção norte da Bacia de Alagoas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS, 3., 2005, Salvador. **Anais...** Rio de Janeiro: IBP, [200-].

SANTOS, R. A. et al. (Orgs.). **Geologia e recursos minerais do estado de Sergipe**. Escala 1:250.000. Texto explicativo do mapa geológico do estado de Sergipe. Rio de Janeiro: CPRM; CODISE, 1998. 156 p. 1 mapa.

SOUZA, J. F. **Perfil analítico da diatomita**. Rio de Janeiro: DNPM, 1973. 27 p. il. (Boletim DNPM, 11).

SOUZA, C. R. G. et al. Praias arenosas e erosão costeira. In: \_\_\_\_ (Eds.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2005. p. 130-152.

THEODOROVICZ, A. M. G.; THEODOROVICZ, A. (Orgs.).  
**Geodiversidade do estado do Mato Grosso do Sul.**  
São Paulo: CPRM, 2010. 142 p.

THEODOROVICZ, A.; THEODOROVICZ, A. M. G.;  
CANTARINO, S. C. **Projeto Mogi-Guaçu/Pardo:** atlas  
geoambiental das bacias hidrográficas dos rios Mogi-  
Guaçu e Pardo – SP: subsídios para o planejamento

territorial e gestão ambiental. São Paulo: CPRM, 2000.  
il., color. Programa Nacional de Gestão e Administração  
Territorial - GATE.

VAZ, L. F. Classificação genética dos solos e dos  
horizontes de alteração de rocha em regiões  
tropicais. **Solos e Rochas**, v. 19, n. 2, p. 117-136,  
ago. 1996.

## **NOTA SOBRE OS AUTORES**

**ANTÔNIO THEODOROVICZ** – geólogo formado (1977) pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) e especialização (1990) em Geologia Ambiental. Ingressou na Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB) – Superintendência Regional de Porto Velho (SUREG-PV) em 1978. Desde 1982 atua na Superintendência Regional de São Paulo (SUREG-SP). Executou e chefiou vários projetos de mapeamento geológico, prospecção mineral e metalogenia em diversas escalas nas regiões Amazônica, Sul e Sudeste. De 1990 até 2012 atuou como supervisor/executor de vários estudos geoambientais, para os quais concebeu uma metodologia própria, adaptada e aplicada também na geração dos mapas Geodiversidade do Brasil e estaduais. Ministra, ainda, treinamento de campo para caracterização do meio físico para fins de planejamento e gestão ambiental para equipes da CPRM/SGB e de países da América do Sul. Atualmente é coordenador regional do Projeto Geoparques da CPRM/SGB, conselheiro da Comissão de Monumentos Geológicos do Estado de São Paulo e executor do Projeto Geodiversidade do Quadrilátero Ferrífero.

**EDGAR SHINZATO** – graduado (1990) em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e mestre (1998) em Agronomia pela Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF. Área de concentração: Pedologia, Meio Ambiente e Geoprocessamento. Atualmente é coordenador executivo do Departamento de Gestão Territorial (DEGET) da CPRM/SGB. Desenvolveu atividades profissionais em projetos do Programa GATE/CPRM, como estudos e mapeamentos de solos, capacidade de uso das terras, aptidão agrícola e uso e cobertura vegetal. Foi coordenador de Geoprocessamento dos Estudos do TAV (Trem de Alta Velocidade) e do Projeto Setorização de Riscos Remanescentes de Nova Friburgo-RJ. Coordenador técnico de solos para o Projeto Geodiversidade do Brasil e Projeto de Cartas de Suscetibilidade a Movimentos de Massa e Inundações. É membro do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, núcleo regional de estudo, Rio de Janeiro. É membro do Comitê Assessor Externo da Embrapa Solos.

**MARCELO EDUARDO DANTAS** – graduado (1992) em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), com os títulos de licenciado em Geografia e geógrafo. Mestre (1995) em Geomorfologia e Geoecologia pela UFRJ. Nesse período integrou a equipe de pesquisadores do Laboratório de Geo-Hidroecologia (GEOHECO/UFRJ), tendo atuado na investigação de temas como: Controles Litoestruturais na Evolução do Relevo; Sedimentação Fluvial; Impacto das Atividades Humanas sobre as Paisagens Naturais no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul. Em 1997 ingressou na CPRM/SGB, atuando como geomorfólogo até o presente. Desenvolveu atividades profissionais em projetos na área de Geomorfologia, Diagnósticos Geoambientais e Mapeamentos da Geodiversidade, em atuação integrada com a equipe de geólogos do Programa GATE/CPRM. Dentre os trabalhos mais relevantes, destacam-se: Mapa Geomorfológico e Diagnóstico Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro; Mapa Geomorfológico do ZEE RIDE Brasília; Estudo Geomorfológico Aplicado à Recomposição Ambiental da Bacia Carbonífera de Cricúma; e Análise da Morfodinâmica Fluvial Aplicada ao Estudo de Implantação das UHEs de Santo Antônio e Jirau (Rio Madeira - Rondônia). Atualmente é coordenador nacional de Geomorfologia do Projeto Geodiversidade do Brasil (CPRM/SGB). Atua na elaboração e supervisão dos mapas de padrões de relevo para o Projeto Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações. Membro associado da União da Geomorfologia Brasileira (UGB) desde 2007.

**MARIA ADELAIDE MANSINI MAIA** – graduada (1996) em Geologia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e mestra (2013) em Ciências (Geologia) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Ingressou na CPRM/SGB em 1997, onde exerce o cargo de pesquisadora em geociências na área de Gestão Territorial (DEGET). Atuou de 1997 a 2009, na Superintendência Regional de Manaus (SUREG-MA), nos projetos de Gestão Territorial, destacando-se o Mapa da Geodiversidade do Estado do Amazonas e os Zoneamentos Ecológico-Econômicos (ZEEs) do Vale do Rio Madeira, da porção central do estado de Roraima e do Distrito Agropecuário da Zona Franca de Manaus. Participou do Mapeamento Geológico-Geotécnico do Traçado do Trem de Alta Velocidade (TAV) e do Mapeamento de Área de Risco Geológico no Município de Nova Friburgo-RJ. Atualmente lotada no Escritório Rio de Janeiro, desenvolve atividades ligadas à coordenação executiva do DEGET, notadamente no Programa Geologia do Brasil – Levantamento da Geodiversidade e Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações. É coautora nos livros “Geodiversidade do Brasil” e “Levantamento da Geodiversidade dos Estados do Amazonas e de Roraima” e autora de diversos trabalhos científicos.

**MARIA ANGÉLICA BARRETO RAMOS** – graduada (1989) em geologia pela Universidade de Brasília (UnB) e mestra (1993) em Geociências pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Ingressou na CPRM/SGB em 1994, onde atuou em mapeamento geológico no Projeto Aracaju ao Milionésimo. Em 1999, no Departamento de Gestão Territorial (DEGET), participou dos projetos Acajutiba-Aporá-Rio Real e Porto Seguro-Santa Cruz Cabralia. Em 2001, na Divisão de Avaliação de Recursos Minerais, integrou a equipe de coordenação do Projeto GIS do Brasil e do Banco de Dados da CPRM/SGB. A partir de 2008 atua como coordenadora executiva do Departamento de Gestão Territorial (DEGET) da CPRM/SGB onde atuou na coordenação de geoprocessamento do Projeto Geodiversidade do Brasil nas escalas 1:2.500.000, 1:1.000.000 e Mapas de Geodiversidade Estaduais. A partir de 2012 integra a equipe de coordenação técnica do Projeto Mapas de Suscetibilidade de Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações e suporte ao Projeto Riscos Geológicos. Também atua em linhas de pesquisa na área de remineralizações de solo e zoneamento agrogeológico em parceria CPRM/UnB/CCPq. Especialista em Modelagem Espacial de Dados em Geociências, ministra cursos e treinamentos em ferramentas de SIG aplicados a projetos da CPRM/SGB. É autora de 35 trabalhos individuais e coautora nos livros “Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil”, “Geodiversidade do Brasil” e “Geodiversidade do Estado da Bahia”. Foi presidenta da Associação Baiana de Geólogos no período de 2005-2007 e vice-presidenta de 2008 a 2009.

**PEDRO AUGUSTO DOS SANTOS PFALTZGRAFF** – graduado (1984) em geologia pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), mestre (1994) na área de Geologia de Engenharia e Geologia Ambiental pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e doutor (2007) em Geologia Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco. Trabalhou, entre 1984 e 1988, em obras de barragens e projetos de sondagem geotécnica na empresa Enge Rio – Engenharia e Consultoria S.A. Entre os anos de 1985-1994 trabalhou como geólogo autônomo. Ingressou na CPRM/SGB em 1994, no cargo de pesquisador em geociências, no Escritório do Rio de Janeiro (DEGET), tendo sido coordenador regional de Geodiversidade do Nordeste no período 2006-2010. Atua em diversos projetos de Geologia de Engenharia, Geologia Ambiental e Geotecnia, e Levantamento e Mapeamento de Riscos Geológicos.

**ROGÉRIO VALENÇA FERREIRA** – geógrafo graduado pela Universidade Federal de Pernambuco (1993), com especialização em Cartografia Aplicada ao Geoprocessamento pela Universidade Federal de Pernambuco (1994), mestrado em Geociências pela Universidade Federal de Pernambuco (1999) e doutorado em Geociências pela Universidade Federal de Pernambuco (2008). Trabalhou no período de 1992 a 2002 no DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, onde atuou na área de geoprocessamento. Ingressou na CPRM – Serviço Geológico do Brasil em 2002; participou, no período de 2002 a 2004, do Projeto Sistema de Informações Geoambientais da Região Metropolitana do Recife. Faz parte da equipe técnica do Departamento de Gestão Territorial onde atua nos projetos Geodiversidade do Brasil e Mapas de

Suscetibilidade a Desastres Naturais, com o tema geomorfologia. Atualmente é o coordenador regional do Projeto Geoparques do Brasil, na área de jurisdição da Superintendência Regional do Recife. Suas principais áreas de atuação são a geomorfologia e conservação do patrimônio geológico-geomorfológico.

**TEREZA CRISTINA BITTENCOURT VILLANUEVA** – geóloga graduada pela Universidade Federal da Bahia (UFBA) (1991), doutora em Hidrogeologia pela Universidade Federal da Bahia (2011), mestra em Geociências pela Universidade Federal de Uberlândia (2004), especialista em Gestão Ambiental pela UNIMINAS (2004) e em Geologia pela Universidade Federal da Bahia (1993). Lecionou entre 1994 e 2004 na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Centro Universitário de Araxá (UNIARAXÁ) e Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). Entre 2005 e 2006 lecionou na Universidade Federal da Bahia (UFBA). Pesquisadora em geociências no Serviço Geológico do Brasil (CPRM) desde fevereiro 2007. Atuou como responsável pelo SIAGAS até 2008. Em 2009, no Departamento de Gestão Territorial, participou dos projetos Geodiversidade do Estado da Bahia e Geoparque de Rio de Contas. Em 2011 e 2012 participou como autora do Projeto Geodiversidade do Estado de Alagoas. Desde 2013 atua na Sede da CPRM em Brasília, participa do Projeto Geokarst, envolvendo análise isotópica, hidroquímica e vulnerabilidade de aquíferos e do projeto PAN Cavernas do São Francisco, como representante da CPRM. Experiência na área de Geologia, com ênfase em Geologia Ambiental, Hidroquímica, Análise Isotópica, Hidrogeologia e Diagnóstico Geoambiental.

**VALTER JOSÉ MARQUES** – graduado (1966) em Geologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e especialização em Petrologia (1979), pela Universidade de São Paulo (USP), e Engenharia do Meio Ambiente (1991), pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Nos primeiros 25 anos de carreira dedicou-se ao ensino universitário, na Universidade de Brasília (UnB), e ao mapeamento geológico na CPRM/SGB, entremendo um período em empresas privadas (Mineração Morro Agudo e Camargo Correa), onde atuou em prospecção mineral em todo o território nacional. Desde 1979, quando retornou à CPRM/SGB, exerceu diversas funções e ocupou diversos cargos, dentre os quais o de Chefe do Departamento de Geologia da CPRM/SGB e o de Superintendente de Recursos Minerais. Nos últimos 24 anos vem se dedicando à gestão territorial, com destaque para o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), sobretudo na Amazônia e nas faixas de fronteira com os países vizinhos, atuando como coordenador técnico de diversos projetos binacionais. Nos últimos 10 anos vem desenvolvendo estudos quanto à avaliação da Geodiversidade para o desenvolvimento regional utilizando técnicas de cenários prospectivos.

**VIOLETA DE SOUZA MARTINS** – graduação em Geologia pela Universidade Federal da Bahia em 1990; mestrado em Metalogênese e Exploração Mineral pelo Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia em 2001. Geóloga da CBPM (Companhia Baiana de Pesquisa Mineral) onde desenvolveu atividades relacionadas ao controle de direitos minerários e projetos de pesquisa e prospecção mineral, 2007-2010. Pesquisadora da FAPEX/PETROBRAS quando integrou a equipe de Geoquímica da Gerência Geral de P&D de Exploração do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello - CENPES/PETROBRAS, 2006-2007. Em 2010, ingressou na CPRM/SGB como pesquisadora em Geociências na SUREG-SA, no Departamento de Geologia e Gestão Territorial - DEGET - GEHTE – GATE – subordinado à Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial, DHT. Trabalhou nos Mapas de Geodiversidade dos estados de Sergipe e Alagoas, entre 2010 e 2012. Integrou em 2012 a equipe de Setorização das Áreas de Risco Alto e Muito Alto do Nordeste. Entre 2013 e 2014 participou do projeto Cartas de Suscetibilidade a Movimentos de Massa e Inundações.

**VITÓRIO ORLANDI FILHO** – geólogo (1967) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Especialização em Sensoriamento Remoto e Fotointerpretação no Panamá e Estados Unidos. De 1970 a 2007 exerceu suas atividades junto à CPRM/SGB, onde desenvolveu projetos ligados a Mapeamento Geológico Regional, Prospecção Mineral e Gestão Territorial. Em 2006 participou da elaboração do Mapa Geodiversidade do Brasil (CPRM/SGB).

## **INFORMAÇÕES AO USUÁRIO E CONTEÚDO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)**

Ao utilizar este DVD-ROM pela primeira vez, o *software* **Adobe Reader**<sup>®</sup> e o **ArcExibe 8.1** serão instalados automaticamente.

### **TÓPICOS ABORDADOS:**

- 1. SISTEMA MÍNIMO NECESSÁRIO**
- 2. O TERMO GEODIVERSIDADE E OS DOMÍNIOS/UNIDADES GEOLÓGICO-AMBIENTAIS**
- 3. ORIGEM DOS DADOS E ORGANIZAÇÃO EM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)**

#### **SISTEMA DE PROJEÇÃO E FORMATO DOS DADOS**

- 3.1 BASES UTILIZADAS**
- 3.2 TEMAS E FONTE DAS INFORMAÇÕES**
- 3.3 DESCRIÇÃO DOS CAMPOS DA TABELA DE ATRIBUTOS E BIBLIOTECA DE DADOS DOS TEMAS**

**3.3.1 Registro Fotográfico (Acervo Fotográfico de Aspectos Gerais e Caracterização das Unidades Geológico-Ambientais)**

**3.3.2 Pontos Geoturísticos**

**3.3.3 Sítios Paleontológicos Cadastrados na Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP)**

**3.3.4 Cavernas Cadastradas na Base de Dados Geoespacializados de Cavidades Naturais Subterrâneas do Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas (CECAV).**

**3.3.5 Suscetibilidade**

**3.3.6 Unidades Geológico-Ambientais (Geodiversidade)**

- 4 VISUALIZAÇÃO DOS DADOS – ARCEXIBE 8.1**
- 5 IMPRESSÃO DO MAPA**
- 6 DIREITOS AUTORAIS**
- 7 SERVIÇO DE ATENDIMENTO AO USUÁRIO (SEUS) DA CPRM/SGB**
- 8 REFERÊNCIAS**

## **1. SISTEMA MÍNIMO NECESSÁRIO**

PC compatível; Celeron<sup>®</sup> 700 MHz; 128 MB de RAM. O sistema roda em aplicativo gerenciador tecnologia ESRI<sup>®</sup> (Environmental Sciences Research Institute) em Windows 2.000, NT, XP ou Vista.

## **2. O TERMO GEODIVERSIDADE E OS DOMÍNIOS/UNIDADES GEOLÓGICO-AMBIENTAIS**

Geodiversidade é o estudo da natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, composições, 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 (CPRM, 2006).

O termo geodiversidade utilizado pela CPRM/SGB contempla a definição dos Domínios e Unidades Geológico-Ambientais e seus compartimentos de relevo que constituem as unidades de análise. Cada unidade foi caracterizada a partir da descrição dos parâmetros relacionados a tectônica de dobramento e fraturamento; aspectos texturais, como isotropia e anisotropia; resistência ao intemperismo físico e químico; grau de coerência; textura do manto de alteração; característica lito-hidroestratigráfica (porosidade e tipo de aquífero), além da caracterização quanto ao padrão de relevo (tipo de forma, intervalos de amplitude topográfica e declividade).quanto ao padrão de relevo (tipo de forma, intervalos de amplitude topográfica e declividade).



### **3. ORIGEM DOS DADOS E ORGANIZAÇÃO EM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)**

#### **3.1. SISTEMA DE PROJEÇÃO E FORMATO DOS DADOS**

Os arquivos constituintes do SIG encontram-se em formato vetorial e *raster*, compatíveis com a escala 1: 250.000.

Os dados utilizados na elaboração do SIG e mapa impresso estão representados no Sistema de Projeções de Coordenadas Geográficas e em Policônica, respectivamente, tendo ambas as referências geodésicas do Elipsoide União Geodésica e Geofísica Internacional (UGGI67), como *datum* planimétrico o World Geodetic System 1984 (WGS84), com latitude de origem 0° e longitude de origem 36° 30' W de Greenwich.

Os arquivos digitais foram submetidos a procedimentos de correção topológica, generalização, apresentando-os através do Programa ArcExibe 8.1 (visualizador da CPRM/SGB, de livre distribuição e disponível neste DVD-ROM), a partir das tabelas tipo dbf, do GeoBank – sistema de banco de dados geológico corporativo da CPRM/SGB (<http://geobank.cprm.gov.br>) - .

#### **3.2. BASES UTILIZADAS**

A base cartográfica digital foi obtida a partir da reclassificação do Mapa Geológico do Estado de Alagoas (CPRM, 2012), escala 1:250.000.

A GERID – Gerência de Relações Institucionais e Desenvolvimento da Superintendência Regional de Salvador – CPRM, realizou o ajuste dos arquivos da base planimétrica na escala 1:250.000, às imagens do Mosaico Geocover 2.000, ortoretificado e georreferenciado segundo o Datum WGS84, de imagens ETM+ do Landsat 7, resultante da fusão das bandas 7, 4, 2 e 8 com resolução espacial de 14, 5 m.

### 3.3. TEMAS E FONTE DAS INFORMAÇÕES

O Mapa Geodiversidade do Estado de Alagoas foi gerado a partir dos SIGs Geologia e Recursos Minerais do Estado, escala 1:250.000 (CPRM, 2012) e do Mapa Geodiversidade do Brasil (CPRM, 2006), escala 1: 2.500.000, além de informações agregadas obtidas por meio de trabalho de campo, consulta bibliográfica e dados de instituições públicas e de pesquisa.

Os temas que compõem o SIG e que deram origem ao mapa, bem como suas respectivas fontes, são os seguintes:

- **Altimetria e declividade** – curva de nível e declividade. **(Curvas)** Elaborado a partir do Modelo Digital do Terreno (MDT), utilizando-se ArcGis 9.3 sobre os dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission).
- **Áreas protegidas e especiais** – Unidades de conservação estadual e federal Quilombolas: Base cartográfica digital, elaborada a partir de arquivos fornecidos pelo SIG Geologia e Recursos Minerais do Estado de Alagoas , 1: 250.000: CPRM (2012).
- **Atrativos geoturísticos** – Cavernas: Base de Dados Geoespacializados de Cavidades Naturais Subterrâneas do Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas (CECAV). Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/cecav>>. Acesso em abr. 2008 – Complexos geoturísticos, geoparques propostos pela CPRM/SGB, pontos de interesse geoturísticos com fotos (gerados por este projeto) (Pastas – Pontos Geoturísticos e Geossítios);
- **Bacias hidrográficas e Rede hidrológica** – denominado pasta de arquivos Favorabilidade hidrogeológica e/ou Rede hidrológica operada por CPRM/SGB e COHIDRO (Gerência de Hidrologia e Gestão Territorial, Superintendência Regional de Salvador): Base de dados CPRM/SGB e da ANA (Agência Nacional de Águas) – situação em 2008.
- **Compartimentos de padrões de relevo** – Elaborados a partir da delimitação dos macrocompartimentos de relevo obtidos por interpretação de imagens SRTM

- **Dados de gás** – Gasodutos: ANP/situação em agosto de 2009.
- **Dados do mar** – batimetria: extraído do projeto Geologia da Plataforma Continental Jurídica Brasileira e Áreas Oceânicas Adjacentes: Dados organizados em Sistema de Informações Geográfica (CPRM, 2008), Cartografia, Direitos do Mar e Geologia (estruturas oceânicas e fácies sedimentares) CPRM (2008).
- **Dados de poços de água. Poços** Base de dados do SIAGAS, CPRM.
- **Desertificação** – Áreas susceptíveis a desertificação (Ministério do Meio Ambiente/SRH/CTC- 2006).
- **Domínios hidrogeológicos:** extraídos do Mapa de Domínios e Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil (CPRM, 2007).
- **Hidrografia** – Rios de margem dupla e simples: Base cartográfica digital, elaborada a partir de arquivos fornecidos pelo SIG Geologia e Recursos Minerais do Estado de Alagoas, 1: 250.000: CPRM (2012).
- **Imagens GeoCover, Relevo Sombreado e SRTM** – Mosaico GEOCOVER (2000), Modelo Digital de Elevação (SRTM) e Relevo Sombreado (resolução de 90 m) com iluminação artificial, declinação de 35° e elevação de 45° (processada no *software* ENVI).
- **Limites administrativos e território da cidadania** – Novo limite estadual na escala 1:250. 000, Base cartográfica digital, elaborada a partir de arquivos fornecidos pela Secretaria de Estado do Planejamento e da Ciência e Tecnologia – SIG Geologia e Recursos Minerais do Estado de Alagoas , 1: 250.000: CPRM (2012).: <http://www.territoriosdacidadania.gov.br>
- **Localidades** – Capital, sede municipal, povoados, aldeias indígenas e área construída: Base cartográfica digital elaborada a partir de arquivos fornecidos pelo SIG Geologia e Recursos Minerais do Estado de Alagoas , 1: 250.000: CPRM (2012).

- **Recursos minerais** – Área de relevante interesse mineral, rochagem, áreas com potencial mineral, área com potencial hidrogeológico, cadastro dos pontos com recursos minerais: SIG Geologia e Recursos Minerais do Estado de Alagoas (CPRM 2006)
- **Registro fotográfico** – Fotos - Acervo fotográfico de aspectos gerais e caracterização das unidades geológico-ambientais: Elaborado pelo projeto.
- **Risco geológico** – (SIG Geodiversidade de Alagoas)
- **Sistema de transporte** – Aeroporto, campo de pouso, portos, rodovias e hidrovias: Modificado a partir da Base Cartográfica Digital elaborada a partir de arquivos fornecidos SIG Geologia e Recursos Minerais do Estado de Alagoas, 1: 250.000: CPRM (2012).
- **Sistema energético** – Aproveitamento hidrelétrico, concessionárias de energia elétrica, distribuidora de energia elétrica (Dados: SIGEL e BIG), linhas de transmissão, pequenas centrais hidrelétricas, potencial hidrelétrico, usinas hidrelétricas e usinas termelétricas. (Fonte: NOS – Operador Nacional do sistema elétrico (SIN – SINDAT, 2006) refinarias, reservatórios de água, unidades produtoras de gás natural. Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico (SIGEL), 2009; Centrais Elétricas Brasileiras (ELETROBRÁS, 2008).
- **Solos** – Arquivos digitais de solos disponibilizado no site do ANA  
<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp>.
- **Suscetibilidade ao Risco** – Elaborado a partir do Mapa Geodiversidade de Alagoas, 1: 250.000: CPRM (2012).
- **Unidades geológico-ambientais e formas de relevo** – Elaborado a partir do agrupamento das unidades geológicas do SIG Geologia e Recursos Minerais do Estado de Alagoas, 1: 250.000: CPRM (2012).

- **Territórios da Cidadania** - Elaborado a partir da seleção de municípios do estado de Alagoas classificados pelo poder público como territórios de cidadania visando o enfrentamento das desigualdades sociais e a promoção do desenvolvimento regional.

**Nota:** Os arquivos *raster* de declividade, Imagens GeoCover e Modelo Digital do Terreno (MDT) foram gerados em formato de 16 *pixel*, incompatível com o ArcExibe 8.1. Porém, esses arquivos estão disponibilizados no Diretório SIG do DVD-ROM para visualização em outros *softwares*, como ArcGis, ENVI etc.

### 3.4. DESCRIÇÃO DOS CAMPOS DA TABELA DE ATRIBUTOS E BIBLIOTECA DE DADOS DOS TEMAS

#### 3.4.1. Registro Fotográfico (Acervo Fotográfico de Aspectos Gerais e Caracterização das Unidades Geológico-Ambientais)

**PONTO:** número do ponto de campo fotografado, em ordem numérica sequencial.

**LONGITUDE, LATITUDE:** coordenadas, em grau decimal, do local fotografado ou do posto do observador, quando o objeto fotografado é distante.

**LOCAL:** nome do local.

**MUNICÍPIO:** nome completo do município.

**UF (Unidade da Federação):** sigla do estado.

**DATA:** data da tomada da fotografia.

**QUANTIDADE:** número de fotografias tiradas no **PONTO**.

**FOTO:** número que relaciona a fotografia à tabela e tem o mesmo número do **PONTO**. Pode vir seguido de outro número, em ordem sequencial, quando há mais de uma fotografia no **PONTO**. Esse campo permite ver as imagens no ArcExibe.

**DESCR\_FO\_1; DESCR\_FO\_2; DES-CR\_FO\_3** (Descrição da fotografia): relato sucinto do que foi fotografado. São três campos que se complementam.

**DESCR\_OU\_1; DESCR\_OU\_2; DESCR\_OU\_3** (Outras descrições): informações sobre o local, mas que não são pertinentes ao registro fotográfico. São três campos que se complementam.

**CHAV\_FO:** palavras-chaves da descrição das fotografias. São indexadores para fazer a pesquisa por tema.

**CHAV\_OU:** palavras-chaves das outras descrições. Têm o mesmo propósito do caso anterior.

**Indexadores utilizados:**

- Atrativos turísticos
- Clima
- Geologia
- Hidrologia
- Problemas ambientais
- Recursos minerais
- Relevo
- Solo
- Unidade de conservação ambiental
- Uso do solo
- Vegetação

**GEO\_REL:** Código da unidade geológico-ambiental + código do relevo. É o campo indexador que liga a tabela aos polígonos do mapa geodiversidade e ao banco de dados.

**OBSERVAÇÃO:** Outras informações.

### **3.4.2. Pontos Geoturísticos**

**PONTO:** número do ponto de cadastro do atrativo geoturístico, em ordem sequencial.

**LONGITUDE, LATITUDE:** coordenada, em grau decimal, do local do atrativo ou do posto do observador, quando o objeto fotografado é distante.

**LOCAL:** nome do local.

**MUNICÍPIO:** nome completo do município.

**UF (Unidade da Federação):** sigla do estado.

**FOTO:** número que relaciona a fotografia à tabela e tem o mesmo número do **PONTO**. Pode vir seguido de outro número, em ordem sequencial, quando há mais de uma fotografia no **PONTO**.

Esse é o campo que permite ver as imagens no ArcExibe.

**DESCR\_1; DESCR\_2; DESCR\_3:** descrição sucinta do atrativo geoturístico. São três campos que se complementam.

**NOME:** nome do atrativo.

**TIPO:** classificação do atrativo geoturístico em:

- Arquipélago
- Corredeira
- Piscinas naturais
- Cachoeira
- Beleza cênica
- Formas erosivas
- Sumidouro
- Registro paleontológico
- Registro arqueológico
- Potencial sítio geológico, geomineiro, geomorfológico e espeleológico.

**CRÉDITO\_FO:** crédito de autoria da fotografia, quando for o caso.

**FONTE:** citação bibliográfica ou outras, quando for o caso.

**OBSERVAÇÃO:** outras informações.

### **3.4.3. Cavernas Cadastradas na Base de Dados Geoespacializados de Cavidades Naturais Subterrâneas do CECAV**

**ESTADO:** sigla do estado.

**MUNICÍPIO:** nome do município

**CNC\_SBE:** código de identificação da base do CECAV.

**CODEX:** código de identificação da base do CECAV.

**NOME:** nome da caverna.

**LOCALIDADE:** nome do local onde se situa a caverna.

**LAT\_DD, LONG\_DD:** Latitude e longitude, em grau decimal, do local da caverna.

**LITOLOGIA:** nome da rocha onde se desenvolve a caverna.

.

#### **3.4.4. Suscetibilidade**

**SIGLA\_UNID – SIGLA DA UNIDADE:** identidade única da unidade litoestratigráfica. É o campo de chave primária que liga a tabela aos polígonos do mapa.

**NOME\_UNIDA – NOME DA UNIDADE:** denominação formal ou informal da unidade litoestratigráfica.

**COD\_DOM – CÓDIGO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL:** sigla dos domínios geológico-ambientais.

**DOMINIO – DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL:** reclassificação da geologia pelos grandes domínios geológicos.

**COD\_UNIGEO – CÓDIGO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL:** sigla da unidade geológico-ambiental.

**UNIGEO – DESCRIÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL:** as unidades geológico-ambientais foram agrupadas com características semelhantes do ponto de vista da resposta ambiental, a partir da subdivisão dos domínios geológico-ambientais.



**SUSCETIBILIDADE – Fatores de suscetibilidade ao risco geológico que foram discriminados a partir da delimitação dos domínios geoambientais, litologias, formas de relevo, solos e atributos climáticos subdivididos em;**

- Áreas com suscetibilidade baixa a média à escorregamentos; muito baixa suscetibilidade a queda de blocos e deslocamentos; alta a muito alta suscetibilidade a erosão; potencial a inundações; vulnerabilidade variável à contaminação.
- Áreas com suscetibilidade média a alta à escorregamentos e corridas de lama; média a alta a trincamentos e abatimentos; alta suscetibilidade a erosão hídrica e alta vulnerabilidade à contaminação; alta suscetibilidade a erosão costeira. Potencial a inundações.
- Áreas com alto potencial erosivo; potencial a liquefação; alta suscetibilidade a escorregamentos; alta vulnerabilidade de contaminação.
- Áreas favoráveis a que ocorram movimentos naturais de massa incluindo rolamento de blocos e matacões.
- Áreas com litologias bastante percolativas com propensão a movimentos de massa, as desestabilizações em taludes de corte e a processos erosivos.
- Áreas com suscetibilidade baixa à escorregamentos; suscetibilidade média a alta a queda de blocos e deslocamentos;.potencial médio a alto à processos de colapso e expansão; baixa suscetibilidade a erosão; vulnerabilidade variável a contaminação;
- Áreas com alto potencial a deslocamentos e queda de blocos; suscetibilidade média a alta a escorregamentos; suscetibilidade média a alta a processos erosivos; potencial a ocorrência de fenômenos cársticos; vulnerabilidade a contaminação.

- Áreas com suscetibilidade média a alta a escorregamentos e rastejo; potencial médio a queda de blocos e deslocamentos; suscetibilidade média a alta a erosão; vulnerabilidade baixa a contaminação.
- Áreas com suscetibilidade baixa a média a escorregamentos e rastejo; potencial muito baixo a baixo a queda de blocos e deslocamentos; suscetibilidade média a erosão; vulnerabilidade baixa a contaminação.
- Áreas com suscetibilidade muito alta a escorregamentos e rastejo; potencial alto a queda de blocos e deslocamentos; suscetibilidade média a erosão; vulnerabilidade baixa a contaminação.
- Áreas com suscetibilidade média a escorregamentos e rastejo; potencial baixo a médio a queda de blocos e deslocamentos; suscetibilidade média a alta a erosão; vulnerabilidade baixa a contaminação.
- Áreas sujeitas à desertificação com substrato rochoso irregular com blocos e matacões em meio aos solos desestabilizando fundações de obras.

#### **3.4.5. Unidades Geológico-Ambientais (Geodiversidade)**

**SIGLA\_UNID** – SIGLA DA UNIDADE: identidade única da unidade litoestratigráfica. É o campo de chave primária que liga a tabela aos polígonos do mapa.

**NOME\_UNIDA** – NOME DA UNIDADE: denominação formal ou informal da unidade litoestratigráfica.

**HIERARQUIA**: hierarquia à qual pertence a unidade litoestratigráfica.

**LITOTIPO1:** litotipos que representam mais de 10% da unidade litoestratigráfica, ou com representatividade não determinada.

**LITOTIPO2:** litotipos que representam menos que 10% da unidade litoestratigráfica.

**CLASSE\_ROC** – CLASSE DA ROCHA: classe dos litotipos que representam mais de 10% da unidade litoestratigráfica, ou com representatividade não determinada.

**COD\_DOM** – CÓDIGO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL: sigla dos domínios geológico-ambientais.

**DOMINIO** – DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL: reclassificação da geologia pelos grandes domínios geológicos.

**COD\_UNIGEO** – CÓDIGO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL: sigla da unidade geológico-ambiental.

**UNIGEO** – DESCRIÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL: as unidades geológico-ambientais foram agrupadas com características semelhantes do ponto de vista da resposta ambiental, a partir da subdivisão dos domínios geológico-ambientais.

**DEF\_TEC:** DEFORMAÇÃO TECTÔNICA/DOBRAMENTOS

**Biblioteca**

Ausente

Não dobrada

Pouco a moderadamente dobrada

Intensamente dobrada

**CIS\_FRAT:** TECTÔNICA FRATURAMENTO (Juntas e Falhas)/CISALHAMENTO

**Biblioteca**

Não fraturada

Pouco a moderadamente fraturada

Intensamente fraturada

Zonas de cisalhamento

**TIPO\_DEF - TIPO DE DEFORMAÇÃO**

**Biblioteca**

Não se aplica

Deformação rúptil

Deformação dúctil/rúptil

Deformação rúptil/dúctil

Deformação dúctil

**COMP\_REOL - CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS (Comportamento frente aos esforços mecânicos)**

**Biblioteca**

Isotrópico – Caso dos Granitos com granulação e textura homogênea

Anisótropico – Caso das Unidades formadas por diversas litologias e/ou deformações heterogêneas.

**ASPECTO: ASPECTOS TEXTURAIS E ESTRUTURAIS**

**Biblioteca**

Isotrópica

Anisotrópica indefinida

Anisotrópica Estratificada

Anisotrópica Estratificada/Biogênica

Anisotrópica Maciça/Vesicular

Anisotrópica Maciça/Acamadada

Anisotrópica Maciça/Laminada

Anisotrópica Acamadada

Anisotrópica Acamadada/Filitosa

Anisotrópica Acamadada/Xistosa

Anisotrópica Xistosa/Maciça

Anisotrópica Filitosa/Xistosa

Anisotrópica Acamadamento magmático

Anisotrópica Gnáissica

Anisotrópica Bandada

Anisotrópica Concrecional

Anisotrópica Concrecional/Nodular

Anisotrópica Biogênica

Anisotrópica com estruturas de dissolução

Anisotrópica com estruturas de colapso

**INTEMP\_F** – RESISTÊNCIA AO INTEMPERISMO FÍSICO: dedução feita a partir da análise da composição mineral principal da rocha ou das rochas que sustentam a unidade geológica.

**Biblioteca**

- Para um tipo de litologia que sustenta a unidade geológica ou complexos plutônicos de várias litologias:

Baixa

Moderada a alta

- Se forem várias litologias:

Baixa a moderada na vertical

Baixa a alta na vertical

Baixa a alta na horizontal e na vertical

**INTEMP\_Q – RESISTÊNCIA AO INTEMPERISMO QUÍMICO:** dedução feita a partir da análise da composição mineral principal da rocha ou das rochas que sustentam a unidade geológica.

**Biblioteca**

- Para um tipo de litologia que sustenta a unidade geológica ou complexos plutônicos de várias litologias.

Baixa

Moderada a alta

Não se aplica

- Se forem várias litologias:

Baixa a moderada na vertical

Baixa a alta na vertical

Baixa a alta na horizontal e na vertical

**GR\_COER: GRAU DE COERÊNCIA**

Resistência ao corte e à penetração, baseado na tabela de resistência à compressão uniaxial e classes de alteração (VAZ, 1996).

**Biblioteca**

- Para um tipo de litologia que sustenta a unidade geológica ou complexos plutônicos de várias litologias:

Muito brandas

Brandas

Médias

Duras

Muito brandas a duras

- Se forem vários litotipos:

Variável na horizontal

Variável na vertical

Variável na horizontal e vertical

Não se aplica

**TEXTURA** – CARACTERÍSTICAS DO MANTO DE ALTERAÇÃO (solo residual): dedução feita a partir da análise da composição mineral principal das rochas.

**Biblioteca**

Predominantemente arenoso

Predominantemente argiloso

Predominantemente argilo-siltoso

Predominantemente argilo-siltico-arenoso

Variável de arenoso a argilo-siltoso

Predominantemente siltoso

Não se aplica

**PORO\_PRI** – POROSIDADE PRIMÁRIA: relacionada ao volume de vazios sobre o volume total da rocha (baseado na Tabela de Porosidade Total dos Diversos Materiais Rochosos – vide Capítulo 12).

**Biblioteca**

- Para um tipo de litologia que sustenta a unidade geológica:

Baixa – (0 a 15%)

Moderada – (15 a 30%)

Alta – >30%

- Para várias litologias que sustentam a unidade geológica:

Variável (0 a >30%)

**LITO\_HIDRO**: Característica da unidade lito-hidrogeológica

**Biblioteca**

Granular

Fissural

Granular/fissural

Cárstico

Não se aplica

**COD\_REL** – CÓDIGO DOS COMPARTIMENTOS DE RELEVO: sigla para a divisão dos macrocompartimentos de relevo.

**RELEVO** – MACROCOMPARTIMENTO DE RELEVO: descrição dos macrocompartimentos de relevo.

**DECLIVIDAD** – DECLIVIDADE: intervalo de declividades dos compartimentos de relevo.

**AMPL\_TOPO** – AMPLITUDE: amplitudes topográficas.

**GEO\_REL** – CÓDIGO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL + CÓDIGO DO RELEVO: sigla da nova unidade geológico-ambiental, fruto da composição da unidade geológica com o relevo.

É o campo indexador que liga a tabela aos polígonos do mapa e ao banco de dados. É formada pelo campo COD\_UNIGEO + COD\_REL.

**Biblioteca** do COD\_REL, RELEVO, DECLIVIDADE e AMPLITUDE.

<b>COD_REL</b>	<b>Relevo</b>	<b>Declividade</b>	<b>Amplitude (m)</b>
R1a	Planícies fluviais ou fluviolacustres	0 a 3°	Zero
R1b1	Terraços fluviais	0 a 3°	2 a 20
R1b2	Terraços lagunares	0 a 3°	2 a 20
R1b3	Terraços marinhos	0 a 5°	Até 20
R1c	Vertentes recobertas por depósitos de encosta	5 a 45°	Variável
R1c1	Leques aluviais	0 a 3°	2 a 10
R1d	Planícies fluviomarinhas	Plano – 0°	Zero
R1e	Planícies costeiras	0 a 5°	2 a 20



R1f	Campo de dunas	3 a 30°	Até 40
R1f2	Campos de Loess	0 a 5°	2 a 20
R1g	Recifes	Plano – 0°	Zero
R2a1	Tabuleiros	0 a 3°	20 a 50
R2a2	Tabuleiro dissecado	0 a 25°	20 a 50
R2b1	Baixos platôs	2 a 5°	0 a 20
R2b2	Baixos platôs dissecados	2 a 25°	20 a 50
R2b3	Planaltos	2 a 5°	20 a 50
R2c	Chapadas e platôs	0 a 5°	0 a 20
R3a1	Superfícies aplainadas conservadas	0 a 5°	0 a 10
R3a2	Superfícies aplainadas retocadas ou degradadas	0 a 5°	10 a 30
R3b	<i>Inselbergs</i> e outros relevos residuais	25 a 45°	50 a 500
R4a1	Domínio de colinas amplas e suaves	3 a 10°	20 a 50
R4a2	Domínio de colinas dissecadas e de morros baixos	5 a 20°	30 a 80
R4a3	Domos em estrutura elevada	3 a 10°	50 a 200
R4b	Domínio de morros e de serras baixas	15 a 35°	80 a 200
R4c	Domínio montanhoso	25 a 45°	300 a 2.000
R4d	Escarpas serranas	25 a 60°	300 a 2.000
R4e	Degraus estruturais e rebordos erosivos	10 a 25°	50 a 200
R4f	Vales encaixados	10 a 45°	100 a 300

Fonte: DANTAS ( 2013).

#### **4. VISUALIZAÇÃO DOS DADOS – ARCEXIBE 8.1**

Objetivando permitir ao usuário do presente projeto a realização de algumas tarefas de geoprocessamento, manipulação dos arquivos e pesquisas, de forma gratuita, sem necessidade de outro *software* ou bibliotecas adicionais, a CPRM/SGB criou o programa ArcExibe.

O programa ArcExibe é um conjunto de rotinas desenvolvidas em *object* Pascal, compiladas em ambiente Delphi®, utiliza bibliotecas de livre distribuição Map Objects LT ESRI® e funções do programa Exibe do Sistema Geoexp.

O ambiente é amigável, fácil e bastante portátil. Através dele, o usuário pode ler e exibir arquivos *shapefile* (formato ESRI® - ArcGis), assim como imagens georreferenciadas tif, bmp, Mr.sid e jpg. O programa oferece uma ferramenta de ajuda localizada na barra de menu para auxiliar o usuário no manuseio do programa.

É possível visualizar e pesquisar as informações temáticas geradas pelo projeto no próprio DVD-ROM ou ainda transferir o conteúdo do SIG, presente no DVD-ROM, para o disco interno do computador e criar projetos de interesse específico, inclusive com a possibilidade de adição de novos temas.

#### **5. IMPRESSÃO DO MAPA**

Os arquivos para impressão do Mapa Geodiversidade do Estado de Alagoas encontram-se no formatos \*.pdf.

Foi gerado um arquivo contendo o mapa completo, com legenda e cartogramas, com dimensão 2,500 x 900 mm.

Para imprimir os mapas no formato PDF, faz-se necessário configurar o tamanho da folha da plotadora para as dimensões retromencionadas.

## **6. DIREITOS AUTORAIS**

Todos os direitos autorais pertencem à Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB) e aos autores desta obra. Conquanto os dados digitais advenham de procedimentos adotados internacionalmente, a CPRM/SGB não se responsabiliza pelos efeitos da má utilização mecânica ou de manuseio dos dados pelo usuário. Em síntese, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB) não se responsabiliza por qualquer perda ou dano que a utilização deste DVD-ROM possa causar.

## **7. SERVIÇO DE ATENDIMENTO AO USUÁRIO (SEUS) DA CPRM/SGB**

Para solicitações, dúvidas e esclarecimentos, utilizar o Serviço de Atendimento ao Usuário (SEUS) ou contatar o responsável técnico do projeto.

### **Endereço para contato**

Avenida Pasteur, 404 – Urca – Rio de Janeiro – RJ – CEP: 22290-240

Telefone: (21) 2295-5997 – Fax: (21) 2295-5897

seus@cprm.gov.br

<http://www.cprm.gov.br>

### **Coordenador geral**

Departamento de Gestão Territorial – Jorge Pimentel

e-mail: [jorge.pimentel@cprm.gov.br](mailto:jorge.pimentel@cprm.gov.br)

## 8. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Sistema de Informação Hidrológica-Hidroweb**. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: maio 2011. A operação de redes hidrometeorológicas, telemétricas, de qualidade de água e sedimentométricas, bem como monitoramento de níveis em açudes é feita pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil.

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico -SIGEL**. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://sigel.aneel.gov.br/sigel.html>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

AGENCIA NACIONAL DE PETRÓLEO. Relação dos gasodutos de transporte autorizados, em licenciamento ambiental e de transferência em processo de conversão para gasodutos de transporte. Brasília, 2009. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=73850&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&1447940565001>>. Acesso em: 10 mar. 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação no Brasil**. Brasília: SRH/CTC, 2007.

BRASIL. Portal da Cidadania. **Base cartográfica digital do Portal da Cidadania**. Disponível em: <<http://www.territoriosdacidadania.gov.br>>. Acesso em: 02 ago. 2011.

CECAV. **Base de Dados Geoespacializados de Cavidades Naturais Subterrâneas do Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas (CECAV)**. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/cecav>>. Acesso em: 12 abr. 2010.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa geodiversidade do Brasil**: escala 1:2.500.000: legenda expandida. Influência da geologia dos grandes geossistemas no uso e ocupação dos terrenos. Brasília: CPRM, 2006. 68 p. Inclui 1 CD-ROM.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa de domínios e subdomínios hidrogeológicos do Brasil**: águas subterrâneas. Sistema de Informações Geográficas - SIG. Rio de Janeiro: CPRM, 2007. 1 CD-ROM, Escala 1:2.500.000.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **SIAGAS**: sistemas de informações de águas subterrâneas. [S.l.]: CPRM, 2007. Disponível em: <<http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/index.php>>. Acesso em: 10 mar. 2011.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Geologia da plataforma continental jurídica brasileira e áreas oceânicas adjacentes**: dados organizados em Sistema de Informação Geográfica. Brasília, DF: CPRM, 2008. 1 DVD. Programa Geologia do Brasil; Sistema de Informação Geográfica -SIG.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **GEOBANK**: banco de dados. Salvador: CPRM, 2010. Disponível em: <<http://geobank.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2011.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Mapa Geológico do Estado de Alagoas**. [S.l.]: CPRM, 2012.

DANTAS, M. E. (2013). Biblioteca de relevo do território brasileiro. In: BANDEIRA, I. C.

N. (Org.) **Geodiversidade do estado do Maranhão**. Teresina: CPRM. p. 133-140.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS. **Sistema de Informações Geográficas Cadastrais do SIN – SINDAT**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://aplicsindat.ons.org.br/sindat/>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

VAZ, L.F. Classificação genética dos solos e dos horizontes de alteração de rocha em regiões tropicais. **Solos e Rochas**, v.19, n.2, p.117-136, 1996.

## REFERÊNCIAS CONSULTADAS

IBGE. **Base Cartográfica Integrada Digital do Brasil ao Milionésimo**. Disponível em: <[FTP://geoftp.ibge.gov.br/mapas/Carta\\_Internacional\\_ao\\_Molionesimo](FTP://geoftp.ibge.gov.br/mapas/Carta_Internacional_ao_Molionesimo)>. Acesso em: 11 nov. 2011.

# GEODIVERSIDADE DO ESTADO DE ALAGOAS

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL  
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

Geodiversidade do Estado de Alagoas é um produto concebido para oferecer aos diversos segmentos da sociedade alagoana uma tradução do atual conhecimento geocientífico da região, com vistas ao planejamento, aplicação, gestão e uso adequado do território. Destina-se a um público-alvo variado, desde empresas de mineração, passando pela comunidade acadêmica, gestores públicos estaduais e municipais, sociedade civil e ONGs.

Dotado de uma linguagem voltada para múltiplos usuários, o mapa compartimenta o território alagoano em unidades geológico-ambientais, destacando suas limitações e potencialidades frente a agricultura, obras civis, utilização dos recursos hídricos, fontes poluidoras, potencial mineral e geoturístico.

Nesse sentido, com foco em fatores estratégicos para a região, são destacadas Áreas de Relevante Interesse Mineral (ARIM), Potenciais Hidrogeológico e Geoturístico, Riscos Geológicos aos Futuros Empreendimentos, dentre outros temas do meio físico, representando rico acervo de dados e informações atualizadas e constituindo valioso subsídio para a tomada de decisão sobre o uso racional e sustentável do território nacional.

Geodiversidade é o estudo do meio físico constituído por ambientes diversos e rochas variadas que, submetidos a fenômenos naturais e processos geológicos, dão origem às paisagens, ao relevo, outras rochas e 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, parâmetros necessários à preservação responsável e ao desenvolvimento sustentável.

ISBN 978-85-7499-158-0



9 788574 991580



## SEDE

Setor Bancário Norte - SBN - Quadra 02, Asa Norte Bloco H  
Edifício Central - Brasília - Brasília - DF • 70040-904  
Fone: 61 2108-8400 • Fax: 61 3225-3985

## Escritório Rio de Janeiro - ERJ

Av. Pasteur, 404 - Urca  
Rio de Janeiro - RJ • 22290-255  
Fone: 21 2295-5337 • 21 2295-5382  
Fax: 21 2542-3647

## Presidência

Fone: 21 2295-5337 • 61 2108-8446  
Fax: 21 2542-3647 • 61 2108-8459

## Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial

Fone: 21 2295-8248 • Fax: 21 2295-5804

## Departamento de Gestão Territorial

Fone: 21 2295-6147 • Fax: 21 2295-8094

## Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Fone: 21 2295-5837 • 61 2108-8457  
Fax: 21 2295-5947 • 61 3323-6600

## Superintendência Regional de Salvador

Avenida Ulysses Guimarães, 2862 - Sussuarana  
Centro Administrativo da Bahia - Salvador - BA • 41213-000  
Fone: 71 3230-0025 • Fax: 71 3371-4005

## Assessoria de Comunicação

Fone: 61 2018-8400  
asscomdf@cprm.gov.br

## Divisão de Marketing e Divulgação

Fone: 31 3878-0372  
marketing@cprm.gov.br

## Ouvidoria

Fone: 21 2295-4697 • Fax: 21 2295-0495  
ouvidoria@cprm.gov.br

## Serviço de Atendimento ao Usuário - SEUS

Fone: 21 2295-5997 • Fax: 21 2295-5897  
seus@cprm.gov.br

[www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)  
2016

**PAC** PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO