

# GEODIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL  
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE



2010







# **GEODIVERSIDADE DO ESTADO DO MATO GROSSO**

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL  
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

## **CASA CIVIL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA**

Ministra-Chefe Dilma Rousseff

## **MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

### **SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

#### **MINISTRO DE ESTADO**

Edison Lobão

#### **SECRETÁRIO EXECUTIVO**

Márcio Pereira Zimmermann

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

Cláudio Scliar

## **CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**

### **CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO**

#### **Presidente**

Giles Carriconde Azevedo

#### **Vice-Presidente**

Agamenon Sergio Lucas Dantas

#### **Conselheiros**

Benjamim Bley de Brito Neves

Cláudio Scliar

Luiz Gonzaga Baião

Jarbas Raimundo de Aldano Matos

## **DIRETORIA EXECUTIVA**

### **Diretor-Presidente**

Agamenon Sergio Lucas Dantas

### **Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial**

José Ribeiro Mendes

### **Diretor de Geologia e Recursos Minerais**

Manoel Barretto da Rocha Neto

### **Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento**

Fernando Pereira de Carvalho

### **Diretor de Administração e Finanças**

Eduardo Santa Helena da Silva

## **SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE GOIÂNIA**

### **Superintendente**

Maria Abadia Camargo

### **Gerência de Hidrologia e Gestão Territorial**

Cíntia Vilas Boas

### **Supervisão de Gestão Territorial**

Tomaz Edson de Vasconcelos

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

# **GEODIVERSIDADE DO ESTADO DO MATO GROSSO**

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL  
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

ORGANIZAÇÃO

Juliana Maceira Moraes

Goiânia, Brasil

2010

## CRÉDITOS TÉCNICOS

### LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE DO ESTADO DO MATO GROSSO

#### COORDENAÇÃO NACIONAL

##### Departamento de Gestão Territorial

Cássio Roberto da Silva

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

Maria Angélica Barreto Ramos  
Maria Adelaide Mansini Maia

##### Execução Técnica

Juliana Maceira Moraes  
Dario Dias Peixoto  
Said Abdalla

##### Organização do Relatório Técnico da Geodiversidade do Estado do Mato Grosso

Juliana Maceira Moraes

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

Juliana Maceira Moraes

##### Apoio Banco de Dados, SIG e Desenvolvimento da Base Geodiversidade Divisão de Geoprocessamento (DIGEOP)

João Henrique Gonçalves  
Antônio Rabello Sampaio  
Leonardo Brandão Araújo  
Elias Bernard da Silva do Espírito Santo  
Patricia Duringer Jacques  
Gabriela Figueiredo de Castro Simão

##### Colaboração

Ana Claudia Viero  
Ângela Maria de Godoy Theodorovicz  
Antonio Theodorovicz  
Edgar Shinzato  
Jamilo Thomé Filho  
Jorge Pimentel  
Léo Teixeira  
Luiz Carlos Mello  
Marcelo Eduardo Dantas  
Marcelo Esteves de Almeida  
Mônica Mazzini Perrotta  
Nelize Lima dos Santos (estagiária)  
Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff  
Regina Célia Gimenez Armesto  
Sandra Fernandes da Silva  
Thiago de Paula Feijó  
Wilson Wildner  
Valter José Marques  
Vítório Orlandi Filho

##### Revisão Linguística

André Luis de Oliveira Mendonça

##### Projeto Gráfico/Editoração/Multimídia

##### Departamento de Relações Institucionais (DERID) Divisão de Marketing e Divulgação (DIMARK) (padrão capa/embalagem)

Ernesto von Sperling  
José Marcio Henriques Soares  
Traço Leal Comunicação

##### Departamento de Apoio Técnico (DEPAT) Divisão de Editoração Geral (DIEDIG) (projeto de editoração/diagramação)

Valter Alvarenga Barradas  
Andréia Amado Continentino  
Agmar Alves Lopes

##### (supervisão de editoração)

Andréia Amado Continentino

##### Superintendência Regional de Goiânia (SUREG-GO)

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

Cristiane de Lima Pereira

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

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

Maria Tereza da Costa Dias  
Aldenir Justino de Oliveira

##### Superintendência Regional de São Paulo (SUREG-SP)

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

Marina das Graças Perin

---

#### FOTOS DA CAPA:

1. Atrativo geoturístico: paredão de arenito vermelho - Chapada dos Guimarães.
  2. Atrativo geoturístico: cachoeira da Martinha - Chapada dos Guimarães.
  3. Agricultura: cultivo extensivo de algodão.
  4. Recursos hídricos: rio Xingú - Nordeste do estado.
- 

Moraes, Juliana Maceira.

Geodiversidade do estado do Mato Grosso / Organização  
Juliana Maceira Moraes. – Goiânia: CPRM, 2010.  
111 p.; 30 cm + 1 DVD-ROM

Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade.

1. Geodiversidade – Brasil – Mato Grosso. 2. Meio ambiente – Brasil – Mato Grosso. 3. Planejamento territorial – Brasil – Mato Grosso. 4. Geologia ambiental – Brasil – Mato Grosso. I. Título.

CDD 551.098172

# APRESENTAÇÃO

Uma das realizações mais marcantes da atual gestão do Serviço Geológico do Brasil, em estreita sintonia com a Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do Ministério de Minas e Energia (SGM/MME), tem sido a consolidação do conceito de **geodiversidade** e, conseqüentemente, do desenvolvimento de métodos e tecnologia para geração de um produto de altíssimo valor agregado, que rompe o estigma de uso exclusivo das informações geológicas por empresas de mineração.

A primeira etapa no caminho dessa consolidação foi a elaboração do Mapa Geodiversidade do Brasil (escala 1:2.500.000), que sintetiza os grandes geossistemas formadores do território nacional. Além de oferecer à sociedade uma ferramenta científica inédita de macroplanejamento do ordenamento territorial, o projeto subsidiou tanto a formação de uma cultura interna com relação aos levantamentos da geodiversidade quanto os aperfeiçoamentos metodológicos.

A receptividade ao Mapa Geodiversidade do Brasil, inclusive no exterior, mostrando o acerto da iniciativa, incentivou-nos a dar prosseguimento à empreitada, desta feita passando aos mapas de geodiversidade estaduais, considerando que nos últimos cinco anos o Serviço Geológico atualizou a geologia e gerou sistemas de informações geográficas de vários estados brasileiros.

É nesse esforço que se insere o **LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE DO ESTADO DO MATO GROSSO** aqui apresentado. Trata-se de um produto concebido para oferecer aos diversos segmentos da sociedade mato-grossense uma tradução do conhecimento geológico-científico estadual, com vistas a sua aplicação ao uso adequado do território. Destina-se a um público-alvo variado, desde empresas mineradoras tradicionais, passando pela comunidade acadêmica, gestores públicos da área de ordenamento territorial e gestão ambiental, organizações não-governamentais até a sociedade civil.

Dotado de uma linguagem de compreensão universal, tendo em vista seu caráter multiuso, o produto compartimenta o território mato-grossense em unidades geológico-ambientais, destacando suas limitações e potencialidades, considerando-se a constituição litológica da supraestrutura e da infraestrutura geológica. São abordadas, também: características geotécnicas; coberturas de solos; migração, acumulação e disponibilidade de recursos hídricos; vulnerabilidades e capacidades de suporte à implantação de diversas atividades antrópicas dependentes dos fatores geológicos; disponibilidade de recursos minerais essenciais ao desenvolvimento social e econômico do estado. Nesse particular, em função de fatores estratégicos, são propostas Áreas de Relevante Interesse Mineral (ARIMs), constituindo-se em valioso subsídio às tomadas de decisão conscientes sobre o uso do território.

O Mapa Geodiversidade do Estado do Mato Grosso foi gerado a partir dos SIGs do Mapa Geológico do Estado do Mato Grosso (2004), escala 1:500.000, e do Mapa Geodiversidade do Brasil (2006), escala 1:2.500.000, bem como de informações agregadas obtidas por meio de trabalho de campo, consulta bibliográfica e dados de instituições públicas e de pesquisa.

As informações técnicas produzidas pelo levantamento da Geodiversidade do Estado do Mato Grosso – 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, e em formato impresso e digital (DVD-ROM), para distribuição ao público em geral.

Com este lançamento, o Serviço Geológico do Brasil dá mais um passo fundamental, no sentido de firmar os mapas de geodiversidade como produtos obrigatórios de agregação de valor aos mapas geológicos, na certeza de conferir às informações geológicas uma inusitada dimensão social, que, em muito, transcende sua reconhecida dimensão econômica. E, como tal, permite maior inserção dos temas geológicos nas políticas públicas governamentais, a bem da melhoria da qualidade de vida da população brasileira.

Agamenon Sergio Lucas Dantas

Diretor-Presidente

CPRM/Serviço Geológico do Brasil

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>09</b>
Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff, Luiz Moacyr de Carvalho, Maria Angélica Barreto Ramos	
<b>2. METODOLOGIA E ESTRUTURAÇÃO DA BASE DE DADOS EM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
Maria Angélica Barreto Ramos, Marcelo Eduardo Dantas, Antônio Theodorovicz, Valter José Marques, Vítório Orlandi Filho, Maria Adelaide Mansini Maia, Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff	
<b>3. GEODIVERSIDADE: ADEQUABILIDADES/POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES FRENTE AO USO E À OCUPAÇÃO .....</b>	<b>29</b>
Juliana Maceira Moraes	
<b>4. PANORAMA DA PESQUISA E DO POTENCIAL PETROLÍFERO .....</b>	<b>63</b>
Kátia da Silva Duarte, Bernardo Faria de Almeida, Antenor de Faria Muricy Filho, Cintia Itokazu Coutinho, Luciene Pedrosa	
<b>5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>73</b>
Juliana Maceira Moraes	
<b>APÊNDICES</b>	
<b>I – UNIDADES GEOLÓGICO-AMBIENTAIS DO TERRITÓRIO BRASILEIRO</b>	
<b>II – BIBLIOTECA DE RELEVO DO TERRITÓRIO BRASILEIRO</b>	
<b>NOTA SOBRE OS AUTORES</b>	



# 1

## INTRODUÇÃO

Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff (*pedro.augusto@cprm.gov.br*)

Luiz Moacyr de Carvalho (*moacyr.carvalho@cprm.gov.br*)

Maria Angélica Barreto Ramos (*angelica.barreto@cprm.gov.br*)

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

### SUMÁRIO

Geodiversidade .....	11
Aplicações .....	12
Referências .....	13



## GEODIVERSIDADE

O planeta Terra se comporta como um sistema vivo, por meio de um conjunto de grandes engrenagens que se movimenta, que se modifica, 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 e no 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 que os seres que se assentam sobre ele. Partindo dessa afirmação, são mais antigos e conhecidos o termo e o conceito de biodiversidade que os referentes a **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 a “biodiversidade”, já que havia necessidade de um termo que englobasse os elementos não-bióticos do meio natural (SERRANO e RUIZ FLAÑO, 2007). 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 (ROJAS citado por SERRANO e RUIZ FLAÑO, 2007, p. 81).

Em 1997, Eberhard (citado por SILVA et al, 2008a, p. 12) 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”. 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 faz 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 culturas.*

Em 2007, Galopim de Carvalho, 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 activos 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 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*.

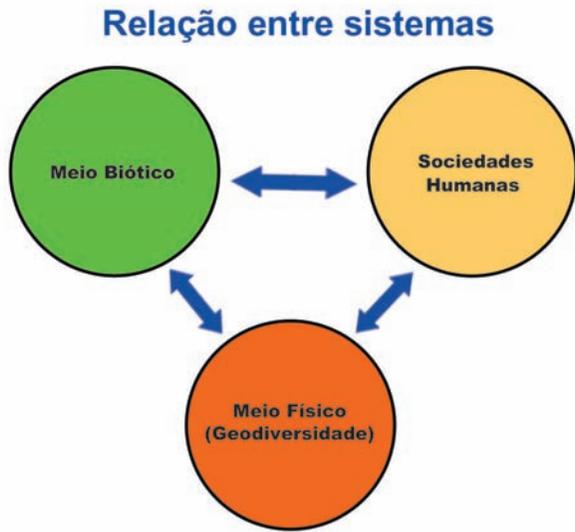
A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB) define geodiversidade como:

*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).*

Já autores como Xavier da Silva e Carvalho Filho (citados por SILVA et al., 2008a, p. 12) 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, p. 12):

*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.

## APLICAÇÕES

O conhecimento da geodiversidade nos leva a identificar, de maneira mais segura, 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 (Figura 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 e relevo ondulado, o que seria possível fazer para promover o seu aproveitamento econômico?

O conhecimento da geodiversidade de uma região implica o conhecimento de suas rochas, portanto, nesse caso específico, a rocha, constituindo-se em um granitóide, mostraria aptidões para aproveitamento do material como rocha ornamental ou brita para construção civil em áreas próximas. O relevo ondulado e a pouca espessura do solo (Figura 1.3) seriam outros fatores para auxiliar no desenvolvimento dessa atividade. Deve-se considerar, ainda, que, se essa rocha possuir alto grau de fraturamento, é provável que se soltem blocos, tornando arriscada a ocupação de áreas próximas a essas ocorrências.



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



**Figura 1.3:** Morro em rocha cristalina (MT).

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 construção civil. Os grandes rios também possuem alto potencial turístico e são amplamente utilizados para pesca esportiva e lazer, principalmente nos períodos secos, quando formam praias devido ao baixo nível de suas águas (Figura 1.4).



**Figura 1.4:** Rio Xingu e parte de sua planície de inundação (MT).

No estudo da geodiversidade do Estado do Mato Grosso, é importante a observação do uso e ocupação dos terrenos. É comum a presença de áreas que apresentam solos pouco coesos ou muito rasos. Nesses casos, a vegetação é fundamental para frear o processo erosivo. Quando há desmatamento, os solos ficam expostos à ação das chuvas. Nas áreas desmatadas, observam-se diversos pontos com ocorrência de processos erosivos superficiais e profundos (Figura 1.5).

Importantes projetos nacionais na área de infraestrutura já se utilizam do conhecimento sobre a geodiversidade da área proposta para sua implantação. Como exemplo, o levantamento ao longo do trajeto planejado para as ferrovias Transnordestina, Este-Oeste e Norte-Sul, em que o conhecimento das características da geodiversidade da região se faz importante para escolha não só dos métodos construtivos do empreendimento, como também para o aproveitamento econômico das regiões no entorno desses projetos.

Convém ressaltar que o conhecimento da geodiversidade implica o conhecimento do meio físico no tocante às suas limitações e potencialidades, possibilitando a planejadores e administradores uma melhor visão do tipo de aproveitamento e do uso mais adequado para determinada área ou região.



**Figura 1.5:** Área impactada pela instalação de processos erosivos (MT).

## REFERÊNCIAS

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

CPRM. **Mapa geodiversidade do Brasil**: escala 1:2.500.000, legenda expandida. Brasília: CPRM, 2006. 68 p. CD-ROM.

GALOPIM DE CARVALHO, A. M. **Natureza: biodiversidade e geodiversidade**. [S.l.: s.n.] 2007. Disponível em: <<http://terraquegira.blogspot.com/2007/05/natureza-biodiversidade-e.html>>. Acesso em: 25 jan. 2010.

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

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

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**, La Rioja, n. 45, p. 79-98, 2007.

SILVA, C. R. da; RAMOS, M. A. B.; PEDREIRA, A. J.; DANTAS, M. E. 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. 264 p. il. p. 11-20.

SILVA, C. R. da; MARQUES, V. J.; DANTAS, M. E.; SHINZATO, E. Aplicações múltiplas do conhecimento da geodiversidade. In: SILVA, C. R. da (Ed.). **Geodiversidade do Brasil**:

conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 2008b. 264 p. il. p. 181-202.

XAVIER DA SILVA, J.; CARVALHO FILHO, L. M. Índice de geodiversidade da restinga da Marambaia (RJ): um exemplo do geoprocessamento aplicado à geografia física. **Revista de Geografia**, Recife: DCG/UFPE, v. 1, p. 57-64, 2001.

VEIGA, T. **A geodiversidade do cerrado**. [S.l.: s.n.], 2002. Disponível em: <<http://www.pequi.org.br/geologia.html>>. Acesso em: 25 jan. 2010.

# 2

## METODOLOGIA E ESTRUTURAÇÃO DA BASE DE DADOS 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.com.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>

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

<sup>2</sup>Consultor

### SUMÁRIO

Introdução .....	17
Procedimentos metodológicos .....	17
Definição dos domínios e unidades geológico-ambientais .....	17
Atributos da geologia .....	18
Deformação .....	18
Tectônica: Dobramentos.....	18
Tectônica: Fraturamento (juntas e falhas)/cisalhamento .....	18
Estruturas.....	18
Resistência ao intemperismo físico.....	18
Resistência ao intemperismo químico .....	19
Grau de coerência .....	19
Características do manto de alteração potencial (solo residual) .....	19
Porosidade primária .....	20
Característica da unidade lito-hidrogeológica .....	21



Atributos do relevo .....	21
Modelo digital de terreno – Shuttle radar topography mission (SRTM) .....	21
Mosaico geocover 2000 .....	22
Análise da drenagem.....	23
<i>Kit</i> de dados digitais.....	23
Trabalhando com o <i>kit</i> de dados digitais.....	23
Estruturação da base de dados: Geobank .....	24
Atributos dos campos do arquivo das unidades geológico-ambientais:	
Dicionário de dados .....	26
Referências.....	27

## INTRODUÇÃO

Neste capítulo são apresentadas as diversas etapas que envolveram o tratamento digital dos dados no desenvolvimento do SIG Mapa Geodiversidade do Estado do Mato Grosso, do Programa Geologia do Brasil (PGB) da CPRM/SGB, integrante do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC 2009), 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 GeoBank (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 et al., 1994, 2001, 2002, 2005; TRAININI e ORLANDI, 2003; TRAININI et al., 1998, 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 do Mato Grosso, informações temáticas de infraestrutura, recursos minerais, unidades de conservação, áreas de proteção ambiental (APA), 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 o 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 do Mato Grosso se insere 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 do Mato Grosso, 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 GeoBank (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 apresentados 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. Procedese 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, vulcanosedimentares e rochas ígneas não-dobradas e não-metamorfizadas.
- Pouco a moderadamente dobrada: a exemplo das sequências sedimentares ou vulcanosedimentares do tipo Bambuí, por exemplo.
- Intensamente dobrada: a exemplo das sequências sedimentares ou vulcanosedimentares complexa e intensamente dobradas (por exemplo, grupos Açungui, Minas, dentre outros) e das rochas granito-gnaiss migmatíticas.

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

- Não-fraturada: caso das coberturas sedimentares inconsolidadas.
- Pouco a moderadamente fraturada: sequências sedimentares moderadamente consolidadas, a exemplo da Formação Barreiras.
- Intensamente fraturada: caso das coberturas proterozoicas e vulcânicas mesozoicas (ex.: Bacia do Paraná).
- Zonas de cisalhamento: caso das faixas de concentração de deformação dúctil (cinturões de deformação).

### Estruturas

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

- Isotrópica: aplica-se quando as propriedades das rochas são constantes, independentemente da direção observada.
- Anisotrópica: as propriedades variam de acordo com a direção considerada

As bibliotecas para o atributo "Estruturas" são:

- 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

### 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, 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 vulcanosedimentares 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:** seqüências 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 2.1). Para o caso de 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

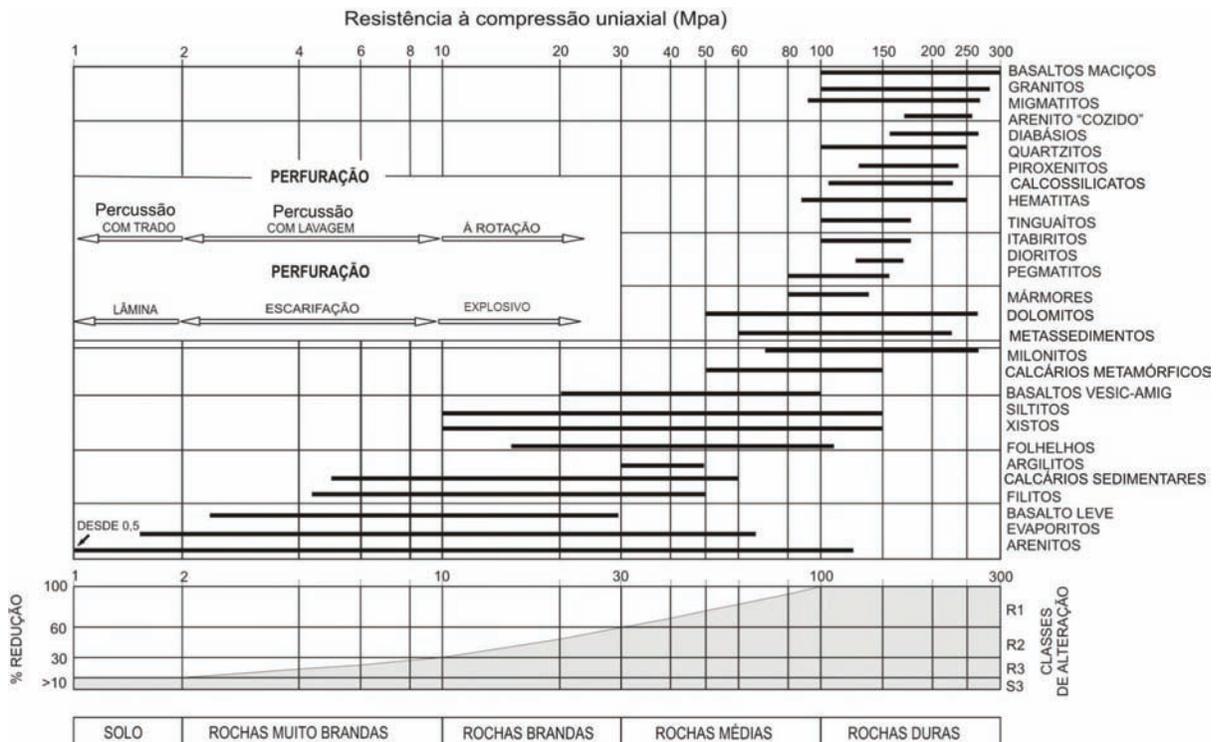


Figura 2.1: Resistência à compressão uniaxial e classes de alteração para diferentes tipos de rochas. Fonte: Modificado de Vaz (1996).

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-síltico-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-síltico-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 2.1.

Caso seja apenas um tipo de litologia que sustenta a unidade geológico-ambiental, observar o campo “Descrição”, da Tabela 2.1. Entretanto, se forem complexos plutônicos de várias litologias, a porosidade é baixa.

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

**Tabela 2.1:** Tabela de porosidade total dos diversos materiais rochosos.

Material		Porosidade Total % m					Porosidade Eficaz % m <sub>e</sub>			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-pome	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)	Pizarras sedimentares	5	15	2	30	0,5	<2	5	0,0	E
	Arenitos	15	25	3	30	0,5	10	20	0,0	F
	Creta blanda	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	
	Loess	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: Modificado de Custodio e Llamas (1983).

Nota: Alguns dados, em especial os referentes à porosidade eficaz (m<sub>e</sub>), devem ser tomados com precauções, segundo as circunstâncias locais.

**A** = Aumenta m e m<sub>e</sub> por meteorização; **B** = Aumenta m e m<sub>e</sub> por fenômenos de dissolução; **C** = Diminui m e m<sub>e</sub> com o tempo; **D** = Diminui m e m<sub>e</sub> com o tempo; **E** = m<sub>e</sub> muito variável segundo as circunstâncias do tempo; **F** = Varia segundo o grau de cimentação e solubilidade.

Para os casos em que várias litologias sustentam a unidade geológico-ambiental, observar o campo "Tipo", da Tabela 2.1.

**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 serem 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, peneplos, etchplano, 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 subsuperficial dos terrenos e a fisiologia da paisagem, proposta por Ab'Saber (1969); as abordagens descritivas em base morfométrica, como as elaboradas por Barbosa et al. (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 et al., 1982); ou a reconstituição de superfícies regionais de aplainamento (LATRUBESSE et al., 1998).

O mapeamento de padrões de relevo é, essencialmente, uma análise morfológica do relevo com base em 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 2.2), levando-se, essencialmente, em consideração:

- Parâmetros morfológicos e morfométricos que pudessem ser avaliados pelo instrumental tecnológico disponível nos kits digitais (imagens LandSat Geo-Cover e Modelo Digital de Terreno (MDT) e Relevo 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 2.2 e do Apêndice II apresentados nesse modelo, as quais serão bem-vindas.

### MODELO DIGITAL DE TERRENO – SHUTTLE 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 do Mato Grosso, justifica-se por sua grande utilidade em estudos de análise ambiental.

Um Modelo Digital de Terreno (MDT) é um modelo contínuo da superfície terrestre, no 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.

**Tabela 2.2:** 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 Fluviomarinhas	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 Loess	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

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 citado por 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., 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., 2004). Neste estudo, foi utilizado o *software* ENVI 4.1 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 ortoretilificado 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 et al., 2005; CREPANI e 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.

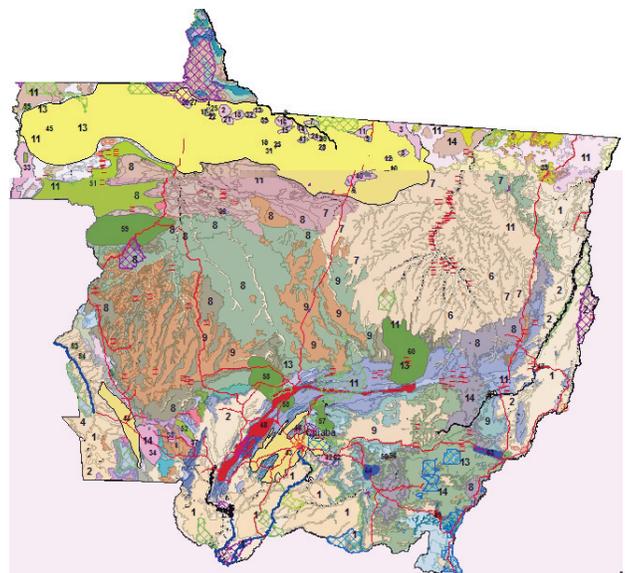
## KIT DE DADOS DIGITAIS

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:

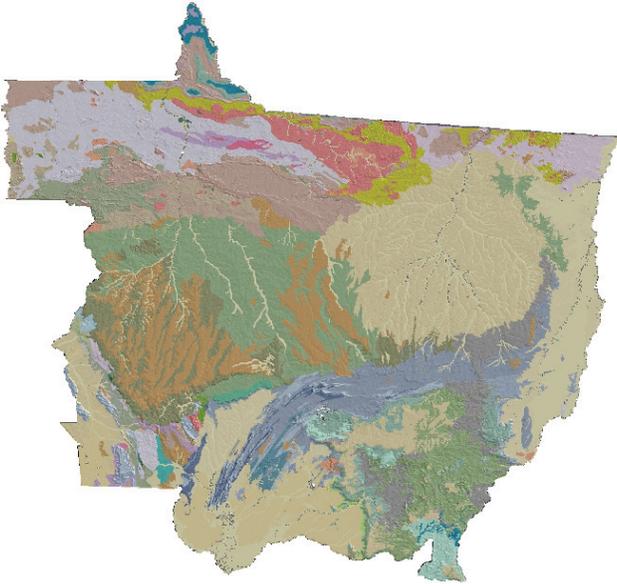
- Geodiversidade: arquivo dos domínios e unidades geológico-ambientais
- Estruturas: arquivo das estruturas geológicas
- Planimetria: cidades, vilas, povoados, rodovias etc.
- Áreas Restritivas: áreas de parques estaduais e federais, terras indígenas, estações ecológicas etc.
- Hidrografia: drenagens 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 leiaute – instruções de uso por meio do arquivo **leia-me.doc**, que se encontra dentro da pasta.
- As figuras 2.2 a 2.4 ilustram parte dos dados do *kit* digital para o Mapa Geodiversidade do Estado do Mato Grosso.

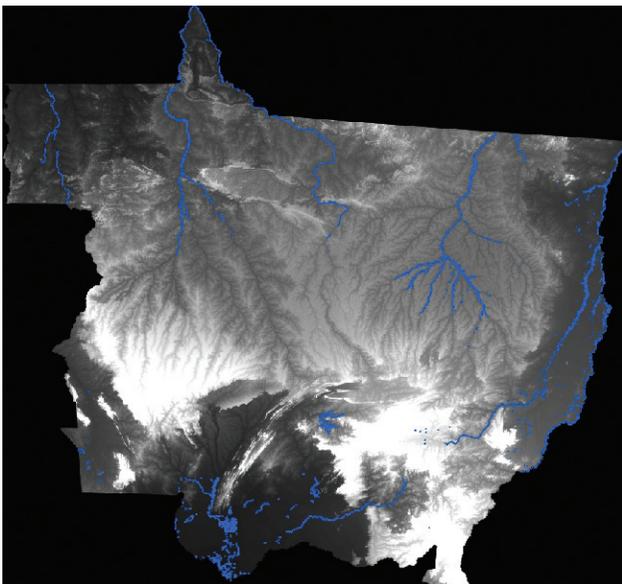
Os procedimentos de tratamento digital e processamento das imagens *geotiff* e *MrSid* (SRTM e GeoCover, respectivamente), dos *Grids* (declividade e hipsométrico), bem como dos recortes e *reclass* dos arquivos vetoriais



**Figura 2.2:** Exemplo de dados do *kit* digital para o estado do Mato Grosso: unidades geológico-ambientais versus infraestrutura, planimetria, recursos minerais e áreas de proteção ambiental.



**Figura 2.3:** Exemplo de dados do *kit* digital para o estado do Mato Grosso: unidades geológico-ambientais versus relevo sombreado (MDT\_SRTM).



**Figura 2.4:** Exemplo de dados do *kit* digital para o estado do Mato Grosso: modelo digital de elevação (SRTM) versus drenagem bifilar.

(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 serem obtidas a partir dos produtos gerados pela atuali-

zação da cartografia geológica dos estados, pelo SRTM, mosaico GeoCover 2000 e drenagem.

Com a utilização dos dados digitais contidos em cada DVD-ROM foram estruturados, para cada folha ou mapa estadual, um **Projeto.mxd** (conjunto de *shapes* e *leiaute*) 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 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 material 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.sa.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 da 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 2.5).

Posteriormente, de acordo com a escala adotada, o usuário cadastra todos os atributos da geologia de interesse para o planejamento (Figura 2.6).

Na última tela, o usuário cadastra os compartimentos de relevo (Figura 2.7).

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 2.8).

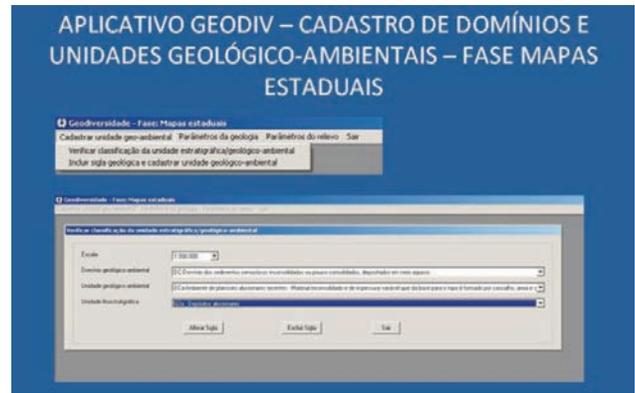


Figura 2.5: Tela de cadastro das unidades geológico-ambientais para os mapas estaduais de geodiversidade (aplicativo GEODIV).

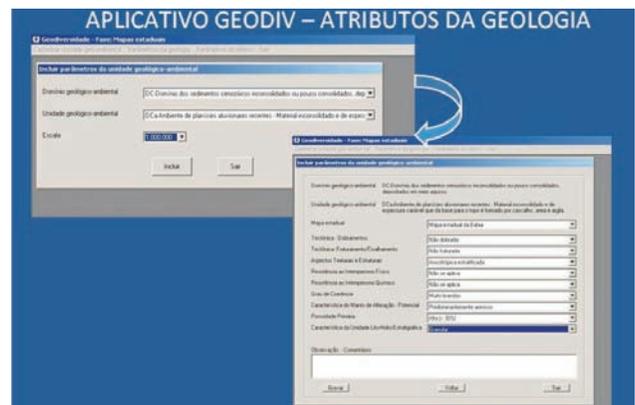


Figura 2.6: Tela de cadastro dos atributos da geologia (aplicativo GEODIV).

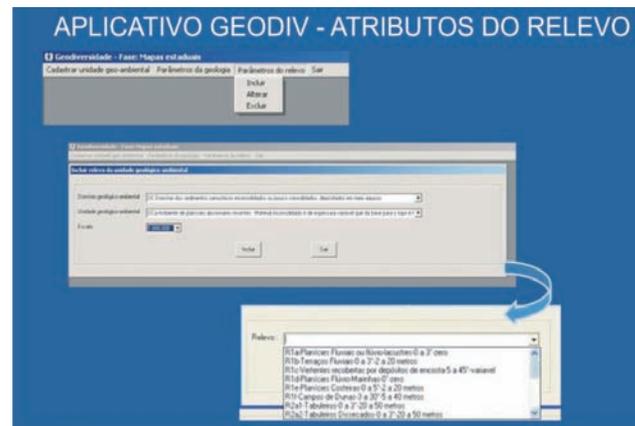


Figura 2.7: Tela de cadastro dos atributos do relevo (aplicativo GEODIV).

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, 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 2.9).

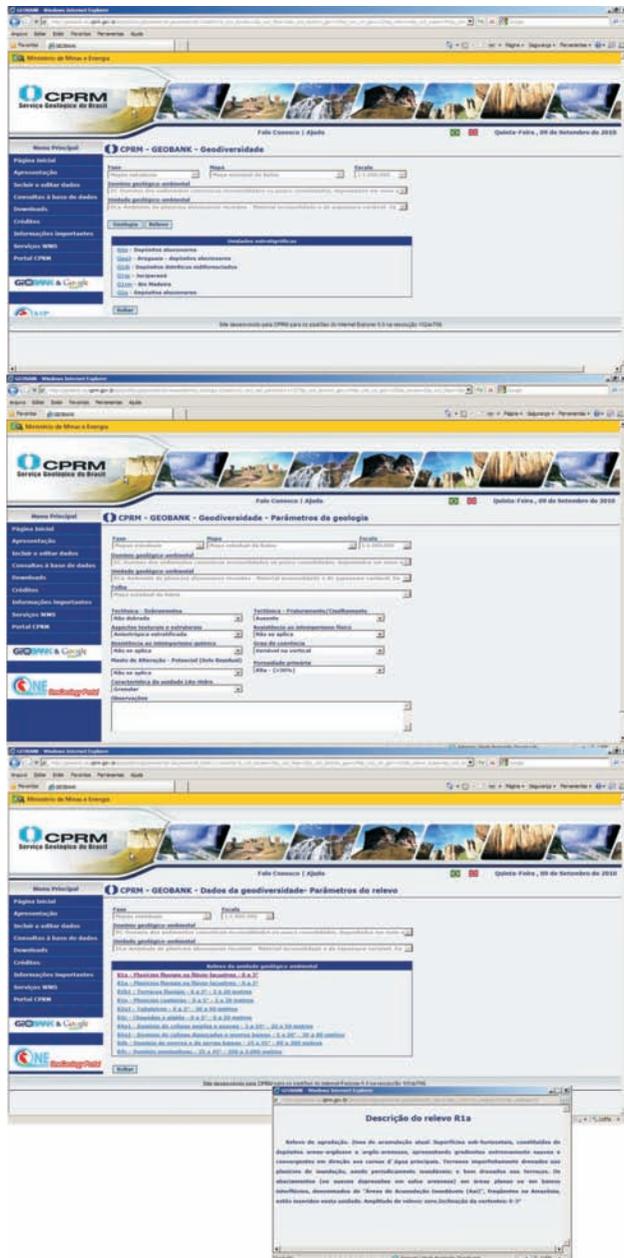


Figura 2.8: Fluxograma simplificado da base Geodiversidade (GeoBank).



Figura 2.9: Módulo Web Map de visualização dos arquivos vetoriais/base de dados (GeoBank).

## 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/CISALHAMENTO) – Relacionado à rocha ou ao grupo de rochas que compõe a unidade geológico-ambiental.

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

**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. **Avaliação de mosaicos com imagens LandSat TM para utilização em documentos cartográficos em escalas menores que 1/50.000**. São José dos Campos: 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. A. Mapas geomorfológicos elaborados a partir do sensor radar. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 17, n. 33, p. 137-152, jun. 1977.

BARROS, R. S.; CRUZ, M. B. C.; REIS, B. R.; ROCHA, F. M. E.; BARBOSA, G. L. Avaliação do modelo digital de elevação da 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. 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, abs. 209-1, p. 972.

BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. H. **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil**: texto, mapas e SIG. Brasília: CPRM, 2003. 674 p. il. 1 DVD-ROM anexo.

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. Mapa geodiversidade do Brasil: escala 1:2. 500. 000. legenda expandida. Brasília: CPRM/SGM/MME, 2006. 68 p. il.

CPRM. **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.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. Imagens CBERS + imagens SRTM + mosaicos GeoCover Landsat. 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.

CRÓSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: UNICAMP, 1992. 170p.

CUSTODIO, E.; LLAMAS, M. R. **Hidrologia subterrânea**. 2. ed. corrigida. Barceleno: Omega, 1983. Tomo I. 1157 p. il.

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 LGB e do patrimônio geomineiro, 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CPRM, 2005.

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

LATRUBESSE, E.; RODRIGUES, S.; 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. 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, Salvador. **Anais...** Salvador: SGB, 1982, v. 4, p. 1459-1503.

OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Ed.). **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. 587 p.

PONÇANO, W. L.; CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA M. A.; PIRES NETO, A. G.; ALMEIDA, F. F. M. 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...** Rio Claro: SBG/NS, 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 LGB 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, abs. 209-27, p. 976.

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

SCHOBENHAUS, C.; GONÇALVES, J. H.; SANTOS, J. O. S. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo**: sistema de informações geográficas (SIG). Brasília: CPRM, 2004. 46 folhas na escala 1:1.000.000. 41 CD-ROMs. Programa Geologia do Brasil.

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

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

THEODOROVICZ, A.; THEODOROVICZ, 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.

THEODOROVICZ, A.; THEODOROVICZ, A. M. de G.; CANTARINO, S. da C. **Projeto Curitiba**: informações básicas sobre o meio físico – subsídios para o planejamento territorial. Curitiba: CPRM, 1994. 109 p. 1 mapa, escala 1:100.000, color.

TRAININI, D. R.; ORLANDI FILHO, V. **Mapa geoambiental de Brasília e entorno**: ZEE-RIDE. Porto Alegre: CPRM/EMBRAPA/Consórcio ZEE Brasil/Ministério da Integração, 2003.

TRAININI, D. R.; GIOVANNINI, C. A.; RAMGRAB, G. E.; VIERO, A. C. **Carta geoambiental da região hidrográfica do Guaíba**. Porto Alegre: CPRM/FEPAM/PRÓ-GUAÍBA, 2001. Mapas escala 1:250.000.

TRAININI, D. R.; GIOVANNINI, C. A.; VIERO, A. C. **Mapa de domínios geoambientais/zonas homólogas da bacia hidrográfica do rio Gravataí**. Porto Alegre: CPRM, 1998. 2 mapas. Escala 1:100.000. Programa PRÓ-GUAÍBA.

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

WILDNER, W.; RAMGRAB, G.; LOPES, R. da C.; IGLESIAS, C. M. F. **Geologia e recursos minerais do estado do Rio Grande do Sul**: escala 1:750.000. Porto Alegre: CPRM, 2008. 1 DVD-ROM. Programa Geologia do Brasil; Mapas geológicos estaduais.

# 3

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

Juliana Maceira Moraes ([juliana.moraes@cprm.gov.br](mailto:juliana.moraes@cprm.gov.br))

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

### SUMÁRIO

Introdução .....	31
Domínio dos sedimentos cenozoicos inconsolidados ou pouco consolidados depositados em meio aquoso (DC).....	31
Domínio dos sedimentos cenozoicos inconsolidados do tipo coluvião e tálus (DCICT).....	33
Domínio dos sedimentos indiferenciados cenozoicos, relacionados ao retrabalhamento de outras rochas, geralmente associados a superfícies de aplainamento (DCSR) .....	34
Domínio das coberturas cenozoicas detrito-lateríticas (DCDL).....	35
Domínio dos complexos alcalinos intrusivos e extrusivos, diferenciados do terciário, mesozoico e proterozoico (DCA) .....	37
Domínio das coberturas sedimentares e vulcanossedimentares mesozoicas e paleozoicas, pouco a moderadamente consolidadas, associadas a grandes e profundas bacias sedimentares do tipo sinéclise (DSVMP) .....	38
Domínio das sequências vulcanossedimentares proterozoicas, não ou pouco dobradas e metamorfizadas (DSVP1) .....	41
Domínio das sequências sedimentares proterozoicas dobradas, metamorfizadas de baixo a alto grau (DSVP2) .....	42
Domínio do vulcanismo fissural mesozoico do tipo platô (DVM) .....	44
Domínio dos complexos granito-gnaiss migmatíticos e granulitos (DCGMGL) ...	46
Domínios dos complexos granitoides não-deformados (DCGR1) e deformados (DCGR2).....	48

Domínio dos complexos granitoides intensamente deformados: ortognaisses (DCGR3).....	52
Domínio dos corpos máfico-ultramáficos (DCMU) .....	54
Domínio das sequências sedimentares e vulcanossedimentares do eopaleozoico, associadas a <i>rifts</i> , não ou pouco deformadas e metamorfizadas (DSVE).....	55
Domínio das coberturas sedimentares proterozoicas, não ou muito pouco dobradas e metamorfizadas (DSP1) .....	56
Domínio das sequências sedimentares proterozoicas dobradas, metamorfizadas de baixo a médio grau (DSP2).....	58
Domínio das sequências vulcanossedimentares tipo <i>greenstone belt</i> , arqueano até o mesoproterozoico (DGB) .....	61
Referências.....	62

## INTRODUÇÃO

O Estado do Mato Grosso possui uma enorme gama de variedades de rochas. Há representantes de rochas sedimentares recentes inconsolidadas e consolidadas, metassedimentos, rochas ígneas e metaígneas, em diversos graus metamórficos.

As unidades geológicas presentes no estado do Mato Grosso, segundo a classificação do Mapa Geológico do Estado do Mato Grosso, escala 1:1.000.000 (LACERDA FILHO et al., 2004), foram enquadradas em 54 unidades geológico-ambientais, que, por sua vez, agrupam-se em 18 domínios geológicos. Esses diversos domínios geológicos e as unidades geológico-ambientais relacionadas, quando associadas ao relevo, podem apresentar diferentes respostas frente ao uso e à ocupação do território (Figura 3.1).

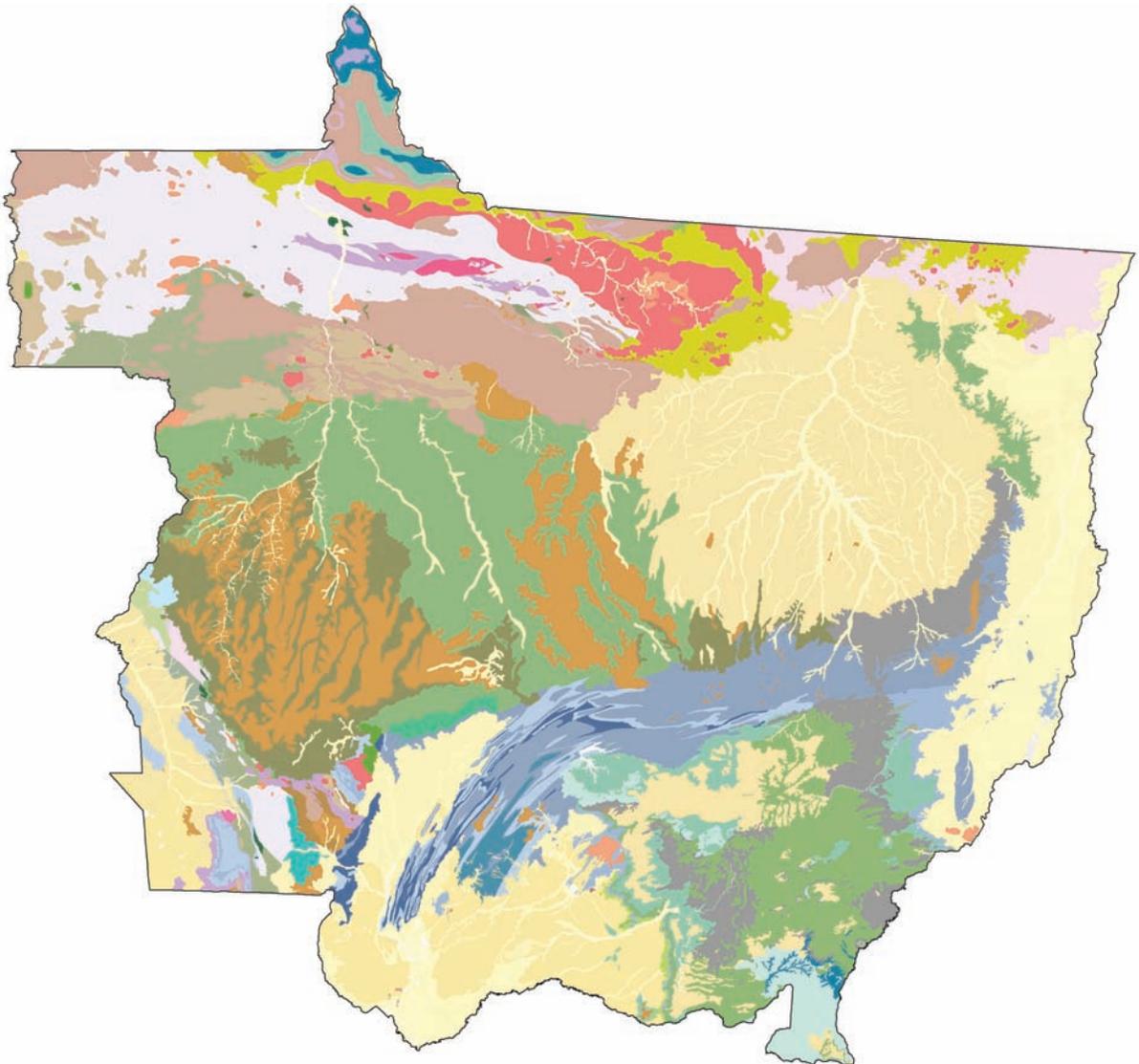
Com o objetivo de contribuir para a elaboração das macrodiretrizes do planejamento estadual, apresenta-se, a

seguir, a origem dos geossistemas formadores do território mato-grossense (domínios geológico-ambientais) ao longo do tempo geológico e seus aspectos relevantes sobre as adequabilidades/potencialidades e limitações de cada unidade geológico-ambiental, frente ao uso e ocupação do território.

### **DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS CENOZOICOS INCONSOLIDADOS OU POUCO CONSOLIDADOS DEPOSITADOS EM MEIO AQUOSO (DC)**

#### **Elementos de Definição e Área de Ocorrência**

Tais coberturas ocorrem no território mato-grossense em suas porções leste (Planície do Araguaia), sul (Pantanal) e sudoeste (Bacia Guaporé), além das aluviões das principais drenagens do estado. São terrenos geologicamente mais



**Figura 3.1:** Distribuição espacial das unidades geológico-ambientais no estado do Mato Grosso.

novos, em processo de construção, que se encontram em áreas planas, onde são depositados os sedimentos erodidos, principalmente pela ação fluvial das áreas adjacentes (Figura 3.2).

De acordo com suas características, esse domínio é subdividido em três unidades geológico-ambientais: Ambiente de Planícies Aluvionares Recentes (DCa), Ambiente Fluvialacustre (DCfl) e Ambiente de Terraços Aluvionares (DCta). Embora sejam diferentes em termos de constituição e distribuição espacial, apresentam resposta ambiental similar, sendo tratados no presente trabalho como um único grupo.



**Figura 3.2:** Distribuição areal do domínio DC (sedimentos cenozoicos inconsolidados ou pouco consolidados depositados em meio aquoso) no estado do Mato Grosso.

## Geologia

Esse domínio engloba as formações Araguaia (Bacia do Bananal), Pantanal e associadas (Bacia do Pantanal) e a Bacia Guaporé (Depósitos Pantanosos).

A Formação Araguaia, definida inicialmente por Barbosa et al. (1966) no vale do rio Araguaia, é constituída por um conglomerado basal, siltes e areia siltosa, inconsolidados e mal selecionados de origem continental. Posteriormente, Lacerda Filho et al. (2004) subdividiram essa formação em duas fácies: Terraços Aluvionares, constituída de sedimentos siltico-argilosos e conglomerado basal, e Depósitos Aluvionares, constituída por sedimentos argilo-siltico-arenosos, de origem fluvialacustre.

A Formação Pantanal é constituída por argilas e arenitos de deposição recente e origem aluvionar que ocorrem no Pantanal Mato-Grossense. É subdividida em três fácies: Depósitos Coluvionares, mais antiga, com sedimentos detríticos parcialmente laterizados; Terraços Aluvionares, com sedimentos areoargilosos parcialmente inconsolidados;

Depósitos Aluvionares, que compreende a porção de topo e é constituída por sedimentos argilo-siltico-arenosos.

A Bacia Guaporé é formada por sedimentos detríticos ao longo do rio Guaporé, compostos principalmente por argila arenosa, rica em matéria orgânica.

## Formas de Relevo

Esse domínio ocorre quase exclusivamente sob a forma de amplas planícies fluviais (Figura 3.3) e terraços fluviais (Figura 3.4). Os sedimentos que o compõem estão relacionados ao retrabalhamento gerado por rios de grande porte e significativa capacidade de transporte de material.



**Figura 3.3:** Planície do rio Xingu (domínio DC).



**Figura 3.4:** Terraço fluvial (domínio DC).

## Características, Adequabilidades e Limitações Frente ao Uso e à Ocupação

Com relação às obras de engenharia, esse domínio possui solos e sedimentos inconsolidados e de baixa resistência ao corte e à penetração. O relevo é suavizado, estabilizado, possui muito baixa suscetibilidade à erosão e nulo potencial de movimentos de massas. Em contrapartida, por

serem inconsolidados, esses sedimentos desestabilizam com facilidade quando escavados. Nos subdomínios de terraços arenosos, há possibilidade de erosões e voçorocamento.

Nas áreas argilosas de planície dos subdomínios fluvio-lacustres, o lençol freático é raso e as áreas mais próximas às margens dos rios são frequentemente alagadas, como nas planícies aluvionares do Pantanal. Portanto, há alagamento rápido de escavações, além de essas áreas apresentarem baixa capacidade de carga. As argilas e solos ricos em matéria orgânica podem, também, produzir gás metano, que é corrosivo e inflamável e se tornar problemático em obras subterrâneas.

O relevo plano e a alta porosidade das áreas arenosas são favoráveis à infiltração dos poluentes, que, associados à pequena profundidade do lençol freático, tornam esse domínio vulnerável à poluição de veiculação hídrica.

Tais configurações topográfica e litológica também são favoráveis à recarga das águas subterrâneas. As camadas de sedimentos arenosos e cascalhos bastante porosos e permeáveis proporcionam bom potencial armazenador de água, apesar de possuírem intercalações com sedimentos argilosos. Os aquíferos pertencentes a esse domínio são, portanto, superficiais, compostos por sedimentos inconsolidados, de fácil acessibilidade e baixo custo de exploração.

Por outro lado, embora permita fácil mecanização, a alta permeabilidade dessa unidade, especialmente das áreas de terraços, condiciona baixa fertilidade natural e baixa capacidade de reter nutrientes. Já nas áreas de várzeas (DCfl), ocorrem manchas de solo orgânico e porções argilosas de boa fertilidade natural e alta capacidade para fixar nutrientes, respondendo bem à adubação e à correção com calcários, sendo favoráveis à agricultura irrigada.

### Potencial Mineral

Nos terraços aluvionares das principais drenagens, podem ocorrer concentrações de diamantes, ouro e minerais pesados como a cassiterita, devido à alta energia e à capacidade de transporte dessas drenagens. Os materiais depositados mais abundantemente nessa unidade, como areia, argilas para cerâmicas, saibros e cascalhos, podem ser utilizados na construção civil.

### Potencial Geoturístico

Esse domínio possui áreas com alto potencial turístico nos balneários, com formação de praias de água doce em épocas de seca, associadas às principais bacias hidrográficas, como as do rio Araguaia e, subordinadamente, do rio Paraguai. Também apresenta boas condições para pesca esportiva e prática de esportes aquáticos (Figura 3.5).

A melhor temporada para utilização dessas áreas de lazer é durante a estiagem, no período de maio a setembro, preferencialmente no mês de agosto, durante o qual as praias apresentam maior extensão.



Figura 3.5: Infraestrutura de balneário no rio Santana (Nortelândia, MT).

## DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS CENOZOICOS INCONSOLIDADOS DO TIPO COLUVIÃO E TÁLUS (DCICT)

### Elementos de Definição e Área de Ocorrência

Os corpos de colúvio e tálus ocorrem de maneira dispersa no estado do Mato Grosso, localizados nas bordas dos relevos acidentados e são representados por corpos de dezenas de metros de extensão, mapeáveis em escala de detalhe e semidetalhe. Porém, em decorrência da escala adotada neste trabalho, observa-se uma ocorrência restrita desse domínio no extremo sul do estado do Mato Grosso, como uma estreita faixa alongada de direção NNW-SSE (Figura 3.6).



Figura 3.6: Distribuição areal do domínio DCICT (sedimentos cenozoicos inconsolidados do tipo colúvio e tálus) no estado do Mato Grosso.

## Geologia

Corresponde a sedimentos inconsolidados e heterogêneos, pertencentes à fácies coluvionar da Formação Pantanal, constituídos por areia, cascalho e seixos, provenientes de deposição gravitacional na base de encostas e escarpas serranas.

## Formas de Relevo

Esse domínio ocorre sob a forma de vertentes recobertas por depósitos de encostas, com campos de blocos (Figura 3.7).



Figura 3.7: Campo de blocos de depósito de tálus.

## Características, Adequabilidades e Limitações Frente ao Uso e à Ocupação

Devido à grande instabilidade e fragilidade das áreas englobadas nesse domínio, muitas são protegidas pela legislação ambiental, sob a forma de áreas de preservação permanente (APP).

Por se constituírem em depósitos de granulometria bastante heterogênea, com baixo grau de consolidação, são bastante porosos e permeáveis, gerando, quando espessos, bons aquíferos superficiais; em contrapartida, possuem alta vulnerabilidade frente a fontes poluidoras.

São terrenos naturalmente instáveis, sendo bastante comum a ocorrência de movimentos naturais de massa. Conseqüentemente, desestabilizam obras sobre eles apoiadas ou enterradas. Também é comum a presença de blocos e matacões de rochas duras e abrasivas, que são problemáticas de serem escavadas e perfuradas com sondas rotativas. Portanto, constitui-se em ambiente inadequado à ocupação e execução de obras.

A instabilidade natural do terreno e a heterogeneidade do material (presença de blocos) tornam esse domínio inadequado para agricultura, mas adequado para utilização como pastagem para o gado.

## Potencial Mineral

As áreas de ocorrência desse domínio, desde que realizados estudos prévios para estabilização das encostas, são potenciais para exploração de saibro, seixos e blocos de rocha para paisagismo, construção de muros e revestimento de fachadas.

## Potencial Geoturístico

Por se tratar de áreas de relevo acidentado e possível formação de cachoeiras e quedas d'água, são favoráveis à prática de ecoturismo, desenvolvimento de esportes radicais, *rafting* em corredeiras, *tracking* ou caminhadas ecológicas.

## DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS INDIFERENCIADOS CENOZOICOS, RELACIONADOS AO RETRABALHAMENTO DE OUTRAS ROCHAS, GERALMENTE ASSOCIADOS A SUPERFÍCIES DE APLAINAMENTO (DCSR)

### Elementos de Definição e Área de Ocorrência

Tais coberturas originaram-se a partir de detritos que se depositaram em depressões (bacias sedimentares) formadas por grandes falhas geológicas geradas na separação dos continentes sul-americano e africano (SILVA et al., 2008) e são representadas por um empilhamento irregular de camadas ou lentes horizontalizadas de diferentes espessuras que ocorrem nas porções nordeste (Bacia do Rio Xingu) e sudeste do estado do Mato Grosso (Figura 3.8).



Figura 3.8: Distribuição areal do domínio DCSR no estado do Mato Grosso.

## Geologia

Consiste em sedimentos pouco consolidados, representados por areia, silte, argila, cascalho e, localmente, laterita, oriundos da erosão e retrabalhamento dos altos estruturais adjacentes. No estado do Mato Grosso, estão representados principalmente pela Formação Ronuro, na Bacia do Alto Xingu (porção nordeste da Bacia dos Parecis), que é composta por areia, silte, argila, cascalho e, localmente, laterita, e Formação Cachoeirinha (Bacia do Rio Paraná), composta por arenitos amarelados, médio a grossos, com níveis de conglomerado, além de argilitos cinza-esverdeados subordinados.

## Formas de Relevo

Esse domínio se apresenta, principalmente, sob a forma de relevos aplainados, do tipo baixos platôs dissecados, chapadas e platôs, superfícies aplainadas retocadas e colinas dissecadas e morros baixos (Figura 3.9).



**Figura 3.9:** Relevo aplainado (baixo platô dissecado) (domínio DCSR).

## Características, Adequabilidades e Limitações Frente ao Uso e à Ocupação

O empilhamento de camadas horizontalizadas não-deformadas condiciona boa homogeneidade geotécnica e hidráulica lateral. Os sedimentos pouco consistentes e de baixa resistência ao corte e à penetração proporcionam boa escavabilidade, apenas com ferramentas e maquinários (não é necessário o uso de explosivos). Tais características tornam esse domínio apropriado para ocupação e implementação de obras. Entretanto, deve-se atentar que sedimentos com baixo grau de consolidação e características contrastantes (intercalações de sedimentos siltico-argilosos finamente laminados e portadores de argilominerais expansivos) geram descontinuidades geomecânicas que facilitam a desestabilização de taludes de corte.

Associada às condições físicas dos solos e aos relevos aplainados, é favorecida, também, a mecanização da agricultura. Entretanto, nas camadas arenosas, os solos residuais são naturalmente bastante erosivos, ácidos e de baixa

fertilidade natural. São permeáveis, de baixa capacidade hídrica, perdem água rapidamente e apresentam baixa capacidade para reter nutrientes e assimilar matéria orgânica.

A intercalação irregular de camadas horizontalizadas de sedimentos de alta e baixa porosidade e permeabilidade proporciona configuração favorável à existência de bons aquíferos, cujas águas são protegidas de poluentes por espessa camada de sedimentos argilosos de baixa permeabilidade.

## Potencial Mineral

A ambiência geológica desse domínio é favorável à existência de depósitos de argilas, areia e cascalho, que podem ser utilizados na construção civil e na fabricação de cerâmicas.

## Potencial Geoturístico

Região favorável para atividades turísticas em praias de água doce, cachoeiras nas quebras de relevo em contato com os domínios adjacentes, passeios em trilhas e esportes radicais.

## DOMÍNIO DAS COBERTURAS CENOZOICAS DETRITO-LATERÍTICAS (DCDL)

### Elementos de Definição e Área de Ocorrência

Esse domínio ocorre sob a forma de extensas superfícies planas, de interflúvios tabulares, distribuídas nas porções central e centro-oeste do estado do Mato Grosso, principalmente na região do vale do Guaporé (Figura 3.10). Dentre as unidades geológico-ambientais que o compõem, a que ocorre no estado é o horizonte laterítico *in situ* (DCDLi).



**Figura 3.10:** Distribuição areal do domínio DCDL no estado do Mato Grosso.

## Geologia

Um perfil laterítico é formado pela ação da variação lenta do nível do lençol freático e é composto, da base para o topo, pelo saprólito, que ainda preserva propriedades da rocha que o originou, seguido de horizonte pálido, que foi lixiviado pela ação oscilatória do nível da água (mais expressivo em perfis maduros). Sobreposto, tem-se um horizonte mosqueado seguido de uma crosta concrecionária ferruginosa e de latossolo arenoargiloso.

No estado do Mato Grosso, observam-se principalmente perfis lateríticos imaturos, localmente maduros. As superfícies aplainadas que representam esse domínio são constituídas por solos argiloarenosos de tonalidade avermelhada, podendo conter concreções ferruginosas (que constituem a parte superior do perfil e sustentam as porções mais elevadas do relevo), além de níveis de argilas coloridas e areias inconsolidadas. Nas encostas, aflora a parte mediana do perfil laterítico (horizonte mosqueado), que pode estar parcialmente recoberta por colúvios-alúvios arenoargilosos (LACERDA FILHO et al., 2004).

## Formas de Relevo

O domínio de coberturas lateríticas se apresenta na forma de extensas superfícies aplainadas (Figura 3.11). As porções em que o perfil laterítico é mais evoluído apresentam o horizonte superior (concrecionário) sustentando as áreas mais altas do relevo (Figura 3.12). Nesse caso, os



**Figura 3.11:** Superfície aplainada (domínio DCCL).



**Figura 3.12:** Quebra de relevo no horizonte laterítico (visada do topo da unidade para a parte baixa).

tipos de relevo mais comuns encontrados são planaltos, chapadas e platôs e, subordinadamente, podem representar terraços fluviais. As partes baixas do relevo são compostas predominantemente por solo argiloso do horizonte mosqueado. Nesse caso, são observadas, predominantemente, superfícies aplainadas retocadas, colinas amplas e suaves e colinas dissecadas e morros baixos.

## Características, Adequabilidades e Limitações Frente ao Uso e à Ocupação

Esse domínio ocorre sob a forma de grandes superfícies planas, sustentadas por carapaças endurecidas, que são recobertas por latossolo arenoargiloso, representantes do nível superior do horizonte laterítico. Tal horizonte possui baixa erosividade natural e boa estabilidade em taludes de corte; em contrapartida, possui alta resistência ao corte e à penetração.

Os solos costumam apresentar fertilidade natural muito baixa e, normalmente, contêm excesso de alumínio, portanto, são bastante ácidos. Por outro lado, o relevo plano e a ausência de seixos favorecem a mecanização da agricultura que, com a apropriada correção do solo, pode se desenvolver normalmente. Como exemplo bem-sucedido de produção agrícola em áreas de coberturas lateríticas, tem-se os municípios de Sapezal e Campos de Júlio, portadores de extensas áreas de produção de algodão (Figura 3.13).

Nas porções centrais dos platôs, o nível do lençol freático é raso, o que, associado à alta permeabilidade das crostas lateríticas, aumenta a vulnerabilidade dos aquíferos subjacentes. Já nas bordas da unidade, onde há exposição do horizonte mosqueado, os solos argilosos tornam o processo de infiltração mais lento e protegem o lençol freático de possíveis contaminantes.



**Figura 3.13:** Plantio extensivo de algodão (domínio DCCL).

## Potencial Mineral

O potencial mineral desse domínio está diretamente relacionado às características químicas e mineralógicas das rochas sobre as quais ele se desenvolve. Possui, portanto, po-

tencial para existência de mineralizações secundárias diversas. As mais comuns são de bauxita (alumínio) e níquel laterítico (garnierita), que ocorrem em horizontes lateríticos bem desenvolvidos, além de minério de ferro (horizonte concrecionário), caulim (horizonte pálido) e depósitos de manganês, em decorrência do próprio processo de laterização que lixivia e concentra determinados elementos em diferentes níveis do solo. Em depósitos sulfetados primários podem ocorrer mineralizações secundárias de cobre (*gossans*).

A porção basal do horizonte concrecionário apresenta características físico-químicas especiais para utilização nas bases de estradas. Quando há formação de blocos, pode ser usado como pedra de cantaria e de revestimento.

### Potencial Geoturístico

A morfologia desse domínio apresenta regiões de beleza cênica, que podem ser exploradas para o turismo ecológico, como caminhadas e cavalgadas.

## DOMÍNIO DOS COMPLEXOS ALCALINOS INTRUSIVOS E EXTRUSIVOS, DIFERENCIADOS DO TERCIÁRIO, MESOZOICO E PROTEROZOICO (DCA)

### Elementos de Definição e Área de Ocorrência

A principal área de ocorrência desse domínio se encontra no noroeste do estado do Mato Grosso, no alto curso do rio Canamã (Alcalinas Canamã), mas também há representantes desse domínio no sul (Suíte Ponta do Morro) e no extremo noroeste do estado (Alcalinas Guariba) (Figura 3.14).



**Figura 3.14:** Distribuição areal do domínio DCA no estado do Mato Grosso.

As rochas que compreendem esse domínio, no estado do Mato Grosso, pertencem à unidade geológico-ambiental DCAalc (Séries Alcalina Saturada e Alcalina Subsaturada).

### Geologia

As principais representantes desse domínio são as Alcalinas Canamã ( $1216 \pm 30$  Ma), cuja principal área de ocorrência é vista em imagens de sensores remotos, na forma de estruturas circulares de no máximo 20 km de extensão (no eixo maior) no alto curso do rio Canamã, noroeste do estado. Tais rochas são predominantemente leucocráticas, representadas por sienitos, microssienitos, quartzossienitos albitizados e aegirina-arfvedsonita-granitos, de granulação média a grossa, com variedades microgranulares e pegmatíticas associadas. Mostram-se porfiroides e com textura de fluxo magmático (LACERDA FILHO et al., 2004).

As Alcalinas Guariba ( $1260 \pm 56$  Ma) se situam no limite noroeste do estado do Mato Grosso, no interflúvio dos rios Guariba e Aripuanã, e são representadas predominantemente por sienitos, quartzossienitos e granitos, de granulação grossa e isotrópicos.

Tem-se ainda a Suíte Ponta do Morro ( $84 \pm 6$  Ma) (DEL'ARCO et al., 1982 apud LACERDA FILHO et al., 2004), que é representada por granitos e sienitos de caráter peraluminoso e peralcalino, intrusivos nos metassedimentos do Grupo Cuiabá e aflorantes na margem direita do rio Mutum, 2 km a jusante do ribeirão Água Branca (LACERDA FILHO et al., 2004).

### Formas de Relevô

No estado do Mato Grosso, condicionado principalmente por seu caráter intrusivo, o domínio de rochas alcalinas se apresenta sob a forma de morros baixos de forma arredondada, serras baixas e *inselbergs*, representando, portanto, relevos acidentados.

### Características, Adequabilidades e Limitações Frente ao Uso e à Ocupação

Nesse domínio há predomínio de solos argilosos bem evoluídos, de permeabilidade variada. Esses solos são pouco erosivos e possuem boa estabilidade em taludes de corte, sendo bons substratos para obras lineares, além de bons para utilização como material de empréstimo. Por outro lado, fazem-se presente pequenos corpos rochosos que possuem alta resistência ao corte e à penetração. Esses blocos e matacões de rochas duras se desestabilizam em taludes de corte, além de necessitarem de explosivos para desmonte.

No caso de obras de engenharia, é necessário ressaltar a importância do processo de drenagem, pois o peso das edificações pode expulsar a água contida nos solos, causando-lhe desestabilização.

Os solos possuem boa fertilidade natural, boa capacidade de reter nutrientes e matéria orgânica, respondem bem à adubação, são porosos, de boa capacidade de circulação de água e adequados, portanto, ao uso para agricultura. Somente nos casos onde o processo de pedogênese é avançado, há problemas com o excesso de alumínio.

Possuem boa capacidade de fixar poluentes, portanto, em solos profundos, há baixo risco de contaminação das águas subterrâneas. A ambiência geológica é favorável à ocorrência de fraturas profundas que podem gerar bons aquíferos fissurais, com interconectividade entre as fraturas. Tais aquíferos apresentam potencial para águas com propriedades medicinais, devido à química mineral das rochas.

Em contrapartida, nas regiões com alto grau de fraturamento, com fraturas abertas e profundas, a possibilidade de infiltração de poluentes e contaminação do lençol freático é maior.

### Potencial Mineral

A ambiência geológica desse domínio é favorável à existência de mineralizações de cobre, apatita (fosfatos), magnetita, bauxita, urânio, terras-raras, nióbio, titânio e caulim. Também há possibilidade de ocorrência de corpos carbonatíticos associados, dos quais é possível extrair cálcio, magnésio e ferro.

### Potencial Geoturístico

O relevo acidentado característico dos maciços relacionados a esse domínio apresenta grande beleza cênica, favorável a empreendimentos geoturísticos e ecológicos que promovam o aproveitamento, em especial, dos mirantes naturais.

## DOMÍNIO DAS COBERTURAS SEDIMENTARES E VULCANOSSEDIMENTARES MESOZOICAS E PALEOZOICAS, POUCA A MODERADAMENTE CONSOLIDADAS, ASSOCIADAS A GRANDES E PROFUNDAS BACIAS SEDIMENTARES DO TIPO SINÉCLISE (DSVMP)

### Elementos de Definição e Área de Ocorrência

Esse domínio possui grande expressão areal no estado do Mato Grosso, principalmente nas porções centro-oeste e sudeste (Figura 3.15). É representado por depósitos com superfícies aplainadas oriundos de retrabalhamento das unidades adjacentes.

De acordo com suas características geológicas, foi subdividido em oito unidades geológico-ambientais, que possuem semelhante resposta frente ao uso e à ocupação do território: DSVMPa (Sedimentos Arenosos Mal selecionados); DSVMPacg (Arenitos e Conglomerados); DSVMPae (Es-



**Figura 3.15:** Distribuição areal do domínio DSVMP no estado do Mato Grosso.

essos Pacotes de Arenitos de Deposição Eólica); DSVMPaef (Espessos Pacotes de Arenitos de Deposição Mista – Eólica e Fluvial); DSVMPasaf (Intercalações de Sedimentos Arenosos, Síltico-Argilosos e Folhelhos); DSVMPcpgf (Intercalações de Paraconglomerados (Tilitos e Folhelhos); DSVMPsaa (Sedimentos Síltico-Argilosos com Intercalações Arenosas); DSVMPsaca (Sedimentos Síltico-Argilosos e Calcários com Intercalações Arenosas Subordinadas).

### Geologia

Esse domínio é constituído, principalmente, por unidades geológicas pertencentes às bacias do Paraná e dos Parecis e, minoritariamente, por litotipos da Bacia do Alto Tapajós.

As unidades da Bacia do Paraná pertencentes a esse domínio são as formações Furnas, Aquidauana, Botucatu, Marília, Palermo, Ponta Grossa, Rio Ivaí e Vale do Rio do Peixe, além dos grupos Bauru e Passa Dois e a Unidade Araguainha. Essas unidades estão compreendidas em supersequências deposicionais, que correspondem aos ciclos de subsidência existentes na bacia: A sequência Paraná (devoniana) é composta por arenitos e conglomerados de ambiente fluvial e transicional e por folhelhos. A sequência Gondwana I constitui-se de depósitos sedimentares de origem glacial, seguidos por depósitos de ambiente deltaico, marinho e litorâneo. A supersequência Gondwana II compreende arenitos eólicos depositados em ambiente desértico e derrames de basalto (LACERDA FILHO et al., 2004).

A Formação Furnas ocorre, no estado do Mato Grosso, ao longo das bordas norte e nordeste da bacia e é composta por arenitos e conglomerados de ambiente fluvial e transicional, com predomínio de arenitos grossos com estratificação cruzada.

A Formação Aquidauana aflora, no estado, essencialmente como arenitos quartzosos, às vezes feldspáticos, vermelhos a roxos, friáveis e porosos, com cimento ferruginoso e escassa matriz arenoargilosa.

A Formação Botucatu, no estado, compreende arenitos vermelhos, friáveis, pouco argilosos, feldspáticos, geralmente médios a finos, com grãos arredondados de boa esfericidade, com finas estratificações planoparalelas (LACERDA FILHO et al., 2004).

A Formação Ponta Grossa aflora, no estado do Mato Grosso, como uma sequência de origem marinha composta por folhelhos e siltitos cinza a cinza-esverdeados na base, com intercalações de arenitos finos finamente estratificados no topo (LACERDA FILHO et al., 2004).

A Bacia dos Parecis é composta principalmente por sedimentos siliciclásticos, exceto por algumas ocorrências de carbonatos e evaporitos (Paleozoico – não-aflorantes), que conferem caráter marinho a lacustre a essas sequências. O Jurássico e o Jurocretáceo estão marcados por derrames de basalto, diques de diabásio e kimberlitos, seguidos por uma sequência cenozoica de deposição fluvial e eólica.

As unidades que representam essas sequências são as formações: Fazenda da Casa Branca, composta por arenitos arcoseanos vermelhos, com estratificação planoparalela; Jauru, composta por arenitos arcoseanos, folhelhos, siltitos e ritmitos; Pimenta Bueno, constituída de folhelhos, siltitos, arenitos e conglomerados suportados por matriz; Rio Ávila, composta por arenitos vermelhos friáveis com estratificações cruzadas; Salto das Nuvens, com conglomerados petromíticos de matriz argiloarenosa intercalados com arenitos vermelhos finos; Utiariti, com arenitos quartzofeldspáticos de cores variadas, com seixos de quartzo nas camadas basais (Figura 3.16).

A Bacia do Alto Tapajós aflora no extremo norte do estado do Mato Grosso, sob a forma de folhelhos de ambiente fluvial e arenitos litorâneos das formações Igarapé Ipixuna, Capoeiras, Navalha e São Manoel.



Figura 3.16: Arenito com grânulos de quartzo da formação Utiariti.

## Formas de Relevo

Principalmente por causa de seu caráter sedimentar, esse domínio ocorre sob a forma de superfícies aplainadas do tipo planaltos, chapadas, platôs, colinas amplas e suaves, superfícies aplainadas retocadas e conservadas e morros e serras baixas (Figuras 3.17 e 3.18).



Figura 3.17: Superfície aplainada (domínio DSVMP).



Figura 3.18: Topo de planalto (domínio DSVMP).

## Características, Adequabilidades e Limitações Frente ao Uso e à Ocupação

O Domínio DSVMP possui sedimentos acamadados, com reologias diferentes. Apesar de boa homogeneidade lateral (ao longo das camadas), apresenta, verticalmente, contrastes de comportamento geomecânico. Exibe sedimentos arenosos bastante fraturados, que podem liberar placas em taludes de corte, apresentando moderada a alta resistência ao corte e à penetração. Também estão presentes conglomerados contendo seixos, blocos e matacões. Ambos causam problemas à perfuração e tornam esse domínio problemático frente às obras de engenharia.

Nos locais de ocorrência de sedimentos argilosos, as litologias são finamente laminadas e de alta fissibilidade e possuem maior heterogeneidade geomecânica vertical, aumentando o potencial de desestabilizações em taludes de corte e de movimentos naturais de massa. Esses solos argilossiltosos se compactam, impermeabilizam-se e podem sofrer erosão laminar se forem continuamente mecanizados com equipamentos pesados ou pisoteados por gado. A ausência de cobertura vegetal também promove a aceleração do processo erosivo (Figura 3.19).

Os arenitos são geralmente fraturados, além de possuírem alta porosidade primária; portanto, têm bom



**Figura 3.19:** Processo de erosão superficial em solo argiloarenoso (domínio DSVMP).

potencial armazenador e transmissor de água. Nesse domínio ocorrem excelentes aquíferos (tanto livres como confinados e semiconfinados), de alta produtividade, como Furnas e Botucatu.

Já os sedimentos argilosos são pouco permeáveis e apresentam boa capacidade de reter poluentes, portanto, quando essas unidades capeiam os aquíferos, o risco de contaminação das águas subterrâneas é baixo.

A qualidade agrícola desse domínio é muito variada, mas há predomínio de sedimentos arenosos que liberam poucos nutrientes para solos. Esses tipos de solos possuem baixa fertilidade natural, moderada a alta erosividade e são bastante permeáveis (retêm pouca água) e ácidos. Já nas porções de solos argilosos (Figura 3.20), a alta porosidade, associada à baixa permeabilidade, aumenta a capacidade de retenção de água e fixação de nutrientes, tornando-os naturalmente mais férteis.



**Figura 3.20:** Solo argiloso (domínio DSVMP).

## Potencial Mineral

A ambiência geológica desse domínio é favorável à prospecção de hidrocarbonetos, fosfatos, carvão, argilas (inclusive caulim), além de areia e cascalhos para uso na construção civil. Ocorrem, também, arenitos silicificados, que podem ser usados como pedra de revestimento e refratários.

O manto de alteração presente, normalmente rico em quartzo, é adequado para utilização como saibro e cascalho, escavável sem o auxílio de explosivos.

## Potencial Geoturístico

Os terrenos desse domínio apresentam grande beleza paisagística, com rios que formam corredeiras, cachoeiras e piscinas naturais, em geral com vales amplos e, por vezes, delimitados por paredões escarpados (nas bordas das unidades desse domínio). Também possui material fossilífero e pinturas rupestres, o que lhe confere alto potencial para o turismo ecológico e geológico (Figura 3.21).



**Figura 3.21:** Entrada para a cachoeira Salto das Nuvens, no domínio DSVMP. Complexo turístico com hotel e restaurante, a 36 km do município de Tangará da Serra (MT).

## DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS VULCANOSSEDIMENTARES PROTEROZOICAS, NÃO OU POUCO DOBRADAS E METAMORFIZADAS (DSVP1)

### Elementos de Definição e Área de Ocorrência

O domínio das sequências vulcanossedimentares distribui-se ao longo da porção norte do estado do Mato Grosso. De acordo com as rochas que o compõem, está subdividido em duas unidades: DSV1va (Vulcanismo Ácido a Intermediário); DSV1vaa (Vulcanismo Ácido a Intermediário e Intercalações de Metassedimentos Arenosos e Siltico-Argilosos e Formações Ferríferas e/ou Manganêsíferas) (Figura 3.22).



**Figura 3.22:** Distribuição areal do domínio DSV1 no estado do Mato Grosso.

## Geologia

Esse domínio, no estado do Mato Grosso, é constituído principalmente por litologias pertencentes à Suíte Colíder, que é composta, predominantemente, por rochas vulcânicas e subvulcânicas félsicas, de composição ácida e, secundariamente, por rochas piroclásticas e epiclásticas, ambas aflorantes na borda da serra do Cachimbo, próximo à cidade de Colíder.

Os litotipos constituem-se de microgranitos, microquartzomonzonitos, micromonzogranitos, micromonzonitos e granófiros, que apresentam composição homogênea, estrutura maciça e cores variando de cinza-avermelhado a cinza-arroxeadado, com tonalidades róseas e esverdeadas. Associados a eles observam-se brechas vulcânicas bandadas e corpos andesíticos que geram solos avermelhados ricos em magnetita (LACERDA FILHO et al., 2004).

## Formas de Relevo

Principalmente por causa de seu caráter vulcanossedimentar, esse domínio ocorre, predominantemente, sob a forma de planaltos, superfícies aplainadas retocadas, colinas amplas e suaves, colinas dissecadas e morros baixos (Figura 3.23).



**Figura 3.23:** Relevo de colinas amplas e suaves (domínio DSV1).

## Características, Adequabilidades e Limitações Frente ao Uso e à Ocupação

Esse domínio possui solos argilossiltosos plásticos, pouco permeáveis, predominantemente bem desenvolvidos, que mantêm boa estabilidade em taludes de corte. Porém, nos raros locais onde há afloramentos rochosos, as litologias podem estar densamente fraturadas, deixando blocos e matações no solo, que constituem um problema em taludes de corte.

A alta densidade de fraturas, onde o solo é raso ou ausente, facilita a percolação dos poluentes, aumentando o risco de contaminação do aquífero subjacente. Mas, quando os solos são espessos, possuem boa capacidade de reter poluentes, reduzindo significativamente o risco de contaminação das águas subterrâneas.

Por outro lado, os solos argilossiltosos se compactam, impermeabilizam-se e podem sofrer erosão hídrica laminar

se forem continuamente mecanizados com equipamentos pesados e/ou pisoteados por gado. Essa baixa permeabilidade dos solos faz com que a maior parte da água da chuva escorra rapidamente para os canais de drenagem, formando enxurradas com alto potencial de remoção e transporte de sedimentos. Em contrapartida, possuem boa capacidade de fixar nutrientes e assimilar matéria orgânica, respondendo bem à adubação.

### Potencial Mineral

A ambiência geológica desse domínio é favorável à ocorrência de mineralizações sulfetadas polimetálicas de cobre-chumbo-ouro-zinco-prata e epitermais de cobre. Os riolitos e riodacitos presentes nesse domínio, por sua resistência e textura homogênea, são bastante adequados para utilização como brita.

### Potencial Geoturístico

As litologias mais resistentes proporcionam quebras de relevo, onde é possível observar quedas d'água, que são desfrutadas pelos moradores locais como balneários para lazer (Figura 3.24).



**Figura 3.24:** Cachoeira do “Onze”, localizada na quebra de relevo entre o domínio DSVP1 e a unidade adjacente (DSP1) (Peixoto de Azevedo, MT).

## DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS SEDIMENTARES PROTEROZOICAS DOBRADAS, METAMORFIZADAS DE BAIXO A ALTO GRAU (DSVP2)

### Elementos de Definição e Área de Ocorrência

Esse domínio ocorre, em sua maior extensão, ao longo da porção oeste (parcialmente sob um *trend* NW-SE) do estado do Mato Grosso (Figura 3.25).

De acordo com as litologias que o compõem, esse domínio está subdividido nas seguintes unidades: DSVP2csa



**Figura 3.25:** Distribuição areal do domínio DSVP2 no estado do Mato Grosso.

(Predomínio de Rochas Metacalcárias, com Intercalações de Finas Camadas de Metassedimentos Síltico-Argilosos); DSVP2gratv (Metagrauvaca, Metarenito, Tufo e Metavulcânica Básica a Intermediária); DSVP2vfc (Metacherts, Metavulcânicas, Formações Ferríferas e/ou Formações Manganíferas, Metacalcários, Metassedimentos Arenosos e Síltico-Argilosos).

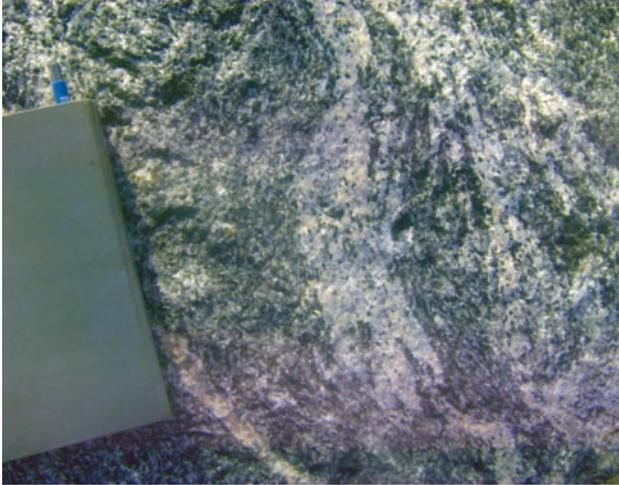
### Geologia

Esse domínio, no estado do Mato Grosso, é composto por litologias pertencentes a diferentes complexos metavulcanossedimentares, entre os quais os que compreendem maior expressão em área: complexos Colorado e Rio Galera e Grupo Roosevelt. Também há litologias dos grupos Pontes e Lacerda e São Marcelo-Cabeça, da Unidade Metavulcanossedimentar Nova Xavantina (LACERDA FILHO et al., 2004).

O Complexo Colorado compreende uma associação de rochas polideformadas e metamorfizadas em fácies anfibolito superior, representadas por metamonzogranitos e anfibolitos, oriundos de magmatismo bimodal, xistos e quartzitos (metassedimentos), leucogranitos e rochas máfico-ultramáficas (RIZZOTO et al., 2002).

O Complexo Rio Galera compreende um conjunto de xistos e anfibolitos, com intercalações de gnaisses leucocráticos de composição granodiorítica, que ocorrem em menor proporção. Faz contato com o Grupo Pontes e Lacerda através de uma importante zona de cisalhamento de baixo ângulo (Figura 3.26).

O Grupo Roosevelt é composto, da unidade superior para a basal, respectivamente, por metargilitos intercalados com metacherts, formações ferríferas, metatufos, ignibritos, conglomerados vulcanoclásticos e dacitos e riodacitos, intercalados com raros basaltos.



**Figura 3.26:** Gnaiss de composição granodiorítica, pertencente ao complexo rio Galera (domínio DSV2).

### Formas de Relevo

Esse domínio ocorre, predominantemente, sob a forma de planaltos, superfícies aplainadas retocadas, colinas amplas e suaves, colinas dissecadas e morros baixos (Figura 3.27).

### Características, Adequabilidades e Limitações Frente ao Uso e à Ocupação

Nesse domínio predominam litologias de composição micácea e xistosa, que são mais suscetíveis a destabilizações em taludes de corte e de movimentos naturais de massa. Por outro lado, os solos gerados por essas rochas são argilossiltosos de baixa erosividade natural, boa estabilidade em taludes de corte, pouco permeáveis, plásticos e de boa capacidade de compactação.

Subordinadamente ocorrem litologias de composição quartzosa, mais suscetíveis ao fraturamento; por isso, podem liberar placas em encostas naturais e taludes de corte, além de gerar solos arenosos bastante erosivos.

Em consequência da alternância de diferentes litologias, as características geomecânicas e hidráulicas, tanto do substrato rochoso como dos solos residuais, variam e contrastam bastante de região para região, e a profundidade do substrato rochoso é bastante irregular. Tais condições implicam custos elevados, tanto na fase de planejamento como na de execução de obras.

A qualidade agrícola dos solos residuais desse domínio também pode variar bastante de local para local, principalmente nas áreas de relevo acidentado. As rochas metabásicas e metaultrabásicas possuem baixa resistência ao intemperismo químico, gerando um manto de alteração profundo, composto por solos de boa fertilidade natural. Associadas a esses terrenos podem existir manchas de Terra-Roxa, um dos melhores solos em termos de fertilidade. Esses solos argilosos são, portanto, muito apropriados para a agricultura, ao contrário dos solos arenosos, oriundos do intemperismo de rochas ricas em quartzo.

Os terrenos desse domínio possuem características morfolitoestruturais favoráveis à existência de importantes armadilhas e barreiras hidrogeológicas, relacionadas a falhas, fraturas, dobras e a alternâncias de litologias de características diferentes (camadas permeáveis e impermeáveis alternadas, por exemplo). Há predomínio, portanto, de aquíferos fissurais, de potencial hidrogeológico local bastante irregular.

### Potencial Mineral

Nesse domínio, a ambiência geológica é favorável à ocorrência de ardósias, quartzitos, leucossilitos (metassedimentos), gnaisses (metassedimentares ou metaígneos) e rochas metavulcânicas de baixo ou alto grau, que possuem potencial para uso como rocha ornamental. As duas últimas também podem ser utilizadas como brita (Figura 3.28).

Também há probabilidade de ocorrência de mineralizações de chumbo, prata, cobre, ferro, manganês, ouro, cromo e talco associadas às rochas metavulcânicas, além de fosfato associado às rochas metassedimentares.



**Figura 3.27:** Feição de relevo plano (domínio DSV2); escarpas de quartzito ao fundo.



**Figura 3.28:** Exploração de gnaiss do complexo rio Galera para produção de brita.

### Potencial Geoturístico

As formas de relevo desse domínio são favoráveis à formação de cachoeiras e piscinas naturais, que se destacam como interessantes atrativos para o turismo.

### DOMÍNIO DO VULCANISMO FISSURAL MESOZOICO DO TIPO PLATÔ (DVM)

#### Elementos de Definição e Área de Ocorrência

Esse domínio possui restrita expressão areal no estado do Mato Grosso (Figura 3.29). Ocorre sob a forma de uma faixa alongada de direção NE-SW, na serra do Tapirapuã, porção centro-sul do estado, classificado na unidade



**Figura 3.29:** Distribuição areal do domínio DVM no estado do Mato Grosso.

geológico-ambiental DVMgd (Predomínio de Intrusivas na Forma de Gabros e Diabásio). As demais exposições estão na porção sudeste do estado, na unidade geológico-ambiental DVMb (Predomínio de Basaltos).

### Geologia

Esse domínio está intimamente ligado às unidades geológicas de origem ígnea, relacionadas às bacias sedimentares. No caso do estado do Mato Grosso, observa-se a presença de representantes da Formação Tapirapuã, que compõe a Bacia dos Parecis, da Formação Serra Geral e da Suíte Magmática Paredão Grande, pertencentes à Bacia do Paraná (Figura 3.30).

A Formação Tapirapuã é composta por rochas vulcânicas básicas, formadas por basaltos isotrópicos nas bordas e diabásios no centro. A Formação Serra Geral é composta por um conjunto de derrames basálticos e, secundariamente, por riolitos e riodacitos. A Suíte Magmática Paredão Grande é composta por rochas ígneas alcalinas de textura porfírica e microporfírica, sob a forma de diques, derrames e rochas vulcanoclásticas.



**Figura 3.30:** Contato dos derrames basálticos da formação Tapirapuã com arenitos da formação Salto das Nuvens (bacia dos Parecis; domínio DSVMP).

### Formas de Relevo

Como característica típica de rochas básicas do tipo vulcânicas de platô, as formas de relevo a elas associadas são chapadas e platôs, colinas amplas e suaves, morros e serras baixas, planaltos, escarpas serranas, apresentando marcantes quebras de relevo com as unidades adjacentes (Figura 3.31). Estas ocorrem no Mato Grosso mais extensamente na serra de Tapirapuã (centro-sul do estado) e esparsamente no extremo sudeste, na região da Bacia do Paraná. São, predominantemente, amplas áreas planas, com solo avermelhado, produto da decomposição das rochas básicas, rico em nutrientes e muito utilizado para agricultura.



**Figura 3.31:** Quebra de relevo, no topo do domínio DVM.

### Características, Adequabilidades e Limitações Frente ao Uso e à Ocupação

As rochas desse domínio possuem boa homogeneidade geomecânica e hidráulica lateral e vertical, além de elevada resistência à compressão, devido à sua estrutura fina e maciça, o que torna necessário o uso de explosivos para o desmonte. Como são fraturadas em várias direções, soltam blocos com facilidade em taludes de corte.

Já os solos residuais com pedogênese avançada gerados por essas rochas são pouco erosivos; portanto, mantêm-se estáveis em taludes de corte e são bons para uso como material de empréstimo. Entretanto, não é recomendável a execução de obras que envolvam escavações e movimentação de terra, especialmente durante os períodos chuvosos.

Os solos argilossiltosos gerados por basaltos, gabros, riolitos, andesitos e dacitos são bastante porosos, possuem boa capacidade de armazenamento de água e boa fertilidade natural (especialmente de gabros e basaltos). A alta porosidade, associada à baixa permeabilidade, aumenta a capacidade de reter nutrientes e incorporar matéria orgânica, fazendo com que esses solos respondam bem à adubação. São dessas rochas que derivam as famosas e férteis Terras-Roxas (Figura 3.32).

É importante observar que, apesar das boas características naturais dos solos, a intensa atividade agrícola mecanizada pode gerar compactação e impermeabilização, causando intensa erosão laminar que, além da perda de solo de excelente qualidade, implicará impactos negativos na dinâmica das águas superficiais e subterrâneas (Figura 3.33).

Por sua capacidade de eliminar poluentes, os solos argilosos dessa unidade conferem baixa vulnerabilidade ao lençol freático subjacente. Por outro lado, nos locais onde as rochas possuem alta densidade de fraturas abertas, associadas a solos muito rasos ou ausentes, a suscetibilidade à contaminação das águas subterrâneas é grande. Portanto, nesses locais, cuidados especiais devem ser tomados com todas as fontes potencialmente poluidoras (Figura 3.34).

A alta incidência de fraturas de resfriamento interligadas favorece a ocorrência de aquíferos de média



**Figura 3.32:** Solo avermelhado de intemperismo dos basaltos da formação Tapirapuã, muito adequado para agricultura (Tangará da Serra, MT).



**Figura 3.33:** Erosão laminar causada pelo uso intenso do solo para pecuária e cultivo de cana-de-açúcar.



**Figura 3.34:** Fraturamento em afloramentos de basalto, com geração de blocos soltos em meio a solo raso.

produtividade. Já os terrenos recobertos por solos pouco permeáveis não permitem boa infiltração da água das chuvas, facilitando a formação de enxurradas. Portanto, a cobertura vegetal tem um papel importante para diminuir a velocidade de escoamento das águas, permitindo maior infiltração e recarga das águas subterrâneas.

## Potencial Mineral

O contexto geológico em que se insere esse domínio é favorável à existência de mineralizações de cobre, ouro, platina, além de gemas e pedras coradas.

As rochas dessa unidade também possuem boas qualidades físico-químicas para utilização como brita e rocha ornamental (quando estão frescas), especialmente os riolitos, andesitos e dacitos, que possuem moderada a alta resistência ao intemperismo físico-químico.

## Potencial Geoturístico

Esse domínio possui alto potencial para turismo ecológico e geológico, pela presença de cachoeiras e cânions. As rochas associadas à Bacia dos Parecis ocorrem a pouco mais de 100 km de distância da Chapada dos Guimarães, onde já existe turismo bem desenvolvido, com listagem de pontos de visitação, centro de informação turística, rede hoteleira, restaurantes etc.

## DOMÍNIO DOS COMPLEXOS GRANITO-GNAISSE MIGMATÍTICOS E GRANULITOS (DCGMGL)

### Elementos de Definição e Área de Ocorrência

O Domínio dos Complexos Granito-Gnaiss Migmatíticos e Granulitos está distribuído de maneira heterogênea no estado do Mato Grosso (Figura 3.35).

No extremo nordeste do estado, há representantes da unidade DCGMGLgno, na qual predominam gnaisses ortoderivados. No norte, ocorre o predomínio de mig-



**Figura 3.35:** Distribuição areal do domínio DCGMGL no estado do Mato Grosso.

matitos ortoderivados (DCGMGLmo) e gnaiss-granulitos paraderivados (DCGMGLgp), além de lentes esparsas de anfíbolitos (DCGMGLaf) e da unidade geológico-ambiental DCGMGLgno. No sudoeste do estado, ocorrem representantes da unidade geológico-ambiental DCGMGLgnp, onde predominam gnaisses paraderivados, além de rochas que compõem as demais unidades geológico-ambientais citadas. Todas as unidades podem conter porções migmatíticas.

## Geologia

No estado do Mato Grosso, esse domínio é composto por rochas pertencentes a diversas unidades geológicas que possuem comportamentos geoambientais similares. São representantes desse domínio os complexos: Alto Guaporé, Bacaeri-Mogno, Cuiú-Cuiú, Nova Monte Verde, Rio Novo, Serra do Baú e Xingu.

O Complexo Xingu ocorre no extremo nordeste do estado e é caracterizado pela ocorrência de ortognaisses cinza, de granulação média a grossa, com enclaves de anfíbolito e diorito (associados à sequência metavulcanosedimentar), além de migmatitos de composição granítica, granodiorítica e tonalítica.

O Complexo Rio Novo tem pequena expressão territorial aflorante no sudoeste do estado. É composto por uma associação de ortognaisses cinzentos bandados, complexamente deformados e associados a plutons graníticos de composição e textura variadas.

O Complexo Bacaeri-Mogno é composto, predominantemente, por gnaisses sílico-aluminosos do tipo silimanita-gnaisses (Figura 3.36) em sua porção de cobertura e por metagabros e metaquartzodioritos, de afinidade toleítica, em sua porção plutônica. Essa unidade ocorre no norte do estado, próximo à cidade de Alta Floresta, sob a forma de lentes, megaenclaves ou lascas, orientadas na direção WNW-ESE.

O Complexo Cuiú-Cuiú ocorre com pouca expressão areal no norte do Mato Grosso, como lentes orientadas bordejando granitos mais jovens do Domínio DCGR1 ou em zonas de cisalhamento. É composto por ortognaisses de composição monzogranítica, tonalítica e granítica, parcialmente migmatizados, e anfíbolitos.

O Complexo Alto Guaporé ocorre no sudoeste do estado do Mato Grosso, em uma faixa de direção NW-SE, ao longo de aproximadamente 140 km. É caracterizado pela presença de rochas gnáissicas polideformadas de origem sedimentar e ígnea. As paraderivadas são compostas por silimanita-cianita-gnaisses migmatíticos e as ortoderivadas, por gnaisses de composição tonalítica e granodiorítica.

O Complexo Nova Monte Verde ocorre no norte do estado do Mato Grosso, em uma faixa alongada de direção WNW-ESE. É caracterizado por um conjunto de rochas gnáissicas ortoderivadas, de composição tonalítica a monzogranítica, representadas por biotita-gnaisses de coloração cinza-clara, granulação inequigranular e textura granoblástica a porfiroblástica, com bandamento composicional centimétrico. Possui ainda sienogranitos e enclaves de anfíbolito e diorito.



**Figura 3.36:** Gnaiss do complexo Bacaeri-Mogno (unidade geológico-ambiental DCGMGLgp).

## Formas de Relevo

Devido à estrutura bandada das rochas que compõem esse domínio, os compartimentos de relevo associados a ele são, predominantemente, pouco acidentados, do tipo baixos platôs dissecados; degraus estruturais; colinas amplas e suaves; escarpas serranas; *inselbergs* e superfícies aplainadas conservadas e retocadas (Figura 3.37).



**Figura 3.37:** Feição de colinas amplas e suaves (domínio DCGMGL).

## Características, Adequabilidades e Limitações Frente ao Uso e à Ocupação

Nesse domínio há predomínio de rochas cristalinas aflorantes, com alto grau de coerência, elevada resistência à compressão, baixa porosidade primária e moderada a alta resistência ao intemperismo físico-químico. Porém, o caráter gnáissico das rochas desse domínio faz com que elas possuam descontinuidades geomecânicas e hidráulicas que facilitam a percolação de água, acelerando os processos intempéricos e gerando deslocamentos em taludes de corte, além da geração de blocos que desestabilizam com facilidade (Figura 3.38).

Já as rochas granulíticas apresentam alta resistência ao corte e à penetração e moderada a alta resistência ao intemperismo físico-químico, o que contribui para maior incidência de blocos e matações mergulhados no solo e irregularmente



**Figura 3.38:** Encosta coberta por blocos.

distribuídos na superfície. São terrenos problemáticos para execução de escavações e perfurações. Por isso, obras de engenharia exigem levantamento geotécnico detalhado, apoiado em sondagens de malha pouco espaçada.

Localmente, ocorrem solos residuais com pedogênese avançada (Figura 3.39), que apresentam boa capacidade de compactação, são naturalmente pouco erosivos e bons para utilização como material de empréstimo.

Independentemente da evolução pedogenética, os solos dessa unidade são bastante porosos, de boa capacidade para fixar elementos e assimilar matéria orgânica, bons armazenadores de água, respondendo bem à adubação, além de possuírem boa fertilidade natural. Entretanto, a qualidade agrícola dos solos pode variar bastante, principalmente nas áreas de relevo acidentado. Podem existir manchas de solos de muito boa fertilidade natural e de excelentes características físicas para a agricultura.

Nos locais onde as rochas afloram e onde os solos são pouco evoluídos ou rasos (Figura 3.40), a capacidade de armazenamento de água é baixa, aumentando a taxa de infiltração e a vulnerabilidade do aquífero. Por isso, cuidados especiais devem ser tomados com todas as fontes potencialmente poluidoras. Por outro lado, onde há manto de alteração espesso, a permeabilidade varia de baixa a moderada, desfavorecendo a recarga das águas subterrâneas.



**Figura 3.39:** Solo evoluído, poroso (unidade geológico-ambiental DCGMGLgnp).



**Figura 3.40:** Blocos de rocha sobre solo raso; alto potencial de contaminação do lençol freático e impróprio para agricultura mecanizada.

Predominam relevos favoráveis a que o lençol freático aflore, portanto, são terrenos que costumam conter nascentes, importantes para a manutenção da regularidade do regime hídrico superficial e da vazão dos rios. Os locais com maior declividade possuem alta densidade de canais de drenagem, com escoamento superficial rápido, alta erosão hídrica e em franco e acelerado processo de desgaste, o que, aliado às características do substrato rochoso, sujeita esses locais a grandes movimentos naturais de massa.

### Potencial Mineral

A ambiência geológica é favorável à existência de mineralizações de bauxita, manganês e caulim, bem como de minerais de lítio associados a corpos pegmatíticos (ambligonita e petalita). Há possibilidade de ocorrência de mineralizações de níquel, cromo, platina e amianto nas rochas metabásicas e metaultrabásicas. Apresenta potencial para rocha ornamental, brita e pedra de cantaria, principalmente nos subdomínios de gnaisses ortoderivados.

### Potencial Geoturístico

Os terrenos acidentados apresentam áreas de beleza cênica, com rios e córregos contendo trechos com corredeiras, cachoeiras e piscinas naturais, que possibilitam investimentos em empreendimentos turísticos. No caso das unidades que ocorrem no extremo noroeste do estado, a exploração turística é prejudicada pelas longas distâncias e dificuldades de acesso.

## DOMÍNIOS DOS COMPLEXOS GRANITOIDES NÃO-DEFORMADOS (DCGR1) E DEFORMADOS (DCGR2)

### Elementos de Definição e Área de Ocorrência

Esses dois domínios possuem características geoambientais similares e, por isso, são abordados juntos no presente trabalho. São, também, subdivididos nas mesmas subunida-

des: Séries Graníticas Alcalinas (alc), Granitoides Peraluminosos (pal), Séries Graníticas Subalcalinas do tipo Calcialcalinas (baixo, médio e alto-K) e Toleíticas (salc) e Série Shoshonítica (sho).

Essas unidades têm vasta área de ocorrência no estado do Mato Grosso, distribuindo-se principalmente nas regiões norte (DCGR1) (Figura 3.41) e noroeste (DCGR2) (Figura 3.42), com esparsos representantes no sul do estado.



**Figura 3.41:** Distribuição do domínio DCGR1 no estado do Mato Grosso.



**Figura 3.42:** Distribuição do domínio DCGR2 no estado do Mato Grosso.

### Geologia

Os domínios DCGR reúnem diversas unidades relacionadas a intrusões graníticas (gnaissificadas ou não), de

idades, principalmente, meso e paleoproterozoicas. No domínio não-deformado, as unidades geológicas presentes são as suítes intrusivas Alvorada, Flor da Serra, Guapé, Juruena, Paranaíta, Matupá, Rio Branco, Rio Dourado, São Domingos, Tatuí e Teles Pires e os granitos Aripuanã, Nhandu, Rio Vermelho, São Vicente e Serra Negra. Já no domínio deformado, as principais unidades encontradas são as suítes Serra da Providência, Água Clara, Nova Canaã e os granitos Juara e Fontanilhas.

O Granito São Vicente reúne uma série de batólitos alcalinos de coloração rósea e textura porfírica. O Granito Aripuanã, por sua vez, é predominantemente caracterizado por sienogranito porfírico, de granulação grossa, apresentando incipiente textura de fluxo magmático.

A Suíte Rio Branco ocorre como um corpo alongado de 75 x 30 km, composto por rochas ácidas a intermediárias no topo e básicas na base (GERALDES, 2000). As rochas ácidas são compostas por riódacitos de cor avermelhada, isotrópicos e porfíricos, com fenocristais de quartzo e feldspato, e por granitos pórfiros de cor vermelha a rósea com textura rapakivi. A porção máfica compreende basaltos toléiticos de granulação fina a afanítica, cinza-escuros e textura maciça, além de gabros de cor esverdeada, granulação média a fina e textura maciça.

O Granito Rio Vermelho ocorre como uma variação de sienogranito a monzogranito, que possui fenocristais de ortoclásio e mais raramente de plagioclásio, além da presença de quartzo azul e piritita disseminada.

A Suíte Tatuí é representada por rochas vulcânicas que apresentam cores vermelha, cinza e preta, de textura afanítica a porfírica e brechada, por vezes com megafenocristais de feldspato alcalino de até 5 cm de tamanho (LACERDA FILHO et al., 2004).

A Suíte Intrusiva Flor da Serra é composta por gabros, dioritos, gabrodioritos, monzogabros, monzodioritos e diabásios que se apresentam como corpos homogêneos, deformados apenas em zonas de falhas.

A Suíte Intrusiva Rio Dourado é representada por biotita-granitos porfíricos, monzogranito a microgranitos com enclaves básicos e granitos róseo-avermelhados. Possuem granulação grossa, sendo comum a presença de textura gráfica.

A Suíte Intrusiva Juruena é composta predominantemente por biotita-granito e, subordinadamente, por monzogranito, granodiorito e monzonito. Esses litotipos possuem textura homogênea e granulação fina a grossa. Apresentam deformação apenas em zonas de cisalhamento (Figura 3.43).

A Suíte Matupá é composta, segundo Moreton e Martins (2003), por quatro fácies graníticas. A primeira é representada por biotita-granitos e biotita-monzogranitos; a segunda, por hornblenda-monzogranitos, biotita-hornblenda-monzonitos e hornblenda-monzodioritos; a terceira, por clinopiroxênio-hornblenda-monzogranitos de cor rosa e textura maciça; a quarta, por biotita-granitos, granitos e monzogranitos com microgranitos e granófiros associados.



**Figura 3.43:** Granitoide não-deformado da suíte intrusiva Juruena.

A Suíte Paranaíta abrange rochas calcialcalinas, de composição monzonítica, monzogranítica e granítica, que ocorrem sob a forma de corpos semicirculares, alongados na direção NW-SE.

O Granito Teles Pires é representado por biotita-granitos e granitos porfíricos que apresentam cor avermelhada, textura porfírica e granulação média a grossa; são discretamente foliados. Nos granitos porfíricos, é comum a presença de textura rapakivi e de pórfiros de quartzo azulado.

O Granito Nhandu se apresenta na forma de corpos circulares ou elípticos de orientação NW-SE, cujos principais litotipos são biotita-granito, biotita-hornblenda-granito, biotita-monzogranito, biotita-hornblenda-monzogranito e sienogranito.

O Granito Fontanilhas engloba, predominantemente, biotita-sienogranitos e biotita-monzogranitos rosados e, subordinadamente, corpos gabroicos. Essas rochas apresentam textura inequigranular a porfírica, com fenocristais de feldspato alcalino de até 10 cm de tamanho. Grande parte dessa unidade se encontra sob a forma de milonitos, protomilonitos e gnaisses.

A Suíte Intrusiva Água Clara é um corpo de composição granítica a granodiorítica, que possui aspecto homogêneo (Figura 3.44), cor cinza-clara a escura, granulação fina a grossa, textura localmente porfírica e foliação concordante com as encaixantes.

A Suíte Serra da Providência é composta por quatro fácies que englobam monzogranitos porfíricos e sienogranitos. Os primeiros contêm hornblenda e biotita, além de fenocristais euédricos de microclina de até 5 cm de tamanho, frequentemente bordados por uma auréola de plagioclásio. Também é bastante comum a presença de enclaves máficos.

A Suíte Nova Canaã ocorre como um conjunto de corpos intrusivos, de geometria elíptica, alongados e subconcordantes com zonas de cisalhamento de direção NW. Os principais litotipos plutônicos são biotita-monzogranitos,



**Figura 3.44:** Granodiorito de textura homogênea da suíte intrusiva Água Clara.

sienogranitos, alcaligranitos. Hornblenda-biotita-granitos e quartzomonzonitos e os subvulcânicos são micromonzogranitos finos e granófiros, que apresentam enclaves dioríticos e monzodioríticos.

O Granito Juara se apresenta sob a forma de diques e/ou corpos tabulares de aplitos e pegmatitos, que afloram como matacões e blocos tabulares. Os primeiros possuem composição sienogranítica a monzogranítica e os segundos, composição predominantemente granítica.

### Formas de Relevo

Nesses domínios, considerando principalmente os aspectos litológicos e o grau de intemperismo, observa-se o predomínio de relevos dos tipos: degraus estruturais; colinas amplas e suaves (Figura 3.45); colinas dissecadas, morros baixos; morros e serras baixas (Figura 3.46); *inselbergs*, planaltos e superfícies aplainadas retocadas.



**Figura 3.46:** Morros e serras baixas, inseridos no domínio DCGR1.

### Características, Adequabilidades e Limitações Frente ao Uso e à Ocupação

As rochas desses domínios possuem elevada resistência à compressão, moderada a alta resistência ao intemperismo físico-químico. Portanto, são adequadas ao uso em fundações e como agregados para concreto e outras aplicações; em contrapartida, necessitam de explosivos para o desmonte.

O grau de fraturamento nas rochas que compõem esses domínios é, normalmente, elevado, fazendo com que elas se desagreguem sob a forma de blocos (Figura 3.47), portanto, é comum a presença de depósitos de tálus bem desenvolvidos, contendo grandes matacões e blocos (Figura 3.48). O intenso fraturamento e a textura foliada (especialmente na borda dos maciços) facilitam os processos intempéricos e as desestabilizações em taludes de corte, podendo soltar blocos e desestabilizar edificações.



**Figura 3.45:** Colinas amplas e suaves (domínio DCGR2).



**Figura 3.47:** Afloramento em bloco de monzogranito da suíte intrusiva Paranaíta.

Nessas áreas fraturadas, se o solo for raso, o risco de contaminação das águas subterrâneas aumenta; portanto, cuidados especiais devem ser tomados com todas as fontes potencialmente poluidoras.

Os solos residuais rasos desses domínios são bons para utilização como saibro, mas, se forem continuamente mecanizados com equipamentos pesados ou pisoteados por gado, podem se compactar, impermeabilizar e sofrer alta erosão hídrica laminar, potencializando o desencadeamento de movimentos naturais de massa.

Por outro lado, os solos bem desenvolvidos (Figura 3.49) são bons para utilização como material de empréstimo, pois apresentam boa capacidade de compactação, são pouco permeáveis, moderadamente plásticos e pouco erosivos. Entretanto, é grande a possibilidade de neles existirem mergulhados blocos e matacões, que dificultam a execução de escavações e perfurações.

No geral, os solos residuais possuem má qualidade química (acidez excessiva), que é compensada pela boa qualidade física: os solos espessos apresentam boa capacidade de fixar nutrientes e assimilar matéria orgânica, são bastante porosos e de boa capacidade hídrica, respondendo bem à adubação. Portanto, desde que, nos relevos favoráveis (preferencialmente os mais planos), os solos sejam corretamente manejados e corrigidos, apresentam bom



**Figura 3.48:** Relevo serrano com desenvolvimento de grandes corpos de tálus.



**Figura 3.49:** Solo evoluído sobre o granito Rio Vermelho (domínio DCGR1).

potencial agrícola. Os subdomínios que contêm minerais ferromagnesianos apresentam solos residuais de fertilidade natural um pouco melhor.

### Potencial Mineral

Esses domínios possuem alto potencial para produção de brita, rocha ornamental e pedra de cantaria, além de minerais industriais, feldspatos, quartzo, cristal e caulim. São altamente favoráveis a mineralizações de estanho, tungstênio, tântalo-nióbio e terras-raras, em granitos alcalinos e aluminosos, e de estanho e tântalo em granitos peraluminosos. Já os granitoides porfiríticos possuem potencial de mineralizações de cobre, ouro e molibdênio. Também há favorabilidade à existência de mineralizações de fluorita, cassiterita, columbita-tantalita e topázio em corpos pegmatíticos internos ou externos a corpos graníticos, além da existência de veios de quartzo auríferos em granitoides calcialcalinos.

### Potencial Geoturístico

Os terrenos desses domínios costumam ser acidentados, havendo muitas áreas de beleza cênica, com rios e córregos contendo trechos com corredeiras, cachoeiras e piscinas naturais que possibilitam investimentos em empreendimentos turísticos.

## DOMÍNIO DOS COMPLEXOS GRANITOIDES INTENSAMENTE DEFORMADOS: ORTOGNAISSES (DCGR3)

### Elementos de Definição e Área de Ocorrência

O Domínio dos Complexos Granitoides Intensamente Deformados ocorre, em maior extensão, no extremo noroeste do Mato Grosso, alongados na direção ESE-WNW, e com pequena expressão areal no sudoeste do estado, ao longo de uma faixa de direção SSE-NNW (Figura 3.50).

Por sua vez, esse domínio se subdivide nas seguintes unidades geológico-ambientais: DCGR3in (Indeterminado), DCGR3pal (Granitoides Peraluminosos) e Séries Graníticas Subcalcinas: Calcialcalinas (baixo, médio e alto-K) e Toleíticas (DCGR3salc).



**Figura 3.50:** Distribuição do domínio DCGR3 no estado do Mato Grosso.

### Geologia

Compõem esse domínio algumas importantes unidades geológicas do estado do Mato Grosso: suítes Pindaítuba, Santa Helena e Colorado; Ortognaisses do Oeste de Goiás, granitos São Pedro e São Romão; Suíte Vitória e Granito Zé do Torno.

A Suíte Intrusiva Pindaítuba compreende granitoides foliados miloníticos e protomiloníticos de composição monzogranítica a granodiorítica e sienogranítica. Essas rochas possuem granulação grossa e cor cinza a avermelhada; são inequigranulares a porfiríticas (Figura 3.51).

A Suíte Santa Helena é composta, em grande parte, por granitos porfíroides ricos em feldspato alcalino, além de granodioritos, tonalitos, aplitos e pegmatitos subordinados. Essas rochas encontram-se gnaissificadas, por vezes



**Figura 3.51:** Exemplo de granitoide foliado (e alterado) da suíte intrusiva Pindaítuba.

migmatizadas (Figura 3.52) e exibem zonas miloníticas, onde a deformação é concentrada e os mergulhos variam de moderados a verticais.

A Suíte ou Complexo Colorado compreende uma associação de rochas polideformadas e metamorfizadas em fácies anfibolito superior, representadas por metamonzogranitos e anfibolitos, oriundos de magmatismo bimodal, xistos e quartzitos (metassedimentos), leucogranitos e rochas máfico-ultramáficas (RIZZOTO et al., 2002).

Os Ortognaisses do Oeste de Goiás são rochas de coloração cinza, granulação média a grossa, composição tonalítica a granodiorítica, com enclaves máficos deformados.

O Granito São Pedro compreende corpos anisotrópicos de forma sigmoidal, orientados segundo uma complexa rede de zonas de cisalhamento de direção NW-SE. São biotita-granitos e biotita-monzogranitos de cor cinza, com tonalidades avermelhadas, granulação média a grossa e texturas variadas, contendo enclaves de diorito, quartzodiorito e quartzomonzonito, além de rochas supracrustais granulitizadas (LACERDA FILHO et al., 2004).

O Granito São Romão é constituído por biotita-granitos finos e microgranitos. Os primeiros apresentam coloração



**Figura 3.52:** Gnaiss migmatítico, pertencente à suíte Santa Helena.

cinza a rosa, pontos esverdeados e textura inequigranular fina a média; os segundos apresentam cor cinza com manchas escuras e textura inequigranular fina. Subordinadamente, observa-se a presença de granodioritos.

A Suíte Intrusiva Vitória é composta, predominantemente, por dioritos de cor cinza com manchas pretas e esverdeadas, estrutura foliada, bandada ou protomilonítica, texturas variadas (predominando as granoblásticas) e granulação fina a grossa. Observa-se a gradação dessas rochas para termos mais evoluídos, como quartzodiorito, monzodiorito e tonalito.

O Granito Zé do Torno ocorre como batólitos alongados de cor rosa a cinza, variando de equigranulares, de granulação média, a porfírica, de matriz média a fina, exibindo textura rapakivi. É comum a presença de enclaves máficos ricos em biotita.

### Formas de Relevo

O Domínio DCGR3 apresenta rochas com alta resistência ao intemperismo, porém, a intensa deformação sofrida por essas rochas gera zonas com estruturas foliadas penetrativas, que facilitam o intemperismo químico e aceleram o processo erosivo, proporcionando formas de relevo mais dissecadas que as dos terrenos vizinhos, menos ou não-deformados (por exemplo, DCGR1 e DCGR2). Por isso, o relevo desse domínio possui feições acidentadas e dissecadas dos tipos degraus estruturais, colinas amplas e suaves, colinas dissecadas e morros baixos, morros e serras baixas (Figura 3.53), escarpas serranas, *inselbergs* e superfícies aplainadas dissecadas (Figura 3.54).



**Figura 3.53:** Morro formado por metamonzogranitos do granito São Romão (domínio DCGR3).



**Figura 3.54:** Superfície aplainada dissecada (domínio DCGR3).

### Características, Adequabilidades e Limitações Frente ao Uso e à Ocupação

O Domínio DCGR3 possui rochas com grande anisotropia geomecânica e hidráulica lateral (presença de foliação e fraturas) que facilita as destabilizações nos taludes de corte (Figura 3.55), principalmente quando se encontram parcialmente alteradas (Figura 3.56).

Já os solos residuais com pedogênese avançada são bons para utilização como material de empréstimo, pois são espessos e apresentam boa capacidade de compactação, são pouco permeáveis, moderadamente plásticos e pouco erosivos. Possuem boa capacidade de eliminar poluentes, por isso, onde os solos são profundos, o risco de contaminação das águas subterrâneas é baixo.

Apesar de suas propriedades químicas naturais serem ruins (são excessivamente ácidos), os solos evoluídos desse domínio possuem boa capacidade de fixar nutrientes e de assimilar matéria orgânica, são bastante porosos, têm boa capacidade hídrica e, portanto, respondem bem à adubação. Os subdomínios que contêm minerais ferromagnesianos apresentam solos residuais de fertilidade natural um pouco melhor.

Os solos pouco evoluídos, por sua vez, são bons para utilização como saibro, mas, onde estão presentes, o potencial erosivo é maior (Figura 3.57), especialmente se forem desmatados, mecanizados ou sofrerem pisoteamento pelo gado. Além disso, a ausência de solos espessos aumenta a vulnerabilidade dos aquíferos subjacentes.



**Figura 3.55:** Afloramento de rocha intensamente fraturada em corte de estrada (favorabilidade a desprendimento de blocos).



**Figura 3.56:** Processo avançado de intemperismo em rocha milonítica.



**Figura 3.57:** Processo avançado de erosão em calha de estrada, sobre solo arenoso e saprólito granito-gnáissico (granito São Romão), induzido por zona de cisalhamento (domínio DCGR3).

## Potencial Mineral

As rochas desse domínio apresentam potencialidades metalogenéticas para ocorrência de ouro e sulfetos, além de potencial para exploração de brita (onde os maciços estão pouco fraturados) e minerais de uso industrial como caulim, feldspatos e quartzo (em especial, pegmatitos alterados). Há ocorrência de rochas ornamentais, com boas características mineralógicas, texturais e de cores geralmente claras (granitoides). Localmente, o potencial de exploração está prejudicado pela textura foliada, heterogeneidade textural e presença de minerais micáceos placoides, além de intenso fraturamento.

## Potencial Geoturístico

Os terrenos desse domínio são montanhosos, havendo muitas áreas de beleza cênica, presença de espigões rochosos, assim como de rios e córregos contendo corredeiras, cachoeiras e piscinas naturais, que possibilitam investimentos em empreendimentos turísticos.

## DOMÍNIO DOS CORPOS MÁFICO-ULTRAMÁFICOS (DCMU)

### Elementos de Definição e Área de Ocorrência

As rochas que compõem esse domínio ocorrem de forma esparsa ao longo das porções noroeste e sudoeste do estado do Mato Grosso, apresentando pequena expressão areal (Figura 3.58).



**Figura 3.58:** Distribuição do domínio DCMU no estado do Mato Grosso.

Estão subdivididas nos seguintes subgrupos, de acordo com o tipo de ocorrência: DCMUmu (Série Máfico-Ultramáfica), DCMUbu (Série Básica e Ultrabásica) e DCMUvb (Vulcânicas Básicas).

## Geologia

O Domínio DCMU, embora com pouca expressão territorial, abrange rochas pertencentes a diversas unidades geológicas do estado do Mato Grosso: Suíte Intrusiva Córrego Dourado, Gabro Juína, Suíte Rio Branco, Formação Arinos, Suíte Intrusiva Vale do Alegre, Suíte Cacoal e Intrusivas Máficas Guadalupe.

A Suíte Intrusiva Córrego Dourado é composta por plutons alongados segundo a direção NNW, com formato subelíptico, compostos por rochas melanocráticas, cinza a verde-escuras, granulação grossa e predominantemente foliadas, variando composicionalmente de metagabros a serpentinitos.

O Gabro Juína é composto por gabros de textura granular média a fina e predominantemente foliados, dioritos de textura porfirítica e diques de diabásio de textura microporfirítica e matriz fina.

A Suíte Rio Branco (porção máfica) compreende basaltos toleíticos e gabros de coloração cinza-escura, granulação fina e textura maciça.

A Formação Arinos é constituída por basaltos que possuem textura predominantemente microporfirítica, com fenocristais de plagioclásio em matriz afanítica cinza-escura.

A Suíte Intrusiva Vale do Alegre é composta por rochas máficas e ultramáficas, anfíbolitos e serpentinitos.

A Suíte Cacoal é composta por rochas básicas e ultrabásicas sob a forma de *stocks* subcirculares, alongados na direção NW-SE, que são representados por dunitos, gabros e serpentinitos de estrutura acamadada.

As Intrusivas Máficas Guadalupe são compostas por corpos básicos representados por gabros, microgabros, diabásios e dioritos porfíricos. Os gabros, que predominam, possuem cor cinza-clara com tonalidades esverdeadas, granulação média e textura maciça, transicionando para diorito porfírico de cor verde-escura com manchas acinzentadas e textura porfírica (LACERDA FILHO et al., 2004).

### Formas de Relevo

As formas de relevo mais comuns encontradas no domínio de rochas máficas e ultramáficas já passaram por processo avançado de dissecação e são dos tipos: colinas amplas e suaves, colinas dissecadas e morros baixos, superfícies aplainadas retocadas e planaltos.

### Características, Adequabilidades e Limitações Frente ao Uso e à Ocupação

Nesse domínio, há predomínio de rochas ricas em minerais ferromagnesianos que se alteram para solos argilosos, liberando vários nutrientes, principalmente potássio, sódio, cálcio, ferro e magnésio. Esses solos possuem, portanto, boa fertilidade natural e baixa erosividade. Armazenam bastante água, mantêm boa disponibilidade de água para as plantas nos períodos secos e não necessitam de irrigação frequente. Por isso, são apropriados para agricultura, especialmente onde contêm manchas de solos do tipo Terra-Roxa.

Porém, é importante que se leve em conta que o uso frequente de maquinários pesados na mecanização do solo e o pisoteamento contínuo pelo gado causam compactação e impermeabilização desses solos, reduzindo o potencial de infiltração das águas das chuvas, com consequente aumento do potencial de erosão laminar e diminuição drástica da recarga das águas subterrâneas, assoreamento dos cursos d'água e extinção de nascentes.

Esses solos também possuem alta capacidade de fixar e eliminar poluentes, tornando baixo o risco de contaminação das águas subterrâneas. Os maciços rochosos, por sua vez, apresentam-se, normalmente, bastante fraturados e podem se constituir em bons depósitos de água. São aquíferos fissurais, de potencial hidrogeológico local irregular. Porém, as fraturas abertas e outras descontinuidades estruturais também fazem com que os poluentes alcancem rapidamente as águas subterrâneas.

Há possibilidade de haver blocos e matacões mergulhados nos solos, afloramentos de rochas duras nos relevos mais acidentados, além de crostas lateríticas nos relevos mais planos. Estas podem ser endurecidas, ácidas e corrosivas, portanto, prejudicam o potencial agrícola, além de causar danos às obras neles enterradas.

Recomendam-se ensaios geotécnicos específicos, devido à presença de argilominerais expansivos, que geram o empastilhamento do solo (inadequados para obras sujeitas às oscilações de grau de umidade), além da presença de solos erosivos e colapsíveis.

### Potencial Mineral

A ambiência geológica desse domínio é altamente favorável a mineralizações de cromo e platinoídes. Há possibilidade de mineralizações de cobre e níquel sulfetadas em intrusões gabbroicas, além de outros minerais de interesse econômico, como alumínio bauxítico de alteração de corpos de anortositos e depósitos de amianto em rochas ultramáficas peridotíticas e duniticas. Também ocorrem rochas ornamentais, carbonatitos em intrusões alcalinas e minerais de uso na construção civil, como argila para cerâmica vermelha.

### Potencial Geoturístico

Considerando os relevos aplainados desse domínio, o potencial turístico relacionado a cachoeiras e quedas d'água e também a mirantes é baixo; mas, nos locais restritos, onde o relevo é mais acidentado, o investimento em atrativos turísticos pode ser promissor.

### DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS SEDIMENTARES E VULCANOSSEDIMENTARES DO EOPALEOZOICO, ASSOCIADAS A RIFTS, NÃO OU POUCO DEFORMADAS E METAMORFIZADAS (DSVE)

#### Elementos de Definição e Área de Ocorrência

Esse domínio ocorre de maneira muito restrita no estado do Mato Grosso, de forma que só é possível observá-lo no extremo norte do estado, divisa com os estados do Pará e Amazonas (Figura 3.59), sendo essas rochas representantes de uma única unidade geológico-ambiental: DSVEs (Predomínio de Rochas Sedimentares).



**Figura 3.59:** Distribuição restrita do domínio DSVE no estado do Mato Grosso.

## Geologia

As rochas do Domínio DSVE, descritas inicialmente por Santiago et al. (1980) como Unidades I e J, afloram na margem esquerda do rio Juruena e são representantes das rochas sedimentares da Bacia do Alto Tapajós. Constituem-se de camadas de arcóseo, conglomerado, grauvasca e siltito vermelho, reunidas na Unidade Ij por Lacerda Filho et al. (2004).

## Formas de Relevo

O caráter sedimentar das rochas que constituem esse domínio confere a ele, em sua pequena área de ocorrência, feições de relevo planares, dos tipos tabuleiros e baixos platôs.

## Características, Adequabilidades e Limitações Frente ao Uso e à Ocupação

Nesse domínio predominam litologias com baixa a moderada resistência ao corte e à penetração, podendo, a maior parte, ser desmontada e escavada com facilidade apenas com ferramentas e maquinários de corte, eliminando ou reduzindo o uso de explosivos e reduzindo os custos de obras que necessitam de escavações.

A permeabilidade e a porosidade dos sedimentos arenosos e conglomeráticos desse domínio são naturalmente altas, mas podem estar prejudicadas pela diagênese acentuada ou pelo processo de silicificação.

As rochas desse domínio são geralmente fraturadas e os poluentes podem se infiltrar facilmente, mas os solos argilosos formados por elas possuem boa capacidade de eliminar esses poluentes. Por outro lado, possuem comportamentos geomecânicos e hidráulicos contrastantes, fazendo com que sua espessura e qualidade agrícola variem muito.

O contraste entre camadas de comportamento, composição e espessura bastante diferentes (rochas quartzosas duras e abrasivas, conglomerados contendo seixos, blocos e maticões) gera importantes armadilhas hidrogeológicas, mas também pode gerar problemas na perfuração.

## Potencial Mineral

Como as litologias desse domínio são facilmente desagregáveis, podem ser utilizadas para produção de cascalhos para a construção civil, além do uso das porções argilosas para a produção de cerâmica vermelha.

## Potencial Geoturístico

Por se tratar de terrenos naturalmente friáveis, embora possível, não é comum a presença de regiões escarpadas, que são grandes atrativos turísticos, tanto pela beleza paisagística quanto pela formação de cachoeiras e quedas d'água. Nesse caso, o potencial para investimentos em empreendimentos turísticos é baixo.

## DOMÍNIO DAS COBERTURAS SEDIMENTARES PROTEROZOICAS, NÃO OU MUITO POUCO DOBRADAS E METAMORFIZADAS (DSP1)

### Elementos de Definição e Área de Ocorrência

O Domínio das Coberturas Sedimentares Proterozoicas ocorre na forma de faixas alongadas na direção WNW-ESSE, em toda a região norte do estado do Mato Grosso, incluindo o limite com os estados do Pará e Amazonas (Figura 3.60).

Subdivide-se, baseado em sua composição litológica, nas unidades geológico-ambientais DSP1saagr (Predomínio de Sedimentos Síltico-Argilosos com Intercalações Subordinadas de Arenitos e Grauvascas); DSP1csaa (Rochas Calcárias e Intercalações Subordinadas de Sedimentos Síltico-Argilosos e Arenosos); DSP1acgsa (Predomínio de Sedimentos Arenosos e Conglomeráticos, com Intercalações Subordinadas de Sedimentos Síltico-Argilosos).



Figura 3.60: Distribuição do domínio DSP1 no estado do Mato Grosso.

## Geologia

O Domínio DSP1 apresenta litologias constituintes das principais bacias paleoproterozoicas e mesoproterozoicas que afloram no estado do Mato Grosso, formadas por reativação tectônica de feições estruturais mais antigas. Como representantes dessas bacias, afloram rochas das formações Dardanelos (Bacia Dardanelos), Palmeiral (Bacia Palmeiral) e Gorotire (Bacia Gorotire) e Grupo Beneficente (Bacia Beneficente).

A Formação Dardanelos é representada por uma sequência de quartzitos, conglomerados e ardósias, a qual é subdividida em quatro unidades. A primeira delas é composta por arenitos e arenitos arcoseanos bem selecionados, de granulação fina a média; a segunda, por siltitos e argilitos

avermelhados, com níveis de arenitos finos; a terceira é formada por arenitos arcoseanos finos, argilosos e friáveis, com níveis esparsos de conglomerados; a quarta unidade é composta por uma sequência de arenitos argilosos e arcoseanos, finos a grossos, com esparsos níveis conglomeráticos.

A Formação Palmeiral é composta basicamente por conglomerados de seixos imbricados e estratificados de quartzo e sílex, quartzarenitos e arenitos arcoseanos, ambos de granulação fina a média, moderadamente a bem selecionados.

A Formação Gorotire é constituída por arenitos esbranquiçados com tons avermelhados, granulometria fina a grossa, por vezes conglomeráticos, e raras intercalações de folhelhos silicosos bem laminados. Na base da sequência, observam-se conglomerados polimíticos com seixos de riolitos. (LACERDA FILHO et al., 2004).

O Grupo Beneficente é formado por sequência arenítica/pelítica, subdividida em quatro unidades. A primeira unidade é composta por conglomerados polimíticos clastosuportados na base, seguidos por arenito argiloso marrom-claro, de granulação média, e por uma sucessão de arenitos e filitos. A segunda unidade é composta por argilitos avermelhados, laminados, com lentes de arenitos finos e calcário margoso. A terceira, por arenito fino a médio, com finas intercalações localizadas de siltitos e argilitos. A quarta unidade é composta por uma sequência de arenitos claros, com intercalações de siltitos e argilitos avermelhados, com pouco mais de 150 m de espessura.

## Formas de Relevo

Por causa do caráter sedimentar (camadas horizontalizadas) do Domínio DSP1, é comum a presença de terrenos aplainados, mesmo nas regiões levemente dobradas. Por

isso, as feições de relevo mais comumente observadas são chapadas e platôs, degraus estruturais, colinas amplas e suaves (Figura 3.61), colinas dissecadas e morros baixos, planaltos e superfícies aplainadas conservadas e retocadas. Mais raramente, observam-se morros e serras baixas (Figura 3.62), escarpas serranas e *inselbergs*.

## Características, Adequabilidades e Limitações Frente ao Uso e à Ocupação

Nesse domínio há predomínio de sedimentos de moderada a alta resistência ao intemperismo físico-químico, que geram espessas e extensas camadas sub-horizontalizadas com boa homogeneidade geomecânica e hidráulica lateral, porém, a variação litológica vertical pode provocar a desestabilização de taludes, especialmente quando há presença de argilominerais expansivos que provocam empastilhamento. Os sedimentos siltico-argilosos são maciços, rijos e plásticos, com alta cerosidade, gerando problemas na perfuração.

A unidade geológico-ambiental que apresenta rochas calcárias margosas possui exposições restritas no extremo norte do estado. Nela podem ocorrer problemas geoambientais ligados a diferentes aspectos, desde contaminação de aquífero até basculamento de obras. Por outro lado, as rochas calcárias, mesmo impuras, alteram-se liberando nutrientes para o solo, principalmente cálcio e magnésio, que geram solos residuais de boa fertilidade natural, alcalinos e de baixa acidez. As manchas de solo geradas por essas rochas são muito apropriadas para a agricultura.

Os solos arenosos, por sua vez, são bastante ácidos, de baixa fertilidade natural e excessivamente permeáveis. Com isso, possuem baixa capacidade de fixar nutrientes e de incorporar matéria orgânica. Também são portadores de



Figura 3.61: Colinas amplas e suaves (domínio DSP1).



Figura 3.62: Serras baixas (domínio DSP1).

alta densidade de fraturas abertas, pelas quais poluentes podem alcançar as águas subterrâneas.

Todo o domínio, consideradas as características descritas, constitui-se, portanto, em um sistema geoambiental frágil frente a toda forma de uso e ocupação que possa interferir de modo um pouco mais significativo em suas características naturais.

### Potencial Mineral

Nesse domínio há um alto potencial para ocorrência de conglomerados diamantíferos e mineralizações de cobre-chumbo-zinco, além de depósitos de fluorita e fosfato sedimentar.

### Potencial Geoturístico

Esse domínio possui alto potencial para turismo ecológico e geoturismo, pela ocorrência de rios em vales retilíneos amplos e delimitados por paredões escarpados, contendo corredeiras, cachoeiras e piscinas naturais.

## DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS SEDIMENTARES PROTEROZOICAS DOBRADAS, METAMORFIZADAS DE BAIXO A MÉDIO GRAU (DSP2)

### Elementos de Definição e Área de Ocorrência

O Domínio DSP2 ocorre na região sul do estado do Mato Grosso, na forma de faixas alongadas em um eixo predominantemente NE-SW, com menores exposições no sudoeste do estado, alongadas no eixo NW-SE (Figura 3.63).



**Figura 3.63:** Distribuição do domínio DSP2 no estado do Mato Grosso.

Foram discriminadas nesse domínio e individualizadas com base em suas composições litológicas cinco unidades geológico-ambientais: DSP2mcsaa (Predomínio de Metacalcários, com Intercalações Subordinadas de Metassedimentos Siltico-Argilosos e Arenosos); DSP2mcx (Intercalações Irregulares de Metassedimentos Arenosos, Metacalcários, Calcissilicáticas e Xistos Calcíferos); DSP2mqmtc (Metarenito, Quartzitos e Metaconglomerados); DSP2msa (Intercalações Irregulares de Metassedimentos Arenosos e Siltico-Argilosos); DSP2sag (Predomínio de Metassedimentos Siltico-Argilosos, com Intercalações de Metagrauvas).

### Geologia

Compõem o Domínio DSP2 rochas de unidades geológicas que fazem parte das principais faixas de dobramentos do estado do Mato Grosso, como Paraguai e Aguapeí. A Faixa Paraguai é caracterizada por uma sequência de rochas metassedimentares e metavulcanossedimentares de margem passiva, com remanescentes de crosta oceânica e de bacia de antepaís, às quais estão relacionados importantes depósitos de rochas carbonáticas. A Bacia/Faixa Aguapeí situa-se na Província Sunsás, sudoeste do Cráton Amazônico, e é composta por rochas sedimentares depositadas em ambiente transgressivo-regressivo, posteriormente metamorfizadas, aflorantes de forma restrita no extremo sudoeste do estado.

Como partes integrantes dessas faixas móveis, afloram no estado do Mato Grosso as formações Fortuna, Morro Cristalino, Vale da Promissão, Araras, Diamantino, Raizama, Puga e o Grupo Cuiabá.

A Formação Fortuna (Bacia/Faixa Aguapeí) é composta por conglomerado oligomítico basal, com seixos de quartzo e quartzito em matriz de sericita, que, localmente, é recoberto por metarenitos e metapelitos avermelhados.

A Formação Morro Cristalino (Bacia/Faixa Aguapeí) é composta por arenitos frequentemente seixosos com estratificações cruzadas tabulares e por arenitos finos com estratificações cruzadas festonadas, cujos graus de deformação são bastante variados.

A Formação Vale da Promissão (Bacia/Faixa Aguapeí) é composta por metassiltitos, ardósias e metargilitos que apresentam sequências granocrescentes cíclicas, além de metarenitos subordinados.

A Formação Araras (Faixa Paraguai) é composta por um pacote pelitocarbonático, subdividido nos membros Inferior e Superior. O Membro Inferior é constituído por margas com seixos ou conglomerados com matriz margosa na base, seguidos de calcários margosos (Figura 3.64) com intercalações de siltitos, argilitos calcíferos e calcários calcíticos e dolomíticos no topo. O Membro Superior é composto por dolomitos (Figura 3.65) com intercalações subordinadas de arenitos, siltitos e argilitos calcíferos, com níveis de sílex e concreções silicosas.

A Formação Diamantino (Faixa Paraguai) é composta por arcóseos basais seguidos por um espesso pacote de folhelhos e siltitos micáceos, estratificados e finamente laminados, que ocorrem nas bordas do Planalto dos Parecis.



**Figura 3.64:** Afloramento de metacalcário do membro inferior da formação Araras (domínio DSP2).



**Figura 3.67:** Filitos intensamente dobrados e fraturados da unidade 3 do grupo Cuiabá.



**Figura 3.65:** Afloramento de dolomito do membro superior da formação Araras (domínio DSP2).

A Formação Raizama (Faixa Paraguai) é composta por quartzitos médios com níveis conglomeráticos, passando a arenitos feldspáticos e arcoseanos brancos e róseos, granulação média, que possuem estratificações planoparalelas, marcas de onda e finas intercalações de folhelhos (Figura 3.66).

O Grupo Cuiabá (Faixa Paraguai) compreende uma sequência de metassedimentos filitosos e xistosos integrantes da Faixa Paraguai (Figura 3.67), que foram subdivididos informalmente em nove unidades por Luz et al. (1980).

A Formação Puga (Faixa Paraguai) constitui-se de camadas de diamictito associadas a paraconglomerados (com blocos de quartzitos, calcários, gnaisses, anfíbolitos, granitos e riódacitos), arenito, siltito e folhelho.



**Figura 3.66:** Afloramento de quartzito com finas intercalações de folhelhos da formação Raizama (domínio DSP2).

## Formas de Relevo

O Domínio DSP2 comporta litologias que, por sua natureza sedimentar, apresentam morfologia planar, de maneira a gerar relevos também aplainados. Por isso, as feições de relevo mais comumente encontradas são dos tipos baixos platôs, chapadas (Figura 3.68) e platôs, planaltos, superfícies aplainadas conservadas e retocadas, degraus estruturais, colinas amplas e suaves, colinas dissecadas e morros baixos, morros e serras baixas.

Quando a litologia é resistente ao intemperismo, sustenta relevos mais acidentados do tipo montanhoso, escarpas serranas (Figura 3.69) e *inselbergs*. Também se observa a presença de vales encaixados e vertentes recobertas por depósitos de encosta (Figura 3.70).



**Figura 3.68:** Superfície totalmente plana no topo da Chapada dos Guimarães, sobre arenito da formação Raizama.



**Figura 3.69:** Relevo serrano, sustentado por quartzitos róseos da formação Raizama.



**Figura 3.70:** Grandes depósitos de encosta em serra de topo plano (formação Vale da Promissão).

### Características, Adequabilidades e Limitações Frente ao Uso e à Ocupação

O Domínio DSP2 possui intercalação de metassedimentos de composições muito variadas, que geram respostas geoambientais muito diferentes.

As unidades geológico-ambientais cujas litologias são finamente laminadas possuem alta fissibilidade, maior heterogeneidade vertical e podem conter argilominerais expansivos. São, portanto, mais suscetíveis a desestabilizações em taludes de corte e a movimentos naturais de massa, além de oferecerem resistência à perfuração, devido à alta cerosidade.

Os metassedimentos ricos em quartzo são fraturados e liberam placas em taludes de corte. Já as rochas calcárias, dissolvem-se com facilidade pela ação das águas e podem conter cavidades que ocasionam colapsos na superfície e abatimentos.

Os metassedimentos quartzosos, quando alterados, geram solos residuais arenosos bons para serem usados como saibro, mas erosivos e permeáveis, que propiciam aos poluentes se infiltrar e contaminar as águas subterrâneas. O mesmo acontece nas regiões calcárias (Figura 3.71), por



**Figura 3.71:** Afloramento de calcário alto potencial agrícola x alto potencial de contaminação do lençol freático.

causa das cavidades que conectam diretamente as águas subterrâneas e de superfície. Os solos argilosos, por outro lado, devido à sua alta porosidade e baixa permeabilidade, possuem alta capacidade de reter poluentes.

Os solos arenosos possuem também baixa fertilidade natural, pois são bastante permeáveis (perdem água rapidamente) e ácidos. Por outro lado, os solos argilosos ou argilossiltosos são pouco permeáveis e possuem boa capacidade de assimilar matéria orgânica. Já os solos de rochas calcárias possuem boa fertilidade natural, baixa erosividade, baixa acidez e muito alta capacidade de fixar nutrientes e assimilar matéria orgânica.

### Potencial Mineral

A ambiência geológica do Domínio DSP2 é favorável a mineralizações de chumbo, prata, cobre, ferro e manganês sedimentar e supergênico, além de mineralizações fosfatadas em rochas pelíticas e fluorita em rochas metacalcárias.

As rochas calcárias podem ser exploradas para fabricação da cal, corretivo de solo, cimento e vários outros usos industriais. Também são bastante adequadas para a produção de brita e de rocha ornamental.

As rochas calcárias pertencentes a esse domínio constituem-se nos principais depósitos de calcário do centro-oeste e são amplamente exploradas (Figura 3.72).



**Figura 3.72:** Pedreira de exploração de calcário.

### Potencial Geoturístico

Os relevos altos de topos planos costumam gerar excelentes mirantes de incrível beleza paisagística. Nos locais onde há quebra de relevo, costumam ser portadores de rios com cachoeiras, corredeiras e piscinas naturais. Nos domínios de rochas calcárias, há cavernas (Figura 3.73), sumidouros e rios subterrâneos, favoráveis a empreendimentos geoturísticos.



Figura 3.73: Gruta Azul, formada em metacalcário dolomítico (membro superior do grupo Araras).

## DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS VULCANOSSEDIMENTARES TIPO GREENSTONE BELT, ARQUEANO ATÉ O MESOPROTEROZOICO (DGB)

### Elementos de Definição e Área de Ocorrência

O Domínio dos *Greenstone belts* (DGB) ocorre de maneira muito restrita no sudoeste do estado do Mato Grosso, sob a forma de três faixas subparalelas de direção NW-SE (Figura 3.74), agrupadas, por suas composições litológicas, na unidade geológico-ambiental DGBko (Sequências Vulcânicas Komatiíticas, Associadas a Talco-Xistos, Anfibolitos, *Cherts*, Formações Ferríferas e Metaultrabasitas).



Figura 3.74: Distribuição do domínio DGB no estado do Mato Grosso.

## Geologia

Esse domínio é representado apenas pelo Grupo Alto Jauru, cujas litologias são divididas em três formações.

A Formação Mata Preta compreende metabasaltos toleíticos com *pillows*, ultramáficas komatiíticas, níveis descontínuos de lavas e tufos, além dos metassedimentos metacherts e xistos com níveis de magnetita e granada (LACERDA FILHO et al., 2004).

A Formação Manuel Leme é composta por lavas e tufos seguidos de metacherts, formações ferríferas bandadas (BIFs) e xistos, com raros metatufos félsicos.

A Formação Rancho Grande é composta por anfibolitos intercalados com quartzitos, xistos grafitosos e gnaisses biotíticos.

## Formas de Relevo

Esse domínio é representado por relevos suavemente ondulados, sem quebras significativas ou vales encaixados. As feições de relevo mais comumente encontradas são colinas amplas e suaves (Figura 3.75), colinas dissecadas e morros baixos, morros e serras baixas (Figura 3.76) e superfícies aplainadas retocadas.



Figura 3.75: Feição de colinas amplas e suaves (domínio DGB).



Figura 3.76: Serra baixa de topo aplainado (domínio DGB).

## Características, Adequabilidades e Limitações Frente ao Uso e à Ocupação

O Domínio DGB possui intercalações irregulares de camadas de litologias diferentes, que provocam a variação das propriedades físico-químicas e aumentam os custos de grandes obras lineares, tanto na fase de planejamento como na de execução. A marcante estratificação dos metassedi-

mentos faz com que liberem placas com facilidade, assim como o grau de fraturamento provoca a desagregação de blocos (Figura 3.77), levando à instabilização em taludes de corte.

Tais litologias se alteram para solos residuais argilossiltosos (Figura 3.78), que são pouco erosivos e pouco permeáveis, com boa estabilidade em taludes de corte. São solos plásticos, com boa capacidade de compactação e, portanto, bons para serem utilizados como material de empréstimo.

São também profundos, ricos em nutrientes (principalmente magnésio), com boa capacidade para fixar nutrientes e assimilar matéria orgânica. Respondem bem à adubação, possuem boa capacidade hídrica e, portanto, boa fertilidade natural. O potencial agrícola, entretanto, pode variar de muito bom, em relevos mais planos, a muito ruim, nos raros locais onde o relevos é mais acidentado.



Figura 3.77: Blocos na superfície do solo (domínio DBG).



Figura 3.78: Solo argiloso (domínio DGB).

## Potencial Mineral

O Domínio DGB possui terrenos com altíssimo potencial para mineralizações auríferas, como, por exemplo, o Depósito de Ouro do Cabaçal. A ambiência geológica é também bastante favorável a mineralizações de cobre, chumbo e zinco em rochas metabásicas; em rochas metaltramáficas,

mineralizações primárias de níquel, cromo e platina. Podem ocorrer, também, minerais de uso industrial, como barita, talco, vermiculita, pirofilita, calcários, quartzitos e pedras preciosas.

## Potencial Geoturístico

As pequenas quebras de relevo observadas nesse domínio são favoráveis aos empreendimentos turísticos, pela ocorrência de rios com formações de cachoeiras, corredeiras e piscinas naturais, além dos pontos de admiração da beleza paisagística proporcionada pelos mirantes naturais.

## REFERÊNCIAS

- BARBOSA, O.; RAMOS, J. R. de A.; GOMES, F. de A.; HELMBOLD, R. **Geologia e estratigráfica, estrutural e econômica da área do projeto Araguaia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1966. (Divisão de Geologia e Mineralogia, Monografia, 19).
- GERALDES, C. M. **Geoquímica e geocronologia do plutonismo granítico mesoproterozoico do SW do estado do Mato Grosso (SW do cráton Amazônico)**. 2000. 414 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- LACERDA FILHO, J. V. de (Org.) et al. **Geologia e recursos minerais do estado de Mato Grosso**: texto explicativo dos mapas geológico e de recursos minerais do estado de Mato Grosso. Cuiabá: CPRM, 2004. 235 p. CD-ROM com mapas estaduais. Programa Geologia do Brasil (PGB).
- LUZ, J. S.; ARAUJO, E. S.; GODOI, H. O. **Projeto Coxipo**: relatório final. Fase I. Goiânia: CPRM, 1980. 5 v. v.1.
- MORETON, L. C.; MARTINS, E. G. Geologia e recursos minerais da folha Vila Guarita – SC.21-Z-B, escala 1:250.000. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 8., 2003, Manaus. **Anais...** Cuiabá: SBG, 2003.
- RIZZOTTO, G. J. et al. O granito Aripuanã: datação U-Pb e implicações metalogenéticas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 41., 2002, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBG/NE, 2002.
- SANTIAGO, A. F.; SANTOS, J. O. S.; MAIA, R. G. N. Estratigrafia preliminar da bacia sedimentar do alto Tapajós. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31., 1980, Balneário de Camboriú. **Anais...** Balneário de Camboriú: SBG, 1980. v. 2, p. 786-797.
- SILVA, C. R. da; RAMOS, M. A. B.; PEDREIRA, A. J.; DANTAS, M. E. 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, 2008. 264 p. il. p. 11-20.

# 4

## PANORAMA DA PESQUISA E DO POTENCIAL PETROLÍFERO

Kátia da Silva Duarte (*ksduarte@anp.gov.br*)  
Bernardo Faria de Almeida (*bfalmeida@anp.gov.br*)  
Antenor de Faria Muricy Filho (*amuricy@anp.gov.br*)  
Cintia Itokazu Coutinho (*ccoutinho@anp.gov.br*)  
Luciene Pedrosa (*lpedrosa@anp.gov.br*)

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

### SUMÁRIO

Introdução .....	65
Bacia dos Parecis .....	68
Bacia do Alto Tapajós .....	69
Bacia do Bananal.....	69
Bacia do Pantanal.....	69
Bacia do Paraná.....	70
Referências.....	71



## INTRODUÇÃO

O potencial petrolífero de uma região está primariamente relacionado à existência, extensão e espessura de seu pacote sedimentar. Nesse aspecto, o estado do Mato Grosso tem em seu território cinco bacias sedimentares que correspondem a parte da Bacia do Alto Tapajós, mas também ao extremo norte das bacias do Pantanal e Paraná, assim como grande parte das bacias do Bananal e dos Parecis (Figura 4.1).

Em observância à lei vigente que regula a concessão de áreas visando à pesquisa e produção de petróleo e gás, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) fiscaliza atualmente (janeiro de 2010), no estado do Mato Grosso, seis concessões exploratórias (Tabela 4.1; Figura 4.2).

Ao longo da história de exploração da região, foi coletado um volume considerável de dados geológicos e geofísicos, cuja localização é apresentada nas figuras 4.3 e 4.4.

A ANP atua na busca pelo aumento das reservas petrolíferas brasileiras não apenas por meio das concessões, como também de seus planos plurianuais de estudos de geologia e geofísica (PPA de G&G) (ANP, 2009). O plano atual, que compreende os anos de 2007 a 2011, já possibilitou a aquisição de dados novos por meio de aerolevantamentos gravimétricos e magnetométricos na porção norte da Bacia do Paraná e levantamentos geoquímicos na Bacia dos Parecis, estando também em execução a aquisição de novos dados sísmicos de dimensões regionais na mesma bacia (Figura 4.5).

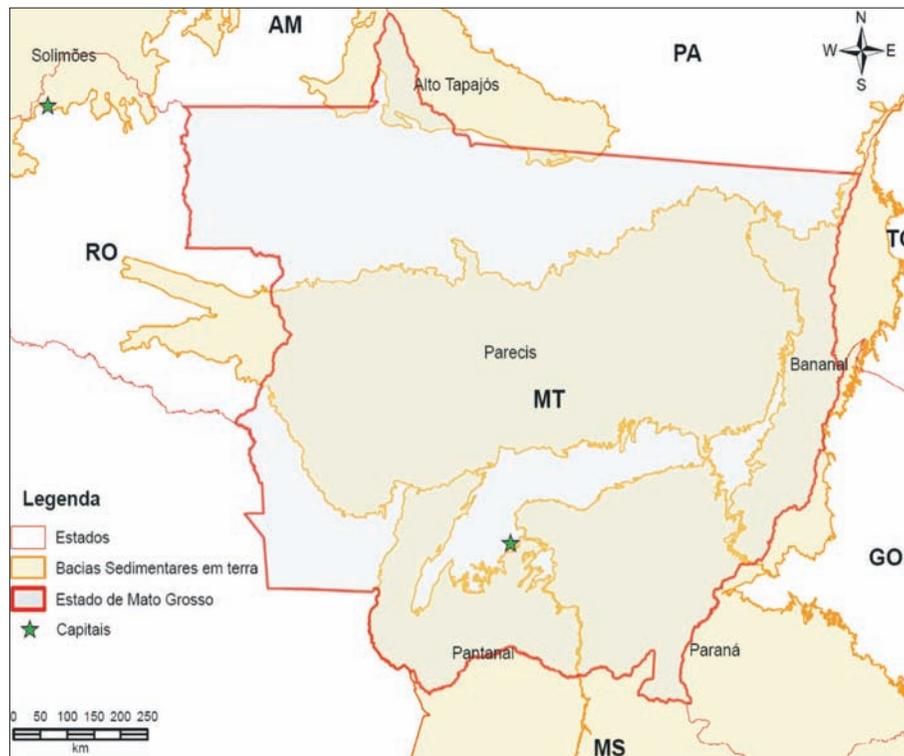


Figura 4.1: Bacias sedimentares existentes no estado do Mato Grosso.

Tabela 4.1: Áreas concedidas para a exploração (pesquisa) de petróleo no estado do Mato Grosso.

Blocos Exploratórios					
Contrato	Bacia	Nº Blocos	Assinatura	Licitação	Operador
PRC-T-104_R10	Parecis	1	30.04.2009	10	Petrobras
PRC-T-105_R10	Parecis	1	30.04.2009	10	Petrobras
PRC-T-106_R10	Parecis	1	30.04.2009	10	Petrobras
PRC-T-121_R10	Parecis	1	30.04.2009	10	Petrobras
PRC-T-122_R10	Parecis	1	30.04.2009	10	Petrobras
PRC-T-123_R10	Parecis	1	30.04.2009	10	Petrobras

Fonte: ANP-SIGEP (jan./2010).

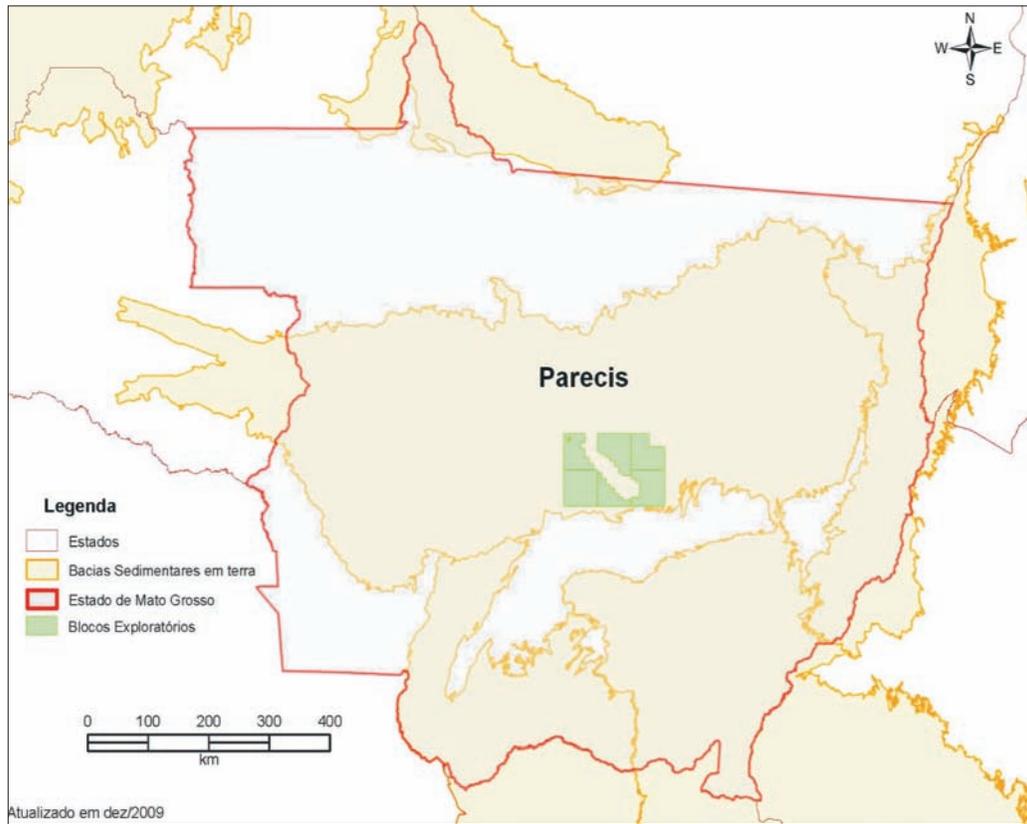


Figura 4.2: Áreas concedidas como blocos exploratórios no estado do Mato Grosso.

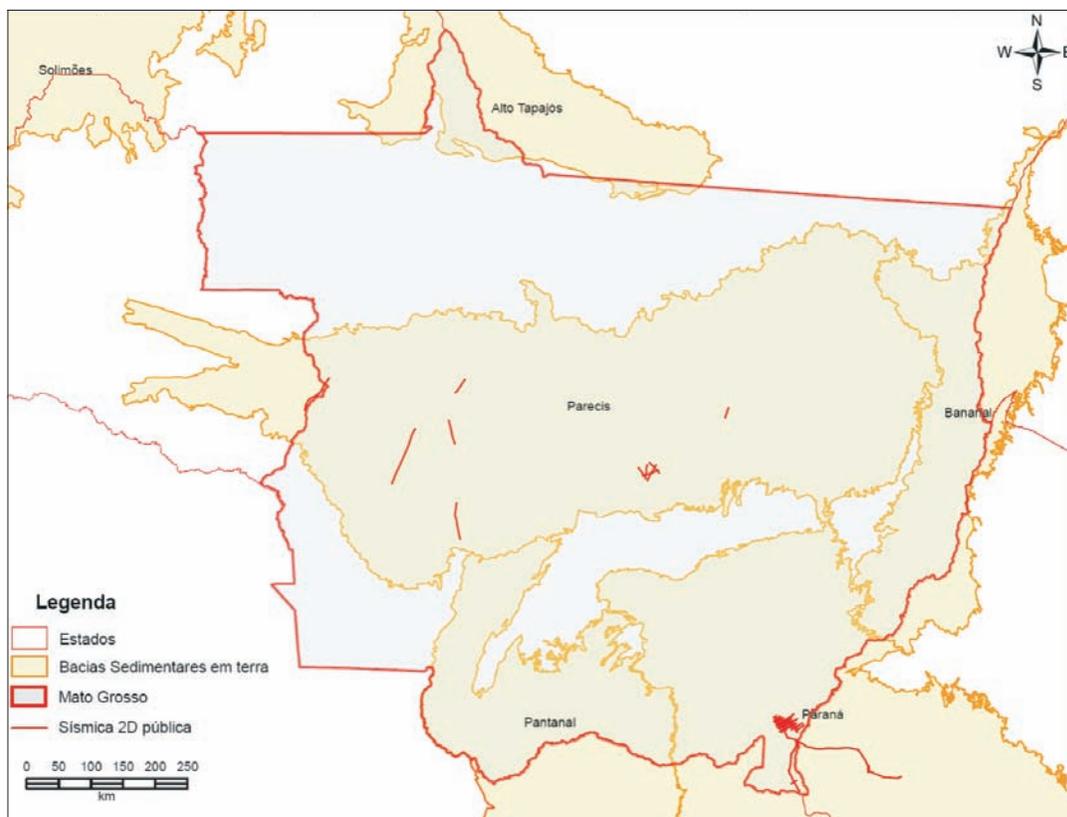


Figura 4.3: Levantamentos sísmicos no estado do Mato Grosso.

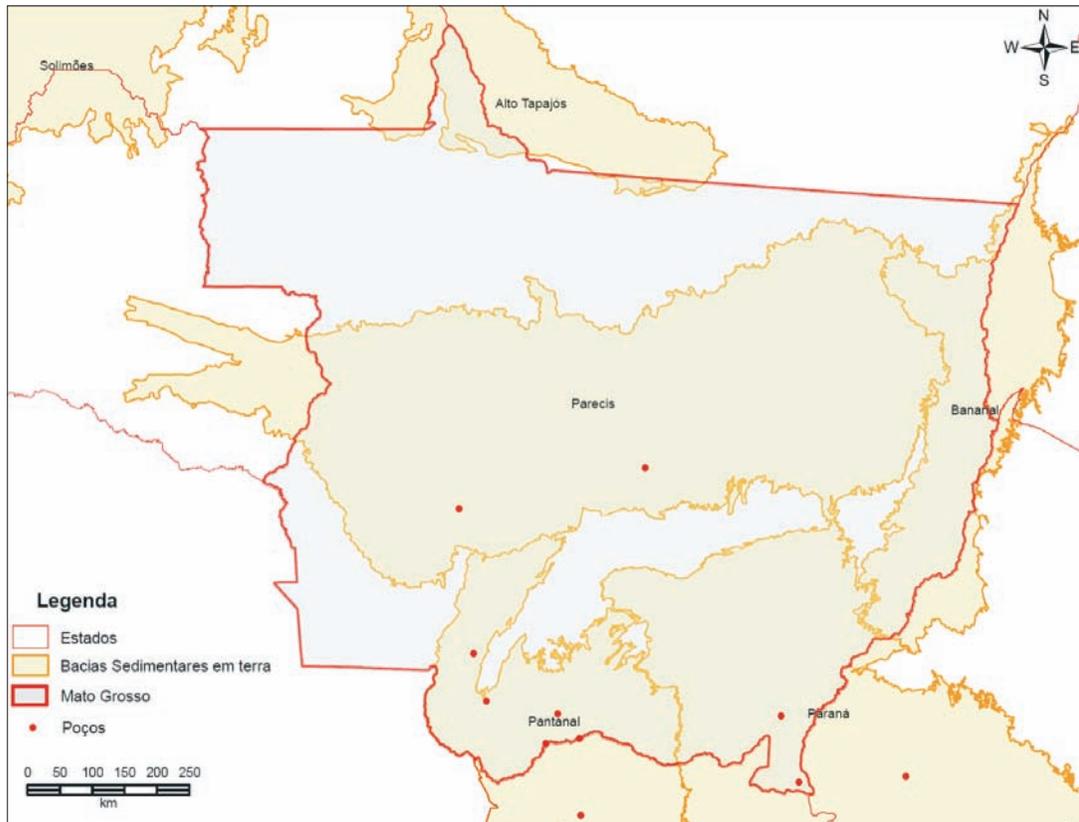


Figura 4.4: Poços perfurados no estado do Mato Grosso.

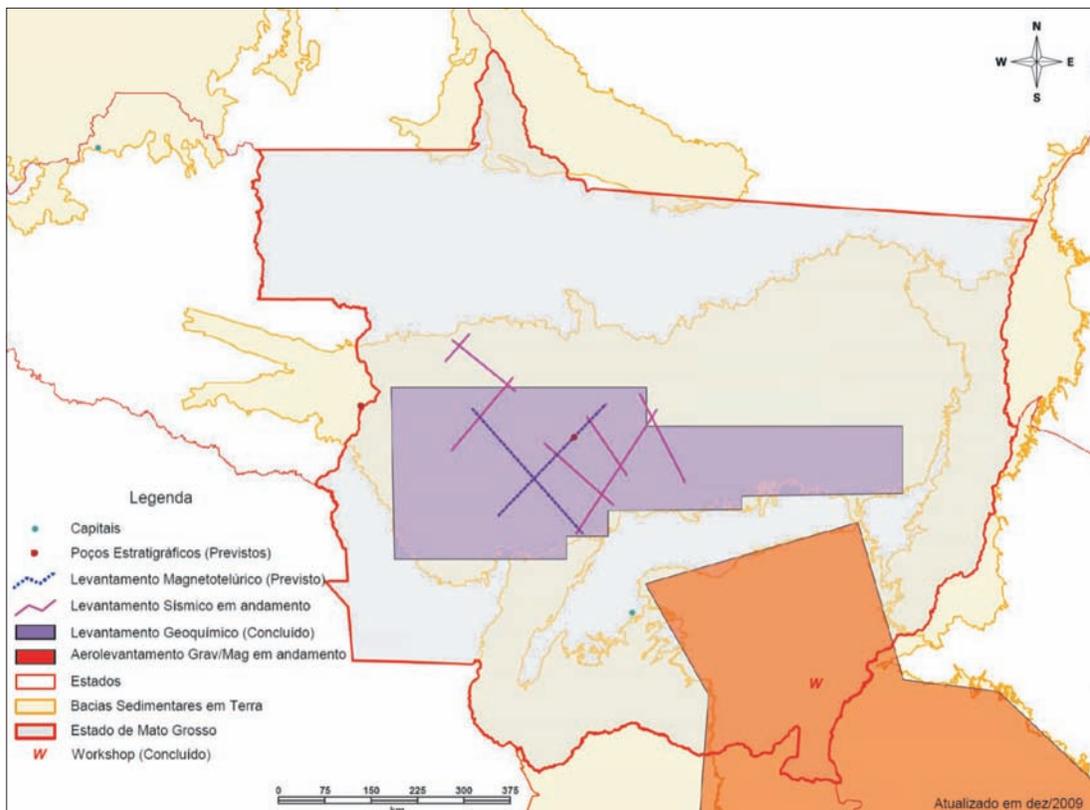


Figura 4.5: Mapa de localização dos projetos do plano plurianual de geologia e geofísica da ANP.

## BACIA DOS PARECIS

Situada na porção centro-oeste do país, a Bacia dos Parecis (Figura 4.1) constitui uma das áreas sedimentares paleozoicas (eventualmente proterozoicas) brasileiras. Recobre uma região de aproximadamente 355 mil km<sup>2</sup>, abrangendo, principalmente, o estado do Mato Grosso e pequena parte do estado de Rondônia. A bacia engloba total ou parcialmente 92 municípios.

Conforme Siqueira e Teixeira (1993), o interesse para hidrocarbonetos nessa bacia iniciou-se com os trabalhos de reconhecimento realizados pela Petrobras que permitiram, por exemplo, a descoberta de exsudações de gás termoquímico na região de Salto Magessi, no rio Teles Pires. Outra motivação importante são os resultados obtidos no Paleozoico e Proterozoico de diversas bacias análogas em outras partes do mundo.

Além dos trabalhos de reconhecimento, foram também realizados os seguintes projetos de mapeamento e levantamentos aerogeofísicos:

- Projeto Serra dos Parecis (1043): Cobertura de uma área total de 48.000 km<sup>2</sup>, com levantamentos aeromagnetométrico e aerogravimétrico, com espaçamento de 2 km entre as linhas de voo.
- Projeto Bacia dos Parecis (4049): Cobertura de uma área total de 160.000 km<sup>2</sup>, com levantamento aeromagnetométrico, com espaçamento de 3 km entre as linhas de voo.
- Projeto Bacia dos Parecis (Sub-Bacia Alto Xingu) – Bloco I (4061): Cobertura de uma área total de 94.662 km<sup>2</sup>, com levantamento aeromagnetométrico, com espaçamento de 3 km entre as linhas de voo.
- Projeto Bacia dos Parecis (Sub-Bacia Alto Xingu) – Bloco II (4062): Cobertura de uma área total de 101.850 km<sup>2</sup>, com levantamentos aeromagnetométrico e aerogravimétrico, com espaçamento de 6 km entre as linhas de voo.
- Projeto Reserva Indígena Juruena (4064): Cobertura de uma área total de 66.982 km<sup>2</sup>, com levantamentos aeromagnetométrico e aerogravimétrico, com espaçamento de 18 km entre as linhas de voo.
- Projeto Nordeste do Campo Novo (4065): Cobertura de uma área total de 10.418 km<sup>2</sup>, com levantamentos aeromagnetométrico e aerogravimétrico, com espaçamento de 18 km entre as linhas de voo.
- Projeto Barreiro (2022): Cobertura de uma área total de 66.000 km<sup>2</sup>, com levantamentos de gamaespectrometria e magnetometria.
- Projeto Pacaás Novos (1035): Cobertura de uma área total de 49.000 km<sup>2</sup>, com levantamentos de gamaespectrometria e magnetometria.

Atualmente, a Bacia dos Parecis se apresenta totalmente recoberta por levantamentos gravimétricos e magnetométricos, permitindo a realização de importantes trabalhos de interpretação, como os de Braga e Siqueira (1996), Duarte (2005) e Flexor et al. (2003). A fim de pro-

porcionar uma integração dos dados geofísicos atualmente existentes com outros métodos, foi realizada recentemente uma campanha de aquisição de dados magnetotélúricos (MT) por pesquisadores do Observatório Nacional. Nesse levantamento, foram efetuadas 55 sondagens MT ao longo de um perfil de mais de 500 km, que atravessa diversas tendências estruturais previamente delimitadas da Bacia dos Parecis.

Foram perfurados na bacia, pela Petrobras, dois poços estratigráficos em 1993 e 1995, respectivamente 2-FI-0001-MT e 2-SM-001-MT, no estado do Mato Grosso. Ambos foram considerados secos, sem indício de hidrocarbonetos.

Os dados provenientes do poço 2-SM-001-MT, no entanto, possibilitaram a descrição de uma seção de sedimentos, possivelmente de idade proterozoica, iniciando-se a aproximadamente 3.974 m, na qual se pôde identificar um folhelho negro como provável gerador. Essa unidade corresponderia ao Grupo Bambuí da Bacia do São Francisco.

A Bacia dos Parecis é considerada atualmente uma bacia de nova fronteira, apresentando conhecimento incipiente dos modelos geológicos e sistema petrolífero. Conta com poucos dados de poços, poucos dados sísmicos 2D e sem dados sísmicos 3D. Torna-se, portanto, necessário o aumento desse conhecimento para diminuição do risco exploratório em curto prazo, visando-se a atrair novos investimentos para a região. Nesse sentido, a ANP vem atuando, com o Plano Plurianual de Estudos de Geologia e Geofísica (PPA de G&G) (2007-2011), tendo concluído um levantamento geoquímico que detectou importantes anomalias de hidrocarbonetos, favorecendo a concessão de todos os blocos ofertados na 10<sup>a</sup> Rodada de Licitação.

Essa bacia apresenta aspectos geopolíticos, econômicos e geológicos favoráveis para sua priorização dentro dos estudos e serviços de geologia e geofísica realizados pela ANP que visam à avaliação do potencial das bacias brasileiras. Sua localização estratégica, proximidade com centros consumidores do centro-oeste brasileiro, com destaque para Brasília, as exsudações de hidrocarbonetos identificadas durante os trabalhos de reconhecimento geológico em superfície, além dos resultados obtidos por meio dos levantamentos já efetuados mostram características atrativas para continuidade de pesquisas de petróleo.

O levantamento geoquímico de superfície, devido ao baixo custo e à facilidade de aplicação, está sendo cada vez mais utilizado na exploração de bacias sedimentares em outras partes do mundo. Os resultados desse método, quando integrados com outros dados (geologia, geofísica, estratigrafia etc.), permitem a identificação rápida dos processos de geração e migração de hidrocarbonetos em amplas áreas das bacias sedimentares, facilitando a seleção de setores mais favoráveis à concentração dos esforços exploratórios.

Os dados sísmicos que precederam ao levantamento sísmico regional hoje em andamento apresentam-se como registros discretos e locais, necessitando de reprocessamento para realização de novas interpretações.

Diante desse quadro, igualmente está previsto no Plano Plurianual de G&G da ANP a perfuração de poços estratigráficos, visando a elucidar várias incertezas geológico-estratigráficas sobre a Bacia dos Parecis.

## BACIA DO ALTO TAPAJÓS

A Bacia do Alto Tapajós tem área aproximada de 76.500 km<sup>2</sup> e está localizada na região limítrofe dos estados do Amazonas e Pará, com pequena parte ocupando o estado do Mato Grosso (Figura 4.1).

As primeiras informações geológicas sobre as rochas dessa bacia foram relatadas por Moura (1932), que, em trabalho de reconhecimento no vale do Alto Tapajós, considerou seus sedimentos de idade cretácea. No entanto, microfósseis devonianos foram confirmados por Teixeira (2001) na Formação São Benedito. Esse autor, com base em dados aerogravimétricos e aeromagnetométricos, sugere para a bacia uma evolução iniciada com um sistema rifte interior/depressão interior de idade rifeana/ vendiana (Neoproterozoico), sucedido por outro sistema semelhante no Paleozoico.

O setor noroeste da Bacia do Alto Tapajós foi mapeado em escala de reconhecimento – 1:250.000 (SANTIAGO et al., 1978), quando foram feitas as principais determinações paleontológicas. As rochas sedimentares ali aflorantes foram divididas por esses autores em 10 formações: uma de idade neoproterozoica (antiga Formação Palmares e atual Formação Buiuçu) e as demais paleozoicas. Recentemente, Teixeira (2001) agrupou aquelas formações em duas megassequências, uma neoproterozoica (Rifeano/Vendiano) e outra paleozoica.

Em investigação geológico-econômica na região, Barbosa (1966) considerou parte dos sedimentos da Bacia do Alto Tapajós como Grupo Cubencranquém, admitindo uma sedimentação epinerítica e costeira, formada na plataforma de um mar de idade siluriana, e definiu uma sequência permocarbonífera, que denominou Grupo Sucunduri, correlacionando-o à Formação Prainha, de Almeida e Nogueira Filho (1959), e à Formação Nova Olinda, de Kistler (1954). Posteriormente, trabalhos do Projeto Radam (MONTALVÃO et al., 1979; SANTOS et al., 1975) descreveram e cartografaram os sedimentos da Bacia do Alto Tapajós como pertencentes ao Grupo Beneficente, considerando a sedimentação que se seguiu ao vulcanoplutonismo do Grupo Uatumã.

No mapeamento da Sudam/Geometric (1976), partes dos sedimentos da bacia em estudo foram relacionadas à Formação Prosperança descrita por Paiva (1929). Entretanto, Suszczynski (1976) introduziu nova concepção que alterou substancialmente o padrão estratigráfico tradicional da região, incluindo a bacia antiga sedimentar do Alto Tapajós em um sistema vulcanossedimentar dobrado ou “Sistema Cachimbo-Apiacás”, o qual assinala o reinício das grandes transgressões marinhas do fim do Pré-Cambriano que persistiriam até o Devoniano, abrangendo as formações Trombetas e Curuá, que formariam uma só série cronoestratigráfica situada no topo da bacia sedimentar antiga do Alto Tapajós. Essa concepção de Suszczynski modificava os

conceitos introduzidos pelos geólogos da Petrobras (KISTLER, 1954; LUDWIG, 1964; CAPUTO et al., 1971, dentre outros) sobre a evolução e os estágios de sedimentação das bacias paleozoicas da região.

Não obstante os trabalhos retromencionados, os poucos dados existentes sobre a bacia não permitem especular sobre a existência ou ausência de um sistema petrolífero. No entanto, pode-se considerar a existência de boas rochas geradoras e reservatórios paleozoicos. Apesar de o caráter incipiente de seu conhecimento, a Bacia do Alto Tapajós é considerada potencialmente prospectável, principalmente dada as ocorrências de carvão, calcário e fosfato. No entanto, a grande porcentagem de área não-explorável (reservas ambientais, militares e indígenas) compromete a priorização da bacia em termos de investimentos exploratórios. Dessa forma, o Plano Plurianual de Estudos de Geologia & Geofísica da ANP prevê apenas a realização de levantamento geoquímico para 2011.

## BACIA DO BANANAL

A Bacia do Bananal compreende a ilha de mesmo nome, o Pantanal do Rio das Mortes, a planície aluvial do rio Araguaia e algumas áreas periféricas. Tem área aproximada de 87.000 km<sup>2</sup> e está localizada no limite dos estados de Mato Grosso, Tocantins e Goiás (Figura 4.1).

A Bacia do Bananal é uma das maiores e mais desconhecidas áreas de sedimentação de cobertura quaternária continental da América do Sul. A bacia é constituída, superficialmente, por pacotes de sedimentos da Formação Araguaia, depositados nas margens do rio Araguaia. A designação “Formação Araguaia” foi proposta por Barbosa (1966 apud ANA, 2006), em referência às coberturas cenozoicas predominantemente arenosas presentes em todo o vale do rio Araguaia.

A bacia encontra-se ainda praticamente inexplorada, não existindo, atualmente, por conseguinte, área em concessão para exploração (pesquisa) de hidrocarbonetos.

A análise de dados gravimétricos de satélite indica uma anomalia nas porções norte e central da bacia, o que sugere a ocorrência de depocentro ou presença de rochas de maior densidade, ou ainda uma possível continuidade de rochas da Bacia dos Parecis em direção à Bacia do Bananal.

Em função da sedimentação muito recente (quaternária), a Bacia do Bananal não recebeu prioridade para pesquisas exploratórias visando à avaliação do potencial petrolífero. No entanto, na hipótese de se comprovar a continuidade dos sedimentos mais antigos da Bacia dos Parecis, a Bacia do Bananal poderá ser considerada para pesquisas exploratórias mais sistemáticas.

## BACIA DO PANTANAL

A Bacia do Pantanal tem área aproximada de 163.000 km<sup>2</sup> e está localizada na Região Centro-Oeste do Brasil. Apenas a porção norte da bacia está localizada no estado do Mato Grosso (Figura 4.1).

As informações de subsuperfície mais importantes referem-se a 11 poços antigos, perfurados no início da década de 1960 pela Petrobras. Foram obtidas cinco linhas sísmicas, que se apresentam como registros discretos e locais, necessitando de reprocessamento e ampliação da malha para realização de novas interpretações.

A análise superficial do mapa geológico da CPRM/SGB de 2003 permite inferir que, abaixo dos sedimentos recentes da cobertura cenozoica, será possível encontrar sedimentos associados às bacias de antepaís e intracratônicas neoproterozoicas.

De qualquer forma, o conhecimento sobre a geologia da Bacia do Pantanal é ainda incipiente, havendo poucas informações sobre tectônica, estratigrafia, evolução paleogeográfica e processos sedimentares atuais, que se mostram insuficientes para definição de sistemas petrolíferos, ainda que especulativos.

Em suma, da mesma forma que a Bacia do Bananal, a Bacia do Pantanal se encontra praticamente inexplorada, não existindo, atualmente, por conseguinte, área em concessão para exploração (pesquisa) de hidrocarbonetos.

## BACIA DO PARANÁ

Segundo Milani e Thomaz Filho (2000), a Bacia Intracratônica do Paraná localiza-se na porção centro-leste da América do Sul e abrange uma área de 1.700.000 km<sup>2</sup>, dos quais aproximadamente 1.050.000 km<sup>2</sup> se encontram em território brasileiro; porém, apenas o extremo NW da bacia se encontra no território do estado do Mato Grosso (Figura 4.1).

O depocentro da bacia corresponde a um pacote sedimentar-magmático da ordem de 7.500 m de espessura, incluindo alguns horizontes com características de rochas geradoras e outros com atributos de reservatório. O registro tectonoestratigráfico da bacia sugere a interação de fenômenos orogênicos nas bordas da Placa Sul-Americana, com eventos epirogênicos marcados por épocas de subsidência, soerguimento e magmatismo no interior da placa (MILANI e RAMOS, 1998).

Conforme o relatório de integração elaborado por Sampaio et al. (1998), o interesse pelo potencial petrolífero da Bacia do Paraná iniciou no final do século XIX, quando foram identificadas ocorrências de arenitos asfálticos no flanco leste da bacia, motivando trabalhos pioneiros de sondagem. Ainda no final do século XIX, entre 1892 e 1897, na localidade de Bofete, no estado de São Paulo, foi perfurado o primeiro poço para exploração de petróleo no Brasil. O poço alcançou aproximadamente 500 m de profundidade e, segundo relatos, teria recuperado dois barris de petróleo.

No início, as atividades exploratórias na bacia foram direcionadas para locações de poços pouco profundos (inferiores a 1000 m) em áreas não cobertas pelos basaltos e nas proximidades das ocorrências superficiais de óleo (ZALÁN et al., 1990). Entretanto, a partir da década

de 1950, com a criação da Petrobras, iniciou-se intensa pesquisa sistemática e organizada da bacia. Durante esse período, foram realizados levantamentos geofísicos, incluindo levantamentos magnéticos, gravimétricos e sísmica 2D e 3D. Os levantamentos magnéticos cobrem grande área da bacia e totalizam aproximadamente 470.000 km. Já a malha sísmica disponível é esparsa, perfazendo um total de 36.000 km, dos quais cerca de 18.000 km lineares foram adquiridos entre 1986 e 2001. A bacia possui ainda 124 poços exploratórios, sendo que 80 deles foram perfurados sem o apoio de dados sísmicos. Os levantamentos gravimétricos se estendem desde a parte central até a parte leste/nordeste da bacia, enquanto a maior parte de toda a bacia foi coberta por levantamentos magnetométricos.

Os poços perfurados apresentam distribuição irregular, concentrando-se principalmente no estado do Paraná. A densidade dos furos é muito baixa, com um furo a cada 9.000 km<sup>2</sup>. Do total perfurado, 16 poços apresentaram indicação de gás, cinco de óleo e dois de gás e condensado; 87 poços são classificados como secos, sem indicação de óleo ou gás. Os melhores resultados incluem os poços 1-BB-1-PR (Barra Bonita) e 1-MR-1-PR (Mato Rico), localizados na porção central da bacia, que produziram gás em teste. O poço de Barra Bonita é classificado como descobridor e os testes de avaliação mostraram produtividade superior a 200.000 m<sup>3</sup>/dia em cada um dos dois poços perfurados na área (CAMPOS et al., 1998). O campo de gás de Barra Bonita entrou em produção em 2009. O poço 1-MR-1-PR (Mato Rico), depois de estimulado, passou de uma vazão de 10.000 m<sup>3</sup>/dia para 300.000 m<sup>3</sup>/dia.

Na Figura 4.6 é mostrada a localização dos poços da Bacia do Paraná que apresentaram ocorrências de hidrocarbonetos, com destaque para os seguintes poços: 1-RCA-1-PR, que recuperou gás em teste de formação em arenito da Formação Ponta Grossa, queimando com chama de 1,5 m; 1-BB-1-PR (Barra Bonita); 1-MR-1-PR (Mato Rico).

A Bacia do Paraná apresenta dois sistemas petrolíferos comprovados, cujas evidências são as descobertas de gás que resultaram na Declaração de Comercialidade do Campo de Barra Bonita. Além disso, existem numerosas exsudações de hidrocarbonetos na parte leste da bacia e indícios de hidrocarbonetos em vários poços perfurados na área, alguns com recuperação de óleo e/ou gás.

As acumulações subcomerciais de óleo e gás já encontradas, as descobertas de gás nos poços 1-BB-1-PR (Barra Bonita) e 1-MR-1-PR (Mato Rico) são exemplos situados na parte central da bacia que atestam a boa perspectiva exploratória para a Bacia do Paraná.

Além dos indícios em poços, a bacia apresenta numerosos indícios de óleo em afloramentos, principalmente na porção leste da bacia, sendo bastante conhecidos os arenitos asfálticos nos estados de São Paulo (região de Anhembi) e de Santa Catarina (Barra Nova). Encontra-se em operação, no Paraná, uma usina industrial que extrai óleo dos folhelhos betuminosos da Formação Irati (conhecidos como "Xistos Irati").



Figura 4.6: Mapa de localização dos poços com ocorrências de hidrocarbonetos na bacia do Paraná.

Jazidas de “*coal bed methane*” podem ocorrer na bacia. Na Mina de Santa Terezinha (RS), Kalkreuth et al. (2000) estimam que tenham sido gerados 19 bilhões de metros cúbicos de metano em camadas de carvão da Formação Rio Bonito. Esse processo (*coal bed methane*) pode ocorrer em situações favoráveis na parte sul da bacia, onde são presentes expressivas camadas de carvão.

Existem na Bacia do Paraná duas grandes estruturas consideradas como resultantes de impacto de meteoros (domos de Araguainha e Vargeão), que podem ser alvo de estudos mais detalhados, visando a prospectos associados. Segundo Donofrio (1998), há nove estruturas de “astroblemas” confirmadas que constituem campos comerciais de óleo e gás em bacias sedimentares na América do Norte: Ames, Avak, Calvin, Chicxulub, Marquez, Newporte, Red Wing Creek, Sierra Madera e Steen River.

Com base no debate desenvolvido durante o *workshop* sobre a Bacia do Paraná, realizado em abril de 2008 pela ANP, e diante de um quadro com inúmeras possibilidades exploratórias, o Plano Plurianual de G&G da ANP prevê os levantamentos aerogeofísico e sísmico 2D regional (ambos em andamento) e a perfuração de um poço estratigráfico que tem por objetivo amostrar a coluna sedimentar no depocentro da bacia.

Diante das diversas e vastas bacias sedimentares existentes no estado do Mato Grosso, todas em estágio inicial de pesquisa exploratória, entende-se que a região é privilegiada e estratégica em termos de potencial petrolífero.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. F. M.; NOGUEIRA FILHO, J. V. Reconhecimento geológico no rio Aripuanã. **B. Div. Geol. Dep. Nac. Prod. Min.** Rio de Janeiro, n. 199, 1959. 44 p.
- ANA. **Plano estratégico de recursos hídricos da bacia hidrográfica dos rios Tocantins e Araguaia.** Brasília: Agência Nacional de Águas, 2006.
- ANP. **Plano plurianual de geologia e geofísica.** Brasília: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2009. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=4745>>. Acesso em: 2009.
- BARBOSA, O. Geologia básica e econômica da região do médio Tapajós, estado do Pará. **B. Div. Fom. Dep. Nac. Prod. Min.** Rio de Janeiro, n. 126, 1966, p. 1-53.
- BRAGA, L. F. S.; SIQUEIRA, L. P. Three-dimensional gravity modelling of the basement topography beneath Parecis Basin, Brazil, constrained by spectral estimates of depth to magnetic sources. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE HIDROCARBUROS, 5., 1996, Rio de Janeiro; CONEXPO ARPEL 96. **Anais...** Rio de Janeiro: IBP. TT-125.

CAMPOS, L.; MILANI, E.; TOLEDO, M.; QUEIROZ, R.; CATTO, A.; SELKE, S. **Barra Bonita**: a primeira acumulação comercial de hidrocarbonetos da bacia do Paraná. In: RIO OIL AND GAS CONFERENCE. IBP. 1998.

CAPUTO, M. V.; RODRIGUES, R.; VASCONCELOS, D. N. N. **Litoestratigrafia da bacia do Amazonas**: relatório interno n. 582. Rio de Janeiro: Petrobras/Renor, 1971.

DONOFRIO, R. R. North America impact structures hold giant field potential. **Oil & Gas Journal**, p. 63-83, 1998.

DUARTE, H. P. **Estudo do arcabouço estrutural e da estrutura térmica crustal da bacia dos Parecis através da análise de dados aeromagnetométricos**. 2005. 35 f. Monografia de Conclusão de Curso. Rio de Janeiro, 2005.

FLEXOR, J. M.; BRAGA, L. F. S.; FONTES, S. L.; TERRA, E. F. L.; GERMANO, C. R. Estudo geofísico integrado da bacia dos Parecis. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOFÍSICA, 8., 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro.

KALKREUTH, W.; HOLZ, M.; BURGER, H.; SOUZA, M. L.; RODRIGUES, C.; SUFFERT, T. **The coalbed methane potential of permian coals in the Paraná basin of Brazil**: preliminary results. In: AAPG ANNUAL MEETING, 2000, New Orleans, Louisiana.

KISTLER, P. **Historical resumé of the Amazon basin**. Rio de Janeiro: Petrobras, 1954. Relatório Interno 104A.

LUDUWIG, G. **Divisão estratigráfico-faciológica do paleozoico da bacia Amazônica**. Rio de Janeiro: Petrobras/CENAP, 1964. Mon. VII.

MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A. Sedimentary basins of South America. In: CORDANI, U. G.; MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D. A. (Eds.). **Tectonic evolution of South America**. Rio de Janeiro: In-Fólio Produção Editorial, 2000. p. 389-449.

MILANI, E. J.; RAMOS, V. A. Orogenias paleozoicas no domínio sul-ocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, 1998, v. 28, n. 4, p. 527-544.

MONTALVÃO, R. M. G.; SILVA, G. H.; PIMENTA, O. N. S.; BEZERRA, P. E. L. **Coberturas sedimentares e vulcanossedimentares pré-cambrianas das folhas SB.20 – Purus, SC.20 – Porto Velho e SC.21 – Juruena**. Brasília: MME/DNPM, 1979. Projeto RADAMBRASIL (CEPED).

MOURA, P. **Reconhecimentos geológicos no vale do Tapajós**. Rio de Janeiro: MA/SGM, 1932.

PAIVA, G. Vale do rio Negro (physiografia e geologia). **Boletim do SGMB**, Rio de Janeiro, 1929, v. 40, 62 p. 27 est. 4 mapas.

SAMPAIO, E. E. S.; PORSANI, M. J.; BOTELHO, M. A. B.; BASSREI, A.; STRINGHINI, A. V.; APOLUCENO NETO, A. F.; CAMPOS, J. V.; TOFFOLI, L. C.; ANDRADE, M. A. L.; ARAÚJO, M. B.; CARVALHO, R. S. **Relatórios de integração**: análise de blocos requisitados pela Petrobras (bacias sedimentares brasileiras). [S.l.]: ANP/UFBA, 1998. CD-ROM.

SANTIAGO, A. F.; ANDRADE, A. F.; MELO, C. F.; BIZINELLA, G. A.; MOREIRA, H. L.; SANTOS, J. O. S.; OLIVEIRA, J. R.; MOURA, P. A.; LOPES, R. C.; ROSA FILHO, S. F.; NEVES, S. A. V. **Projeto Tapajós-Sucurundi**: relatório de integração geológica. Manaus: DNPM/CPRM, 1978. 1 v.

SANTOS, D. G.; FERNANDES, P. E. C. A.; DREHER, A. M.; CUNHA, F. M. B.; BASEI, M. A. S.; TEIXEIRA, J. B. G. 1975. Geologia da folha SB.21 – Tapajós. In: **Brasil**. Rio de Janeiro: DNPM, 1975. Projeto RADAM. Folha SB.21 – Tapajós. v. 7.

SIQUEIRA, L. P.; TEIXEIRA, L. B. Bacia dos Parecis: nova fronteira exploratória da Petrobras. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOFÍSICA, 3., 1993, Rio de Janeiro. **Resumos expandidos**. Rio de Janeiro: SBGF/Divisão Centro-Sul, 1993. v. 1, p. 168-173.

SUDAM/GEOMITEC. **Projeto Tapajós-Maués**: geologia básica, prospecção geoquímica e por concentrados de bateia na região Tapajós-Maués. Belém, 1976. Relatório inédito, 4 v. il.

SUSZCZYNSKI, E. **Recursos naturais e potencialidades de aproveitamento econômico nos vales dos rios Xingu e Tapajós**. Belém: MI/SUDAM-SONDOTECNICA S/A., 1976.

TEIXEIRA, L. B. Evidência geofísica de rifts precursores nas bacias paleozoicas do Amazonas, Paraná, Parecis, Parnaíba, Solimões e Alto Tapajós. In: MELO, J. H. G.; TERRA, G. J. S. (Eds.). **Correlação de sequências paleozoicas sul-americanas**. Rio de Janeiro: PETROBRAS, 2001. 7 p. (Ciência-Técnica-Petróleo. Seção Exploração de Petróleo, 20). CD-ROM.

ZALÁN, P. V.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J. C. J.; MARQUES, A.; ASTOLFI, M. A. M.; VIEIRA, I. S.; APPI, V. T.; ZANOTTO, O. A. Bacia do Paraná. In: **Origem e evolução de bacias sedimentares**. Rio de Janeiro: Petrobras, 1990. p. 135-169.

# 5

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Juliana Maceira Moraes (*juliana.moraes@cprm.gov.br*)

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

### SUMÁRIO

Conclusões e recomendações.....	74
---------------------------------	----

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O Estado do Mato Grosso possui uma grande extensão territorial, que compreende diversas unidades geológicas, sedimentares, ígneas e metamórficas, que, por sua vez, compõem bacias sedimentares, áreas cratônicas e faixas móveis. O relevo também é bem variado, apresentando desde áreas totalmente planas até escarpas serranas, passando por planaltos, chapadas e morros baixos.

De acordo com essas variedades e diferenças, no estado do Mato Grosso foram identificados 18 domínios geológico-ambientais, que, por sua vez, foram subdivididos em 54 unidades geológico-ambientais.

A identificação e compartimentação do território mato-grossense nas referidas unidades geológico-ambientais é de grande importância na gestão territorial, por criar subsídios e critérios de seleção de áreas para diversos tipos de ocupação.

Observa-se que, por possuir extensas áreas de bacia sedimentar, o estado apresenta amplas regiões aplainadas, sejam elas no topo de planaltos ou em várzeas, que possibilitam a implementação de áreas de agricultura extensiva. Notam-se, especialmente, grandes plantações de soja [com destaque para as cidades de Sorriso e Lucas do Rio Verde, que são as duas maiores produtoras de soja do mundo] e algodão.

Nas regiões onde ocorrem rochas duras ígneas e metaígneas, que ocupam principalmente o noroeste do estado, os terrenos são mais acidentados, formados por morros e serras baixas, e ocupados espacialmente pela pecuária.

Nos locais onde há quebras de relevo, principalmente nas imediações da Chapada dos Guimarães, há grande potencial turístico, proporcionado pela beleza cênica e grande quantidade de cachoeiras. Na maior parte do território mato-grossense, à exceção da referida chapada e da região do Pantanal, o potencial turístico não é explorado, o que pode ser atribuído às difíceis condições de

acesso e às grandes distâncias a serem percorridas para se atingir tais locais.

Além das cachoeiras, observam-se também grutas e cavernas formadas pela erosão nas faixas e lentes de metacalcário. O calcário ocorre em extensa faixa na parte centro-sul do estado e é amplamente utilizado como fertilizante agrícola e brita.

Outros bens minerais do Mato Grosso são as britas de gnaiss e rochas ornamentais (que podem ser de rochas de várias origens, como quartzitos, arenitos, ardósias, gnaisses e granitos), além dos minerais metálicos, que podem ser extraídos principalmente das rochas máficas e ultramáficas das sequências metavulcanossedimentares que ocorrem em grande parte no oeste do estado.

Há grande disponibilidade hídrica, subterrânea e de superfície em todo o estado do Mato Grosso, que é cortado por largos, extensos e caudalosos rios, como o Araguaia (que divide o estado do Mato Grosso dos estados de Goiás e Tocantins), o rio das Mortes, o Juruena e o Teles Pires, dentre outros. Esses rios são amplamente utilizados para navegação, por serem importantes vias de acesso alternativo às estradas. Na época seca, o surgimento de praias é um atrativo à parte, com a formação de balneários e implementação de empreendimentos de comércio e lazer, voltados especialmente para as comunidades locais.

Também se nota no estado do Mato Grosso a presença de inúmeras áreas indígenas e unidades de conservação, onde é possível observar a exuberante vegetação nativa preservada, bem como animais silvestres, alguns inclusive em extinção.

Por fim, conclui-se que, o conhecimento da geodiversidade e a consideração das características dos materiais geológicos formadores do substrato de uma região são fundamentais para o planejamento e a gestão territorial. Convém ressaltar, entretanto, que as informações geradas pelo presente trabalho possuem caráter regional e, portanto, recomenda-se a realização de estudos de detalhe antes da ocupação dos terrenos nele referidos.

# **APÊNDICE I**

## **UNIDADES GEOLÓGICO-AMBIENTAIS DO TERRITÓRIO BRASILEIRO**



DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. DOMÍNIO UNIGEO	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. UNIGEO
DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS CENOZOICOS INCONSOLIDADOS OU POUCO CONSOLIDADOS, DEPOSITADOS EM MEIO AQUOSO.	DC	Ambiente de planícies aluvionares recentes – Material inconsolidado e de espessura variável. Da base para o topo, é formado por cascalho, areia e argila.	DCa
		Ambiente de terraços aluvionares – Material inconsolidado a semiconsolidado, de espessura variável. Da base para o topo, é formado por cascalho, areia e argila.	DCta
		Ambiente fluviolacustre – Predomínio de sedimentos arenosos, intercalados com camadas argilosas, ocasionalmente com presença de turfa. Ex.: Fm. Içá.	DCfl
		Ambiente lagunar – Predomínio de sedimentos argilosos.	DCI
		Ambiente paludal – Predomínio de argilas orgânicas e camadas de turfa.	DCp
		Ambiente marinho costeiro – Predomínio de sedimentos arenosos.	DCmc
		Ambiente misto (Marinho/Continental) – Intercalações irregulares de sedimentos arenosos, argilosos, em geral ricos em matéria orgânica (mangues).	DCm
DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS CENOZOICOS INCONSOLIDADOS DO TIPO COLUVIÃO E TÁLUS.	DCICT	Colúvio e tálus – Materiais inconsolidados, de granulometria e composição diversa proveniente do transporte gravitacional.	DCICT
DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS INDIFERENCIADOS CENOZOICOS RELACIONADOS A RETRABALHAMENTO DE OUTRAS ROCHAS, GERALMENTE ASSOCIADOS A SUPERFÍCIES DE APLAINAMENTO.  Obs.: Engloba as coberturas que existem na zona continental e representam uma fase de retrabalhamento de outras rochas que sofreram pequeno transporte em meio não aquoso ou pouco aquoso.	DCSR	Relacionado a sedimentos retrabalhados de outras rochas – Coberturas arenoconglomeráticas e/ou siltico-argilosas associadas a superfícies de aplainamento.	DCSR
DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS CENOZOICOS PROVENIENTES DA ALTERAÇÃO DE ROCHA <i>IN SITU</i> COM GRAU DE ALTERAÇÃO VARIANDO DE SAPRÓLITO A SOLO RESIDUAL, EXCETO AS LATERITAS.	DCEL	Sedimentos eluviais.	DCEL
DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS CENOZOICOS BIOCLÁSTICOS.	DCB	Plataforma continental – recifes.	DCBr
DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS CENOZOICOS EÓLICOS.	DCE	Dunas móveis – Material arenoso inconsolidado.	DCEm

DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. DOMÍNIO UNIGEO	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. UNIGEO
DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS CENOZOICOS EÓLICOS.	<b>DCE</b>	Dunas fixas – Material arenoso fixado pela vegetação.	<b>DCEf</b>
DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS CENOZOICOS SEMICONSOLIDADOS FLUVIAIS.	<b>DCF</b>	Depósitos fluviais antigos – Intercalações de níveis arenosos, argilosos, siltsos e cascalhos semiconsolidados. Ex.: Formação Pariqueira-Açu.	<b>DCFa</b>
DOMÍNIO DAS COBERTURAS CENOZOICAS DETRITO-LATERÍTICAS.	<b>DCDL</b>	Depósitos detrito-lateríticos – Provenientes de processos de lateritização em rochas de composições diversas sem a presença de crosta.	<b>DCDL</b>
		Horizonte laterítico <i>in situ</i> – Proveniente de processos de lateritização em rochas de composições diversas formando crosta. Ex.: Crostas ferruginosas.	<b>DCDLi</b>
DOMÍNIO DAS COBERTURAS CENOZOICAS DETRITO-CARBONÁTICAS.	<b>DCDC</b>	Depósitos detrito-carbonáticos – Provenientes de processos de lateritização em rochas carbonáticas. Ex.: Formação Caatinga.	<b>DCDC</b>
DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS CENOZOICOS E MESOZOICOS POUCO A MODERADAMENTE CONSOLIDADOS, ASSOCIADOS A PEQUENAS BACIAS CONTINENTAIS DO TIPO <i>RIFT</i> .	<b>DCMR</b>	Predomínio de sedimentos arenosos. Ex.: Sedimentos associados a pequenas bacias continentais do tipo <i>rift</i> , como as bacias de Curitiba, São Paulo, Taubaté, Resende, dentre outras.	<b>DCMRa</b>
		Predomínio dos sedimentos siltico-argilosos.	<b>DCMRsa</b>
		Calcários com intercalações siltico-argilas. Ex.: Formação Tremembé.	<b>DCMRcsa</b>
DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS CENOZOICOS POUCO A MODERADAMENTE CONSOLIDADOS, ASSOCIADOS A TABULEIROS.	<b>DCT</b>	Alternância irregular entre camadas de sedimentos de composição diversa (arenito, siltito, argilito e cascalho). Ex.: Formação Barreiras.	<b>DCT</b>
DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS CENOZOICOS E MESOZOICOS POUCO A MODERADAMENTE CONSOLIDADOS, ASSOCIADOS A PROFUNDAS E EXTENSAS BACIAS CONTINENTAIS.	<b>DCM</b>	Predomínio de sedimentos arenoargilosos e/ou siltico-argilosos de deposição continental lacustrina deltaica, ocasionalmente com presença de linhito. Ex.: Formação Solimões.	<b>DCMld</b>
		Predomínio de sedimentos arenosos de deposição continental, lacustre, fluvial ou eólica – arenitos. Ex.: Formação Urucuia.	<b>DCMa</b>
DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS SEDIMENTARES MESOZOICAS CLASTOCARBONÁTICAS CONSOLIDADAS EM BACIAS DE MARGENS CONTINENTAIS ( <i>RIFT</i> ).	<b>DSM</b>	Predomínio de calcário e sedimentos siltico-argilosos.	<b>DSMc</b>
		Predomínio de sedimentos quartzoarenosos e conglomeráticos, com intercalações de sedimentos siltico-argilosos e/ou calcíferos.	<b>DSMqcg</b>
		Predomínio de sedimentos siltico-argilosos, com alternância de sedimentos arenosos e conglomeráticos.	<b>DSMsa</b>

DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. DOMÍNIO UNIGEO	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. UNIGEO
DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS SEDIMENTARES MESOZOICAS CLASTOCARBONÁTICAS CONSOLIDADAS EM BACIAS DE MARGENS CONTINENTAIS ( <i>RIFT</i> ).	DSM	Intercalações de sedimentos siltico-argilosos e quartzarenosos.	DSMs <sub>saq</sub>
		Intercalação de sedimentos siltico-argilosos e camadas de carvão.	DSMs <sub>scv</sub>
DOMÍNIO DAS COBERTURAS SEDIMENTARES E VULCANOSSEDIMENTARES MESOZOICAS E PALEOZOICAS, POUCO A MODERADAMENTE CONSOLIDADAS, ASSOCIADAS A GRANDES E PROFUNDAS BACIAS SEDIMENTARES DO TIPO SINÉCLISE (AMBIENTES DEPOSICIONAIS: CONTINENTAL, MARINHO, DESÉRTICO, GLACIAL E VULCÂNICO).	DSVMP	Predomínio de sedimentos arenosos malselecionados.	DSVMP <sub>pa</sub>
		Predomínio de espessos pacotes de arenitos de deposição eólica. Ex.: Arenito Botucatu.	DSVMP <sub>pae</sub>
		Predomínio de espessos pacotes de arenitos de deposição mista (eólica e fluvial). Ex.: Fm. Rio do Peixe, Fm. Caiuá.	DSVMP <sub>paef</sub>
		Predomínio de arenitos e conglomerados.	DSVMP <sub>pacg</sub>
		Predomínio de arenitos a arenitos caulíníficos. Ex.: Fm. Alter do Chão.	DSVMP <sub>pac</sub>
		Intercalações de sedimentos arenosos, siltico-argilosos e folhelhos.	DSVMP <sub>pasaf</sub>
		Predomínio de sedimentos siltico-argilosos com intercalações arenosas.	DSVMP <sub>saa</sub>
		Predomínio de arenitos vulcanoclásticos (tufos cineríticos).	DSVMP <sub>pav</sub>
		Predomínio de sedimentos siltico-argilosos e arenosos, contendo camadas de carvão.	DSVMP <sub>saacv</sub>
		Intercalações de paraconglomerados (tilitos) e folhelhos.	DSVMP <sub>pcgf</sub>
		Predomínio de sedimentos siltico-argilosos e calcários com intercalações arenosas subordinadas.	DSVMP <sub>saca</sub>
		Intercalações irregulares de sedimentos arenosos, siltico-argilosos e calcários.	DSVMP <sub>pasac</sub>

DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. DOMÍNIO UNIGEO	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. UNIGEO
DOMÍNIO DAS COBERTURAS SEDIMENTARES E VULCANOSSEDIMENTARES MESOZOICAS E PALEOZOICAS, POUCO A MODERADAMENTE CONSOLIDADAS, ASSOCIADAS A GRANDES E PROFUNDAS BACIAS SEDIMENTARES DO TIPO SINÉCLISE (AMBIENTES DEPOSICIONAIS: CONTINENTAL, MARINHO, DESÉRTICO, GLACIAL E VULCÂNICO).	DSVMP	Intercalações irregulares de sedimentos arenosos e síltico-argilosos com finas camadas de evaporitos e calcários.	DSVMPasaec
		Predomínio de rochas calcárias intercaladas com finas camadas síltico-argilosas.	DSVMPcsa
		Arenitos, conglomerados, tilitos e folhelhos. Ex.: Grupo Curuá.	DSVMPactf
		Arenitos, conglomerados, siltitos, folhelhos e calcário. Ex.: Grupo Alto Tapajós.	DSVMPacsfc
		Predomínio de sedimentos síltico-argilosos intercalados de folhelhos betuminosos e calcários. Ex.: Formação Irati.	DSVMPsabc
		Predomínio de arenitos e intercalações de pelitos. Ex.: Formação Utiariti.	DSVMPap
DOMÍNIO DO VULCANISMO FISSURAL MESOZOICO DO TIPO PLATÔ.  Ex.: Basaltos da Bacia do Paraná e do Maranhão e Diques Básicos; Basalto Penetecaua, Kumdku.	DVM	Predomínio de intrusivas na forma de gabros e diabásio.	DVMgd
		Predomínio de basaltos.	DVMb
		Predomínio de basalto com <i>intertraps</i> subordinadas de arenito.	DVMba
		Predomínio de riolitos e riodacitos.	DVMrrd
DOMÍNIO DOS COMPLEXOS ALCALINOS INTRUSIVOS E EXTRUSIVOS, DIFERENCIADOS DO TERCIÁRIO, MESOZOICO E PROTEROZOICO.  Ex.: Alcalinas do Lineamento de Cabo Frio, Lajes.	DCA	Indeterminado.	DCAin
		Tufo, brecha e demais materiais piroclásticos.	DCAtbr
		Série subalcalina (monzonitos, quartzomonzonitos, mangeritos etc.).	DCAsbalc
		Série alcalina saturada e alcalina subsaturada (sienito, quartzossienitos, traquitos, nefelina sienito, sodalita sienito etc.).	DCAalc

DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. DOMÍNIO UNIGEO	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. UNIGEO
DOMÍNIO DOS COMPLEXOS ALCALINOS INTRUSIVOS E EXTRUSIVOS, DIFERENCIADOS DO TERCIÁRIO, MESOZOICO E PROTEROZOICO.  Ex.: Alcalinas do Lineamento de Cabo Frio, Lajes.	<b>DCA</b>	Gabro, anortosito, carbonatito, dique de lamprófito.	<b>DCAganc</b>
DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS SEDIMENTARES E VULCANOSSEDIMENTARES DO EOPALEOZOICO, ASSOCIADAS A <i>RIFTS</i> , NÃO OU POUCO DEFORMADAS E METAMORFIZADAS.  Ex.: Grupo Camaquã, Fm. Campo Alegre	<b>DSVE</b>	Predomínio de rochas sedimentares.	<b>DSVEs</b>
		Sequência vulcanossedimentar.	<b>DSVEvs</b>
		Predomínio de vulcânicas.	<b>DSVEv</b>
DOMÍNIO DAS COBERTURAS SEDIMENTARES PROTEROZOICAS, NÃO OU MUITO POUCO DOBRADAS E METAMORFIZADAS. CARACTERIZADAS POR UM EMPILHAMENTO DE CAMADAS HORIZONTALIZADAS E SUB-HORIZONTALIZADAS DE VÁRIAS ESPESSURAS, DE SEDIMENTOS CLASTOQUÍMICOS DE VÁRIAS COMPOSIÇÕES E ASSOCIADOS AOS MAIS DIFERENTES AMBIENTES TECTONODEPOSICIONAIS.  Ex.: Fms. Palmeiral, Aguapeí, Dardanelos, Prosperança, Ricardo Franco, Roraima, Beneficente, Jacadigo e Cuiabá.	<b>DSP1</b>	Predomínio de sedimentos arenosos e conglomeráticos, com intercalações subordinadas de sedimentos siltico-argilosos.	<b>DSP1acgsa</b>
		Intercalações irregulares de sedimentos arenosos, siltico-argilosos e formações ferríferas e manganêsíferas.	<b>DSP1asafmg</b>
		Predomínio de sedimentos siltico-argilosos, com intercalações subordinadas de arenitos e metarenito feldspático.	<b>DSP1saagr</b>
		Rochas calcárias com intercalações subordinadas de sedimentos siltico-argilosos e arenosos.	<b>DSP1csaa</b>
		Diamictitos, metarenitos feldspáticos, sedimentos arenosos e siltico-argilosos.	<b>DSP1dgrsa</b>
		Predomínio de sedimentos siltico-argilosos com intercalações subordinadas de rochas calcárias.	<b>DSP1sac</b>
DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS VULCANOSSEDIMENTARES PROTEROZOICAS, NÃO OU POUCO DOBRADAS E METAMORFIZADAS.  Ex.: Fms. Uatumã, Uailã e Iriri.	<b>DSVP1</b>	Predomínio de vulcanismo ácido a intermediário.	<b>DSVP1va</b>
		Predomínio de vulcanismo básico.	<b>DSVP1vb</b>
		Sequência vulcanossedimentar.	<b>DSVP1vs</b>
		Vulcanismo ácido a intermediário e intercalações de metassedimentos arenosos e siltico-argilosos e formações ferríferas e/ou manganêsíferas.	<b>DSVP1vaa</b>

DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. DOMÍNIO UNIGEO	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. UNIGEO
DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS SEDIMENTARES PROTEROZOICAS DOBRADAS, METAMORFIZADAS EM BAIXO A MÉDIO GRAU.	DSP2	Metarenitos, quartzitos e metaconglomerados.	DSP2mqmtc
		Predomínio de metarenitos e quartzitos, com intercalações irregulares de metassedimentos siltico-argilosos e formações ferríferas ou manganésíferas.	DSP2mqsafmg
		Intercalações irregulares de metassedimentos arenosos e siltico-argilosos.	DSP2msa
		Predomínio de metassedimentos siltico-argilosos, com intercalações de metarenitos feldspáticos.	DSP2sag
		Intercalações irregulares de metassedimentos arenosos, metacalcários, calcossilicáticas e xistos calcíferos.	DSP2mcx
		Predomínio de metacalcários, com intercalações subordinadas de metassedimentos siltico-argilosos e arenosos.	DSP2mcsaa
		Predomínio de sedimentos siltico-argilosos com intercalações subordinadas de arenitos.	DSP2saa
DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS VULCANOSSEDIMENTARES PROTEROZOICAS DOBRADAS METAMORFIZADAS DE BAIXO A ALTO GRAU.	DSVP2	Indiferenciado.	DSVP2in
		Predomínio de quartzitos.	DSVP2q
		Predomínio de metassedimentos siltico-argilosos, representados por xistos.	DSVP2x
		Predomínio de rochas metacalcárias, com intercalações de finas camadas de metassedimentos siltico-argilosos.	DSVP2csa
		Metacherts, metavulcânicas, formações ferríferas e/ou formações manganésíferas, metacalcários, metassedimentos arenosos e siltico-argilosos.	DSVP2vfc
		Metarenitos feldspáticos, metarenitos, tufo e metavulcânicas básicas a intermediárias.	DSVP2gratv
		Predomínio de rochas metabásicas e metaultramáficas.	DSVP2bu

DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. DOMÍNIO UNIGEO	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. UNIGEO
DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS VULCANOSSEDIMENTARES PROTEROZOICAS DOBRADAS METAMORFIZADAS DE BAIXO A ALTO GRAU.	DSVP2	Metacherts, metarenitos, metapelitos, vulcânicas básicas, formações ferríferas e formações manganêsíferas.	DSVP2af
		Metarenitos, metachert, metavulcânicas ácidas a intermediárias, formações ferríferas e/ou manganêsíferas.	DSVP2avf
		Predomínio de vulcânicas ácidas.	DSVP2va
DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS VULCANOSSEDIMENTARES TIPO <i>GREENSTONE BELT</i> , ARQUEANO ATÉ O MESOPROTEROZOICO.  Ex.: Crixás, Araci, Rio das Velhas, Natividade e Rio Maria.	DGB	Sequência vulcânica komatiítica associada a talco-xistos, anfíbolitos, <i>cherts</i> , formações ferríferas e metalultrabásitos.	DGBko
		Predomínio de sequência sedimentar.	DGBss
		Sequência vulcanossedimentar, com alta participação de metavulcânicas ácidas e intermediárias.	DGBvai
		Sequência vulcanossedimentar.	DGBvs
DOMÍNIO DOS CORPOS MÁFICO-ULTRAMÁFICOS (SUÍTES KOMATIÍTICAS, SUÍTES TOLEÍTICAS, COMPLEXOS BANDADOS).  Ex.: Cana Brava, Barro Alto e Niquelândia. Básicas e Ultrabásicas Alcalinas e Vulcanismo Associado.	DCMU	Série máfico-ultramáfica (dunito, peridotito etc.).	DCMUmu
		Série básica e ultrabásica (gabro, anortosito etc.).	DCMUbu
		Vulcânicas básicas.	DCMUvb
		Metamáficas, anfíbolitos e gnaisses calcissilicáticos.	DCMUm
DOMÍNIO DOS COMPLEXOS GRANITOIDES NÃO DEFORMADOS.	DCGR1	Associações charnockíticas. Ex.: Piroxênio granitoides etc. Minerais diagnósticos: hiperstênio, diopsídio.	DCGR1ch
		Séries graníticas peralcalinas. Ex.: Granitos alcalinos a riebeckita e arfvedsonita.	DCGR1palc
		Séries graníticas alcalinas. Ex.: Alcalifeldspato granitos, sienogranitos, monzogranitos, quartzomonzonitos, monzonitos, quartzossienitos, sienitos, quartzo-alcalissienitos, alcalissienitos etc. Alguns minerais diagnósticos: fluorita, alanita.	DCGR1alc

DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. DOMÍNIO UNIGEO	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. UNIGEO
DOMÍNIO DOS COMPLEXOS GRANITOIDES NÃO DEFORMADOS.	DCGR1	Séries graníticas subalcalinas: calcialcalinas (baixo, médio e alto-K) e toleíticas. Ex.: Sienogranitos, monzogranitos, granodioritos, tonalitos, dioritos, quartzomonzonitos, monzonitos etc. Alguns minerais diagnósticos: hornblenda, biotita, titanita, epidoto.	DCGR1salc
		Granitoides peraluminosos. Ex.: Sienogranitos, monzogranitos, granodioritos etc. Minerais diagnósticos: muscovita, granada, cordierita, silimanita, monazita, xenotima.	DCGR1pal
		Série shoshonítica. Ex.: Gabrodiorito a quartzomonzonito etc. Minerais diagnósticos: augita, diopsídio e/ou hiperstênio, anfibólio e plagioclásio.	DCGR1sho
		Indeterminado.	DCGR1in
DOMÍNIO DOS COMPLEXOS GRANITOIDES DEFORMADOS.	DCGR2	Associações charnockíticas. Ex.: Piroxênio granitoides etc. Minerais diagnósticos: hiperstênio, diopsídio.	DCGR2ch
		Séries graníticas peralcalinas. Ex.: Granitos alcalinos a riebeckita e arfvedsonita.	DCGR2palc
		Séries graníticas alcalinas. Ex.: Alcalifeldspato granitos, sienogranitos, monzogranitos, quartzomonzonitos, monzonitos, quartzossienitos, sienitos, quartzo-alcalissienitos, alcalissienitos etc. Alguns minerais diagnósticos: fluorita, alanita.	DCGR2alc
		Séries graníticas subalcalinas: calcialcalinas (baixo, médio e alto-K) e toleíticas. Ex.: Sienogranitos, monzogranitos, granodioritos, tonalitos, quartzomonzodioritos, dioritos quartzomonzonitos, monzonitos etc. Alguns minerais diagnósticos: hornblenda, biotita, titanita, epidoto.	DCGR2salc
		Granitoides peraluminosos. Ex.: Sienogranitos, monzogranitos, granodioritos etc. Minerais diagnósticos: muscovita, granada, cordierita, silimanita, monazita, xenotima.	DCGR2pal
		Série shoshonítica. Ex.: Gabrodiorito a quartzomonzonito etc. Minerais diagnósticos: augita, diopsídio e/ou hiperstênio, anfibólio e plagioclásio.	DCGR2sho
	Indeterminado.	DCGR2in	

DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. DOMÍNIO UNIGEO	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. UNIGEO
DOMÍNIO DOS COMPLEXOS GRANITOIDES INTENSAMENTE DEFORMADOS: ORTOGNAISSES.	DCGR3	Associações <b>charnockíticas</b> . Ex.: Piroxênio granitoides etc. Minerais diagnósticos: hiperstênio, diopsídio.	<b>DCGR3ch</b>
		Séries graníticas <b>peralcalinas</b> . Ex.: Granitos alcalinos a riebeckita e arfvedsonita.	<b>DCGR3palc</b>
		Séries graníticas <b>alcalinas</b> . Ex.: Alcalifeldspato granitos, sienogranitos, monzogranitos, quartzomonzonitos, monzonitos, quartzossienitos, sienitos, quartzo-alcalissienitos, alcalissienitos etc. Alguns minerais diagnósticos: fluorita, alanita.	<b>DCGR3alc</b>
		Séries graníticas <b>subalcalinas</b> : calcialcalinas (baixo, médio e alto-K) e toleíticas. Ex.: Sienogranitos, monzogranitos, granodioritos, tonalitos, dioritos, quartzomonzonitos, monzonitos etc. Alguns minerais diagnósticos: hornblenda, biotita, titanita, epidoto.	<b>DCGR3salc</b>
		Granitoides <b>peraluminosos</b> . Ex.: Sienogranitos, monzogranitos, granodioritos etc. Minerais diagnósticos: muscovita, granada, cordierita, silimanita, monazita, xenotima.	<b>DCGR3pal</b>
		Série <b>Shoshonítica</b> . Ex: Gabrodiorito a quartzomonzonito etc. Minerais diagnósticos: augita, diopsídio e/ou hiperstênio, anfibólio e plagioclásio.	<b>DCGR3sho</b>
		Indeterminado.	<b>DCGR3in</b>
DOMÍNIO DOS COMPLEXOS GRANITO-GNAISSE-MIGMATÍTICOS E GRANULITOS.	DCGMGL	Predominam migmatitos <b>ortoderivados</b> .	<b>DCGMGLmo</b>
		Predominam migmatitos <b>paraderivados</b> .	<b>DCGMGLmp</b>
		Predomínio de gnaisses <b>paraderivados</b> . Podem conter porções migmatíticas.	<b>DCGMGLgnp</b>
		Migmatitos <b>indiferenciados</b> .	<b>DCGMGLmgi</b>
		Gnaisse-granulito <b>paraderivado</b> . Podem conter porções migmatíticas.	<b>DCGMGLglp</b>

DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. DOMÍNIO UNIGEO	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CÓD. UNIGEO
DOMÍNIO DOS COMPLEXOS GRANITO-GNAISSE-MIGMATÍTIOS E GRANULITOS.	<b>DCGMGL</b>	Gnaisses granulíticos ortoderivados. Podem conter porções migmatíticas.	<b>DCGMGLglo</b>
		Granulitos indiferenciados.	<b>DCGMGLgli</b>
		Predomínio de gnaisses ortoderivados. Podem conter porções migmatíticas.	<b>DCGMGLgno</b>
		Gnaisses indiferenciados.	<b>DCGMGLgni</b>
		Metacarbonatos.	<b>DCGMGLcar</b>
		Anfibolitos.	<b>DCGMGLaf</b>

# APÊNDICE II

## BIBLIOTECA DE RELEVO DO TERRITÓRIO BRASILEIRO

Marcelo Eduardo Dantas ([marcelo.dantas@cprm.gov.br](mailto:marcelo.dantas@cprm.gov.br))

CPRM – Serviço Geológico do Brasil



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

Ab'Saber, em seu artigo "Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário" [*Geomorfologia*, São Paulo, n. 18, 1969], já propunha uma análise dinâmica da Geomorfologia aplicada aos estudos ambientais, com base na pesquisa de três fatores interligados: identificação de uma **compartimentação morfológica dos terrenos**; levantamento da **estrutura superficial das paisagens** e estudo da **fisiologia da paisagem** (Figura II.1).

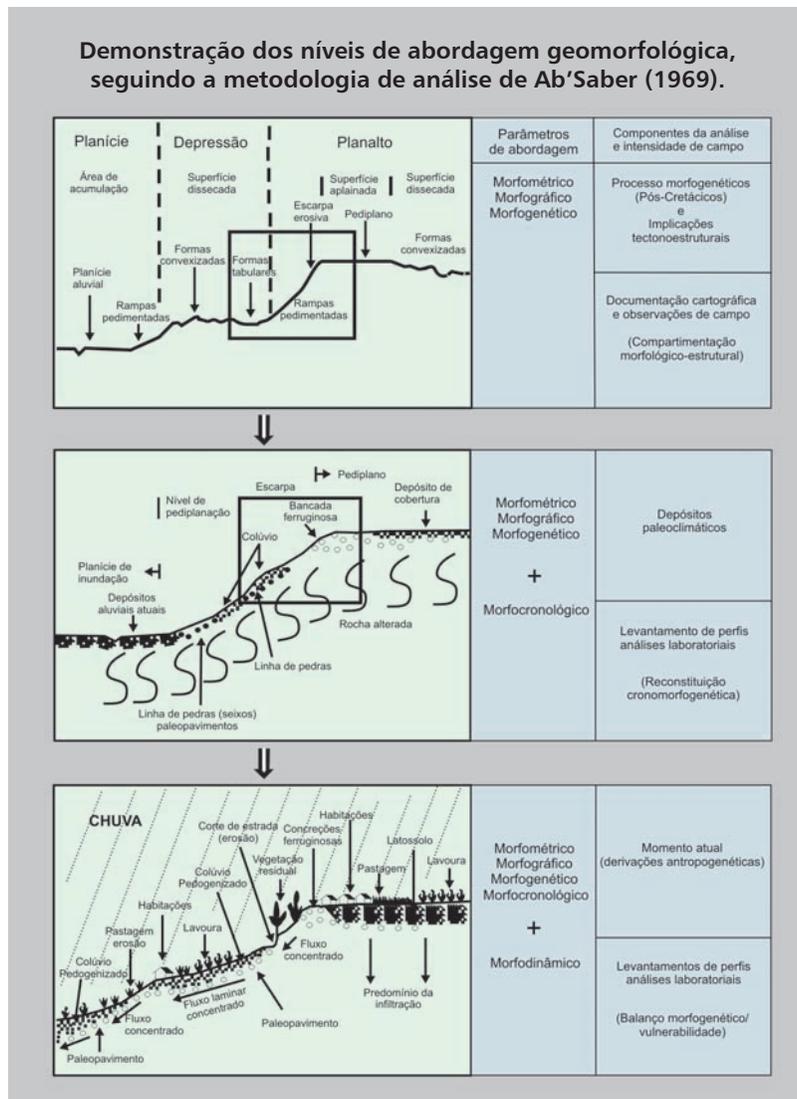
A **compartimentação morfológica dos terrenos** é obtida a partir da avaliação empírica dos diversos conjuntos de formas e padrões de relevo posicionados em diferentes níveis topográficos, por meio de observações de campo e análise de sensores remotos (fotografias aéreas, imagens de satélite e Modelo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

constituindo-se em uma primeira e fundamental contribuição da Geomorfologia.

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

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

A Biblioteca de Padrões de Relevo do Território Brasileiro foi elaborada para atender à compartimentação geológico-geomorfológica proposta pela metodologia de mapeamento da geodiversidade do território brasileiro em escalas de análise reduzidas (1:500.000 a 1:2.500.000). Nesse sentido, sua abordagem restringe-se a avaliar o primeiro dos pressupostos elencados por Ab'Saber: a compartimentação morfológica dos terrenos. Portanto, a compartimentação de relevo efetuada nos mapeamentos de geodiversidade elaborados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB) não representa um mapeamento geomorfológico, tendo em vista que não são considerados os aspectos de gênese, evolução e morfodinâmica. Com a Biblioteca de Padrões de Relevo do Território Brasileiro, a CPRM/SGB tem como objetivo precípuo inserir informações de relevo-paisagem-geomorfologia, em uma análise integrada do meio físico aplicada ao planejamento territorial, empreendida nos mapeamentos de geodiversidade. O mapeamento de padrões de relevo representa, em linhas gerais, o 3º táxon hierárquico da metodologia de mapeamento geomorfológico proposta por Ross (1990). Em todos os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) de Geodiversidade desenvolvidos pela CPRM/SGB, o mapa de padrões de relevo correspon-



dente pode ser visualizado, bastando acessar, na shape, o campo de atributos "COD\_REL".

**REFERÊNCIAS:**

AB'SABER, A.N. (1969). Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. (Geomorfologia, 18). FFCHL, USP São Paulo, 23p.  
 ROSS, J. L. S. (1990). Geomorfologia ambiente e planejamento. Ed. Contexto. São Paulo. 85p.

**I – DOMÍNIO DAS UNIDADES AGRADACIONAIS**

**R1a – Planícies Fluviais ou Fluvioacustres (planícies de inundação, baixadas inundáveis e abaciamentos)**

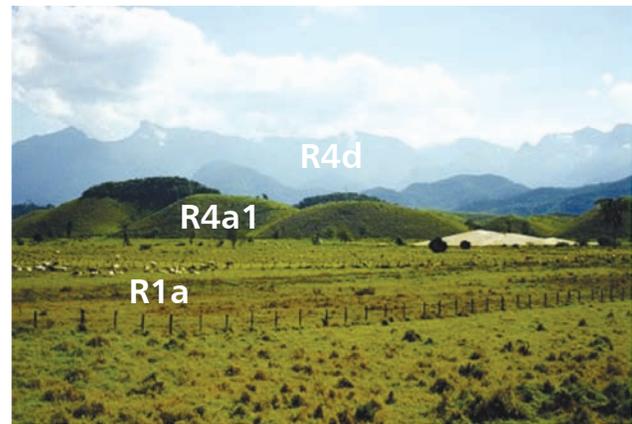
Relevo de agradação. Zona de acumulação atual.

Superfícies sub-horizontais, constituídas de depósitos arenoargilosos a argiloarenosos, apresentando gradientes extremamente suaves e convergentes em direção aos cursos d'água principais. Terrenos imperfeitamente drenados nas planícies de inundação, sendo periodicamente inundáveis; bem drenados nos terraços. Os abaciamentos (ou suaves depressões em solos arenosos) em áreas planas ou em

baixos interflúvios, denominados Áreas de Acumulação Inundáveis (Aai), frequentes na Amazônia, estão inseridos nessa unidade.

Amplitude de relevo: zero.

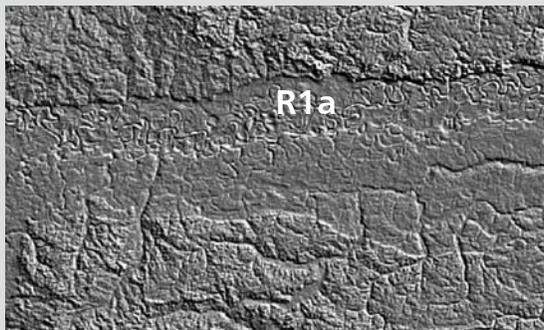
Inclinação das vertentes: 0°-3°.



R1a – Planície fluvial do alto curso do rio São João (Rio de Janeiro). Zona de Baixada Litorânea.



R1a – Planície fluvial da bacia do rio Paquequer (Rio de Janeiro). Zona montanhosa.



R1a – Médio vale do rio Juruá (sudeste do estado do Amazonas).

**R1b1 – Terraços Fluviais (paleoplanícies de inundação em fundos de vales)**

Relevo de agradação. Zona de acumulação subatual.

Superfícies bem drenadas, de relevo plano a levemente ondulado, constituído de depósitos arenosos a argilosos de origem fluvial. Consistem de paleoplanícies de inundação que se encontram em nível mais elevado que o das várzeas atuais e acima do nível das cheias sazonais. Devido à reduzida escala de mapeamento, essa unidade só pôde

ser mapeada em vales de grandes dimensões, em especial, nos rios amazônicos.

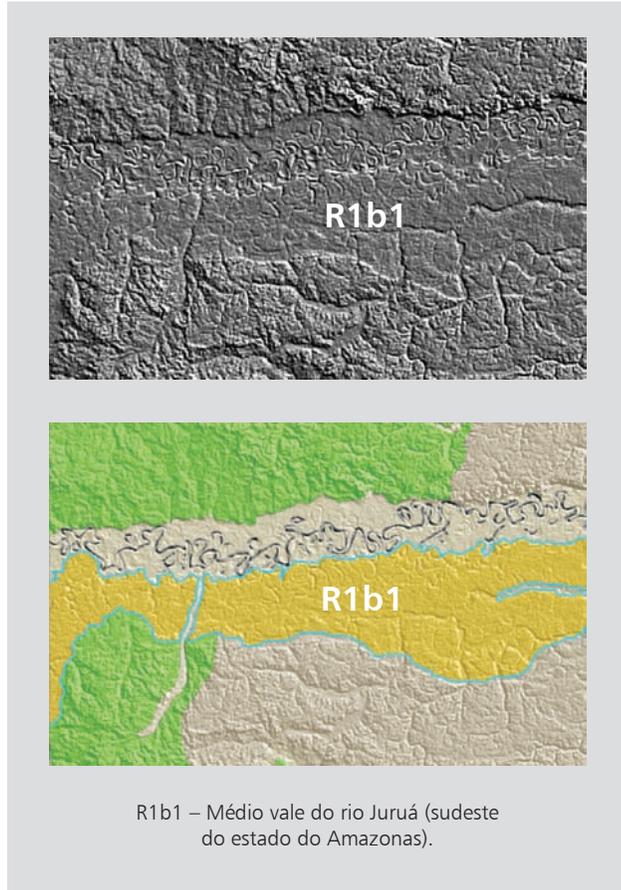
---

Amplitude de relevo: 2 a 20 m.

---

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

---



R1b1 – Planície e terraço fluviais do médio curso do rio Barreiro de Baixo (médio vale do rio Paraíba do Sul – SP/RJ).

### R1b2 – Terraços Lagunares (paleoplanícies de inundação no rebordo de lagunas costeiras)

Relevo de agradação. Zona de acumulação subatual.

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

---

Amplitude de relevo: 2 a 20 m.

---

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

---

### R1b3 – Terraços Marinhos (paleoplanícies marinhas à retaguarda dos atuais cordões arenosos)

Relevo de agradação. Zona de acumulação subatual.

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

---

Amplitude de relevo: até 20 m.

---

Inclinação das vertentes: 0°-5°.

---

### R1c – Vertentes recobertas por depósitos de encosta (leques aluviais, rampas de colúvio e de tálus)

Relevo de agradação. Zona de acumulação atual.

Os cones de tálus consistem de superfícies deposicionais fortemente inclinadas, constituídas por depósitos de encosta, de matriz arenoargilosa a argiloarenosa, rica em blocos, muito malseleccionados. Ocorrem, de forma disseminada, nos sopés das vertentes íngremes de terrenos montanhosos. Apresentam baixa capacidade de suporte.

As rampas de colúvio consistem de superfícies deposicionais inclinadas, constituídas por depósitos de encosta arenoargilosos a argiloarenosos, malseleccionados, em interdigitação com depósitos praticamente planos das planícies aluviais. Ocorrem, de forma disseminada, nas baixas encostas de ambientes colinosos ou de morros.

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

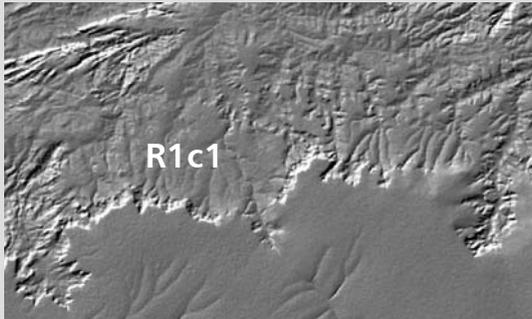
---

Inclinação das vertentes: 5°-20° (associados às rampas de colúvio).

---

Inclinação das vertentes: 20°-45° (associados aos cones de tálus).

---



R1c – Planície borda norte da Chapada do Araripe (Ceará).

## R1c2 – Leques Aluviais

Relevo de agradação. Zona de acumulação atual ou subatual.

Os leques aluviais consistem de superfícies deposicionais inclinadas, constituídas por depósitos aluvionares de enxurrada, espreados em forma de leque em uma morfologia ligeiramente convexa em planta. São depósitos malselecionados, variando entre areia fina e seixos subangulosos a subarredondados, gerados no sopé de escarpas montanhosas ou cordilheiras. Em sua porção proximal, os leques aluviais caracterizam-se por superfícies fortemente inclinadas e dissecadas por canais efêmeros que drenam a cordilheira. Em sua porção distal, os leques aluviais caracterizam-se por superfícies muito suavemente inclinadas, com deposição de sedimentos finos, em processo de coalescência com as planícies aluviais ou fluviolacustres, reproduzindo um ambiente *playa-bajada* de clima árido.

---

Amplitude de relevo: 2 a 10 m.

---

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

---

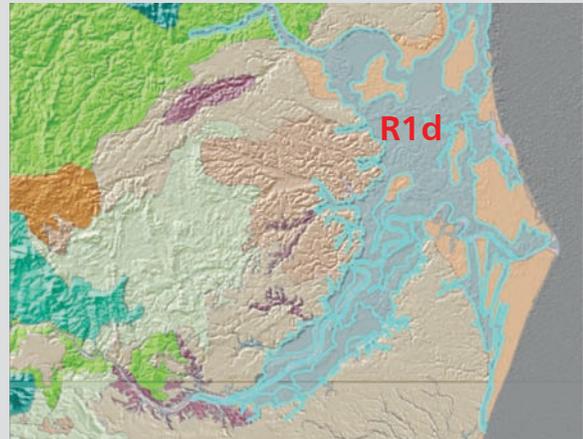
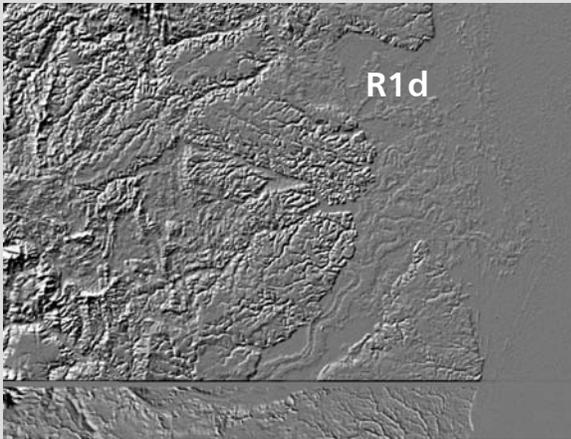
## R1d – Planícies Fluvio marinhas (mangues e brejos)

Relevo de agradação. Zona de acumulação atual.

Superfícies planas, de interface com os sistemas deposicionais continentais e marinhos, constituídas de depósitos argiloarenosos a argilosos. Terrenos muito maldrenados, prolongadamente inundáveis, com padrão de canais bastante meandantes e divagantes, sob influência de refluxo



R1c – Rampas de colúvio que se espriam a partir da borda oeste do platô sinclinal (Moeda – Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais).



R1d – Delta do rio Jequitinhonha (Bahia).



R1d – Ampla superfície embrejada de uma planície lagunar costeira (litoral norte do estado da Bahia, município de Conde).

de marés; ou resultantes da colmatação de paleolagunas. Baixa capacidade de suporte dos terrenos.

---

Amplitude de relevo: zero.

---



---

Inclinação das vertentes: plano (0°).

---

### R1e – Planícies Costeiras (terraços marinhos e cordões arenosos)

Relevo de agradação. Zona de acumulação atual.

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

---

Amplitude de relevo: até 20 m.

---



---

Inclinação das vertentes: 0°-5°.

---

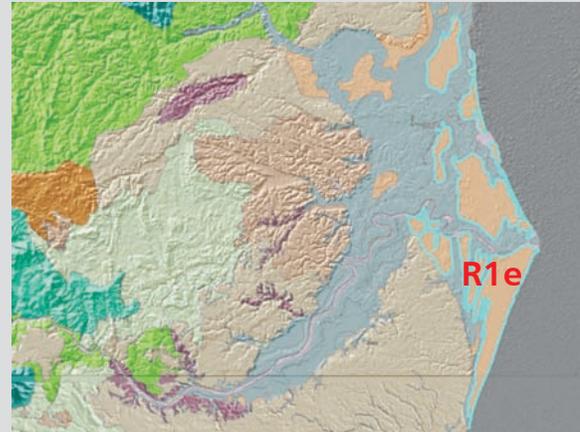
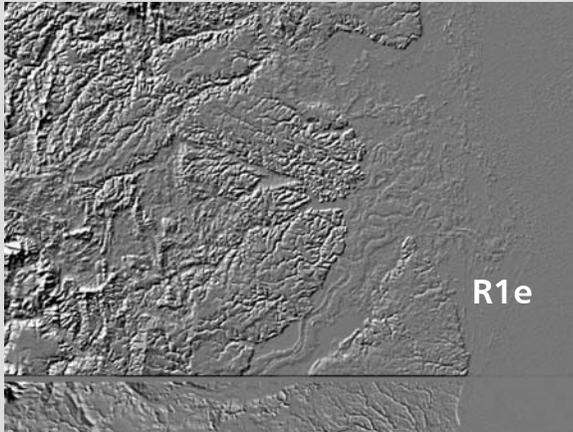
### R1f1 – Campos de Dunas (dunas fixas; dunas móveis)

Relevo de agradação. Zona de acumulação atual ou subatual.

Superfícies de relevo ondulado constituído de depósitos arenoquartzosos, bem selecionados, depositados por ação eólica longitudinalmente à linha de costa. Por vezes, encontram-se desprovidos de vegetação e apresentam expressiva mobilidade (dunas móveis); ora encontram-se recobertos por vegetação pioneira (dunas fixas).



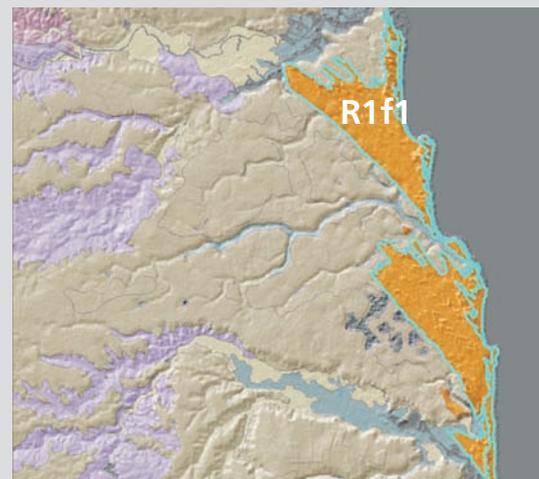
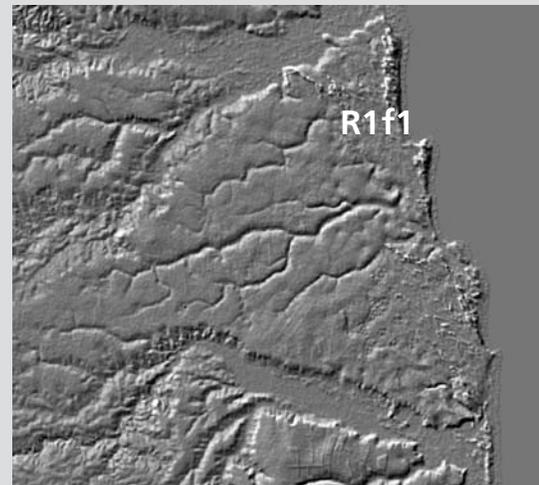
R1d – Planície fluvio-marinha do baixo curso do rio Cunhaú, originalmente ocupado por mangues e atualmente desfigurado para implantação de tanques de carcinicultura (litoral sul-oriental do estado do Rio Grande do Norte).



R1e – Planície do delta do rio Jequitinhonha (Bahia).



R1e – Sucessão de feixes de cordões arenosos em linha de costa progradante (Parque Nacional de Jurubatiba – Macaé, Rio de Janeiro).



R1f1 – Litoral oriental do estado do Rio Grande do Norte.



R1e – Planície costeira com empilhamento de cordões arenosos e depósitos fluviolagunares (litoral norte do estado da Bahia).



R1f1 – Campos de dunas junto à linha de costa, sobrepondo falésias do grupo Barreiras (município de Baía Formosa, litoral sul do estado do Rio Grande do Norte).



R1f1 – Campo de dunas transversais na restinga de Massambaba (Arraial do Cabo, Rio de Janeiro).

---

Amplitude de relevo: até 40 m.

---

Inclinação das vertentes: 3°-30°.

---

### R1f2 – Campos de Loess

Relevo de agradacão. Zona de acumulacão atual ou subatual.

Superfícies de relevo plano a suave ondulado constituído de depósitos sílticos ou síltico-argilosos, bem sele-

cionados, constituídos de sedimentos finos em suspensão depositados por açã eólica em zonas peridesérticas ou submetidos a paleoclimas áridos ao longo de períodos glaciais pleistocênicos. Apresentam solos com alta suscetibilidade à erosão.

---

Amplitude de relevo: 0 a 20 m.

---

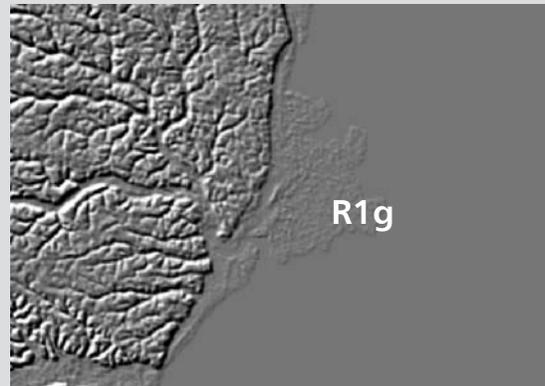
Inclinação das vertentes: 0°-5°.

---

### R1g – Recifes

Relevo de agradacão. Zona de acumulacão atual.

Os recifes situam-se na plataforma continental interna em posicão de linha de arrebentacão ou *off-shore*, podendo ser distinguidos dois tipos principais: RECIFES DE PRAIA, que consistem de antigos cordões arenosos (*beach-rocks*), sob forma de ilhas-barreiras paralelas à linha de costa, que foram consolidados por cimentacão ferruginosa e/ou carbonática; RECIFES DE BANCOS DE CORAIS, que consistem de bancos de recifes ou formações peculiares denominadas “chapeirões”, submersos ou



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

parcialmente emersos durante os períodos de maré baixa. Estes são produzidos por acumulação carbonática, devido à atividade biogênica (corais).

---

Amplitude de relevo: zero.

---

Inclinação das vertentes: plano (0°).

---

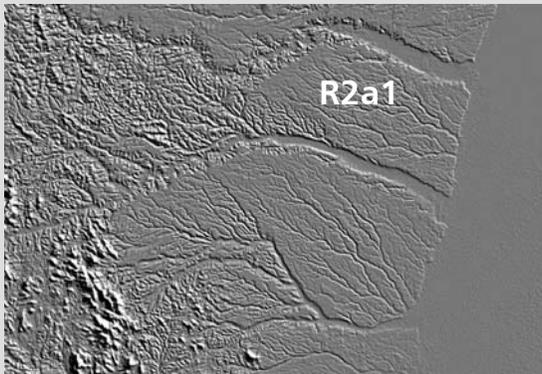
## II – DOMÍNIO DAS UNIDADES DENUDACIONAIS EM ROCHAS SEDIMENTARES POUCO LITIFICADAS

### R2a1 – Tabuleiros

Relevo de degradação em rochas sedimentares.

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

Predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a mo-



R2a1 – Porto Seguro (sul do estado da Bahia).



R2a1 – Tabuleiros pouco dissecados da bacia de Macacu (Venda das Pedras, Itaboraí, Rio de Janeiro).



R2a1 – Plantação de eucaliptos em terrenos planos de tabuleiros não dissecados do grupo Barreiras (município de Esplanada, norte do estado da Bahia).

derada suscetibilidade à erosão). Ocorrências esporádicas, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (sulcos e ravinas).

---

Amplitude de relevo: 20 a 50 m.

---

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

---

### R2a2 – Tabuleiros Dissecados

Relevo de degradação em rochas sedimentares.

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

Predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a

moderada suscetibilidade à erosão). Ocorrência de processos de erosão laminar ou linear acelerada (sulcos e ravinas).

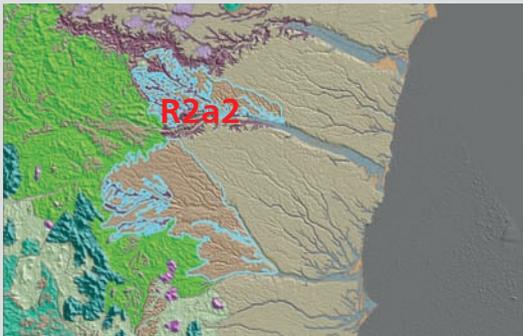
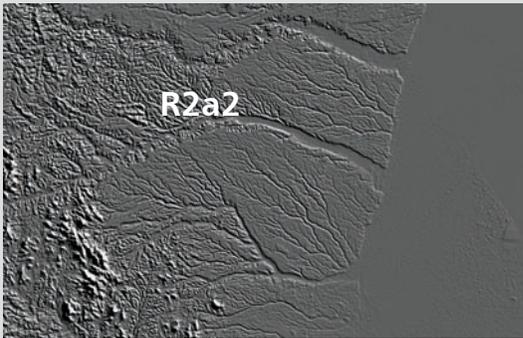
---

Amplitude de relevo: 20 a 50 m.

---

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

---



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



R2a2 – Tabuleiros dissecados, intensamente erodidos por processos de voçorocamento junto à rodovia Linha Verde (litoral norte do estado da Bahia).



R2a2 – Tabuleiros dissecados em amplos vales em forma de “U”, em típica morfologia derivada do grupo Barreiras (bacia do rio Guaxindiba, São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro).

### III – DOMÍNIO DAS UNIDADES DENUDACIONAIS EM ROCHAS SEDIMENTARES LITIFICADAS

#### R2b1 – Baixos Platôs

Relevo de degradação em rochas sedimentares.

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

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

---

Amplitude de relevo: 0 a 20 m.

---

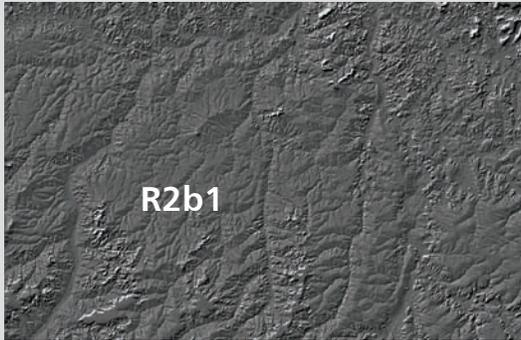
Inclinação das vertentes: topo plano a suavemente ondulado: 2°-5°.

---

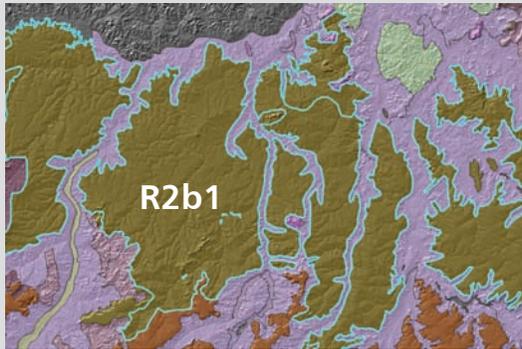
#### R2b2 – Baixos Platôs Dissecados

Relevo de degradação em rochas sedimentares.

Superfícies ligeiramente mais elevadas que os terrenos adjacentes, francamente dissecadas em forma de colinas tabulares. Sistema de drenagem constituído por uma rede de canais com alta densidade de drenagem, que gera um relevo dissecado em vertentes retilíneas e



R2b1



R2b1

R2b1 – Centro-sul do estado do Piauí.



R2b1

R2b1 – Baixos platôs não dissecados da bacia do Parnaíba (estrada Floriano-Picos, próximo a Oeiras, Piauí).

declivosas nos vales encaixados, resultantes da dissecação fluvial recente. Deposição de planícies aluviais restritas em vales fechados.

Equilíbrio entre processos de pedogênese e morfogênese (formação de solos espessos e bem drenados, com moderada suscetibilidade à erosão). Eventual atuação de processos de laterização. Ocorrências esporádicas, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e

voçorocas). Situação típica encontrada nos baixos platôs embasados pela Formação Alter do Chão, ao norte de Manaus.

Amplitude de relevo: 20 a 50 m.

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



R2b2



R2b2

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



R2b2

R2b2 – Baixos platôs dissecados em forma de colinas tabulares sobre arenitos imaturos da formação Alter do Chão (Presidente Figueiredo, Amazonas).

### R2b3 – Planaltos

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

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

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

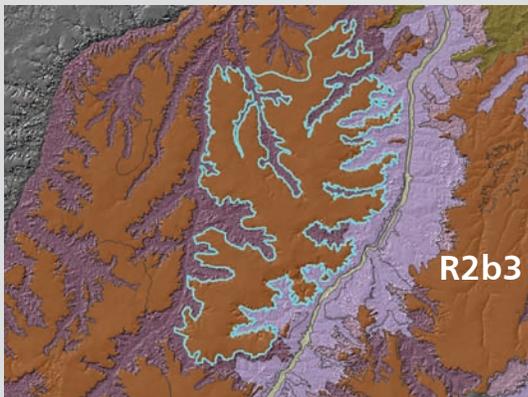
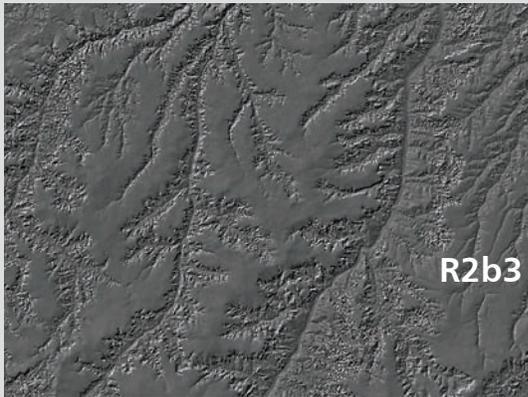
---

Amplitude de relevo: 20 a 50 m.

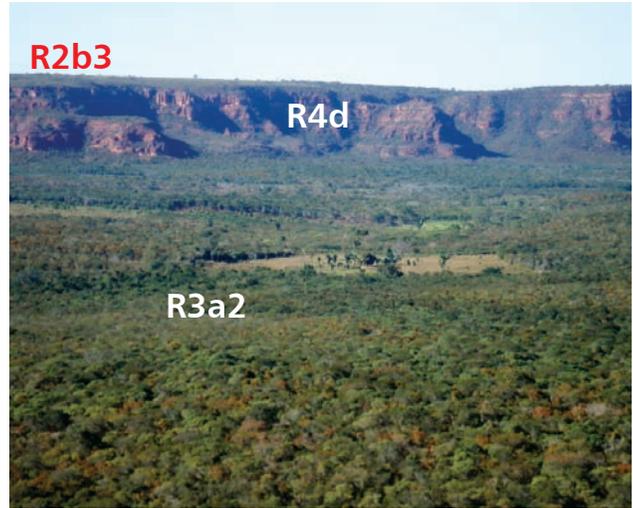
---

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

---



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



R2b3 – Escarpa erosiva do planalto de Uruçuí (bacia do Parnaíba, sudoeste do estado do Piauí).



R2b3 – Topo do planalto da serra dos Martins, sustentado por cornijas de arenitos ferruginosos da formação homônima (sudoeste do estado do Rio Grande do Norte).

### R2c – Chapadas e Platôs

Relevo de degradação em rochas sedimentares.

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

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

Processos de morfogênese significativos nos rebordos das escarpas erosivas, via recuo lateral das vertentes. Frequentemente atuação de processos de laterização. Ocorrências

esporádicas, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas).

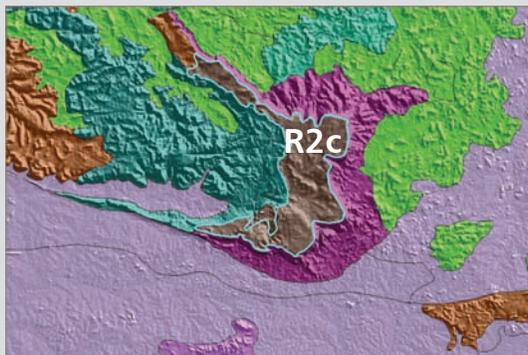
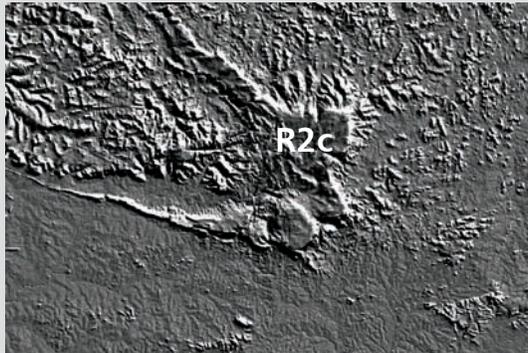
---

Amplitude de relevo: 0 a 20 m.

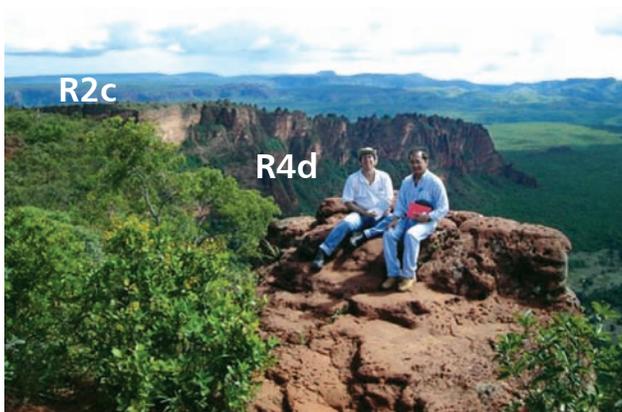
---

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

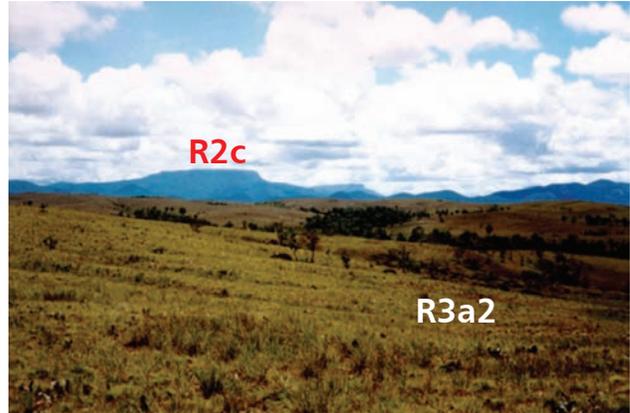
---



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



R2c – Topo da Chapada dos Guimarães e relevo ruiforme junto a seu escarpamento.



R2c – “Tepuy” isolado da “serra” do Tepequém, uma forma em chapada sustentada por arenitos conglomeráticos do supergrupo Roraima.

#### IV – DOMÍNIO DOS RELEVOS DE APLAINAMENTO

##### R3a1 – Superfícies Aplainadas Conservadas

Relevo de aplainamento.

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

---

Amplitude de relevo: 0 a 10 m.

---

Inclinação das vertentes: 0°-5°.

---

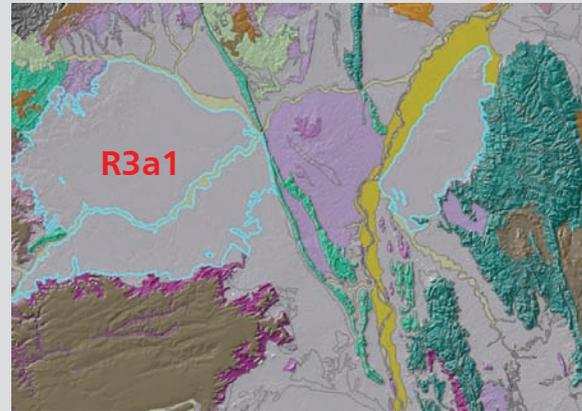
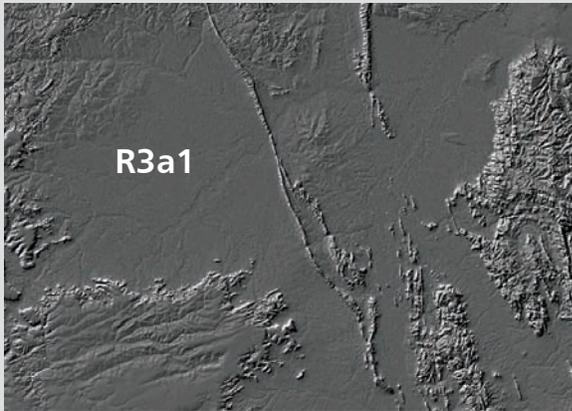
No bioma da floresta amazônica: franco predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa suscetibilidade à erosão). Eventual atuação de processos de laterização.

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

##### R3a2 – Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas

Relevo de aplainamento.

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



R3a1 – Médio vale do rio São Francisco (estado da Bahia).

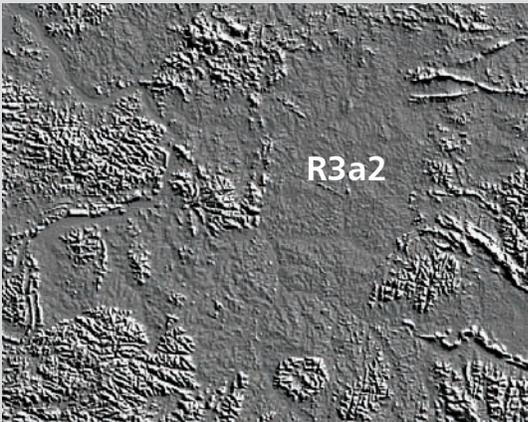
Amplitude de relevo: 10 a 30 m.

Inclinação das vertentes: 0°-5°.



R3a1 – Extensa superfície aplainada, delimitada por esparsas cristas de quartzitos (Canudos, norte do estado da Bahia).

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



R3a2 – Médio vale do rio Xingu (estado do Pará).



R3a2 – Extensa superfície aplainada da depressão sertaneja (sudeste do estado do Rio Grande do Norte).

**R3b – Inselbergs e outros relevos residuais (cristas isoladas, morros residuais, pontões, monolitos)**

Relevo de aplainamento.

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

---

Amplitude de relevo: 50 a 500 m.

---

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

---



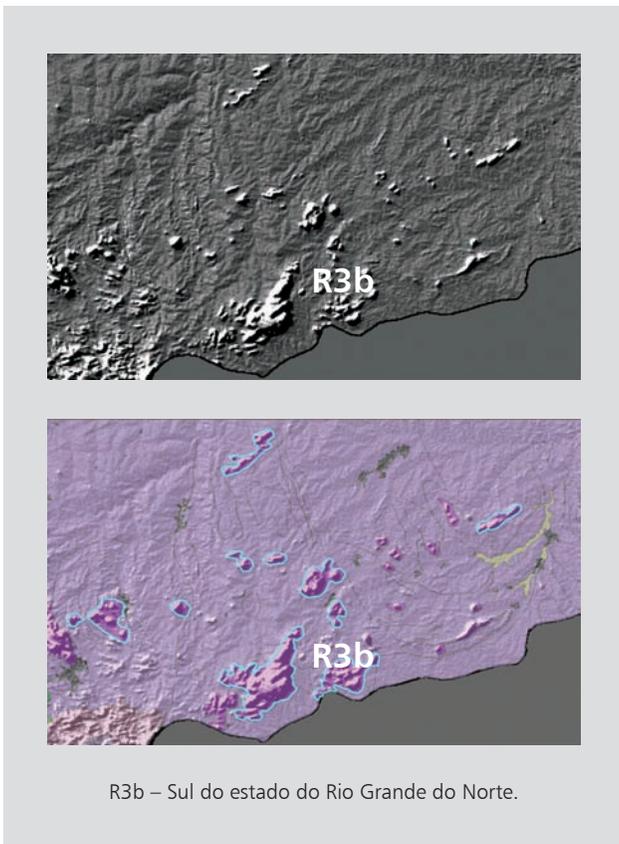
R3b – Neck vulcânico do pico do Cabugi (estado do Rio Grande do Norte).

**V – DOMÍNIO DAS UNIDADES DENUDACIONAIS EM ROCHAS CRISTALINAS OU SEDIMENTARES**

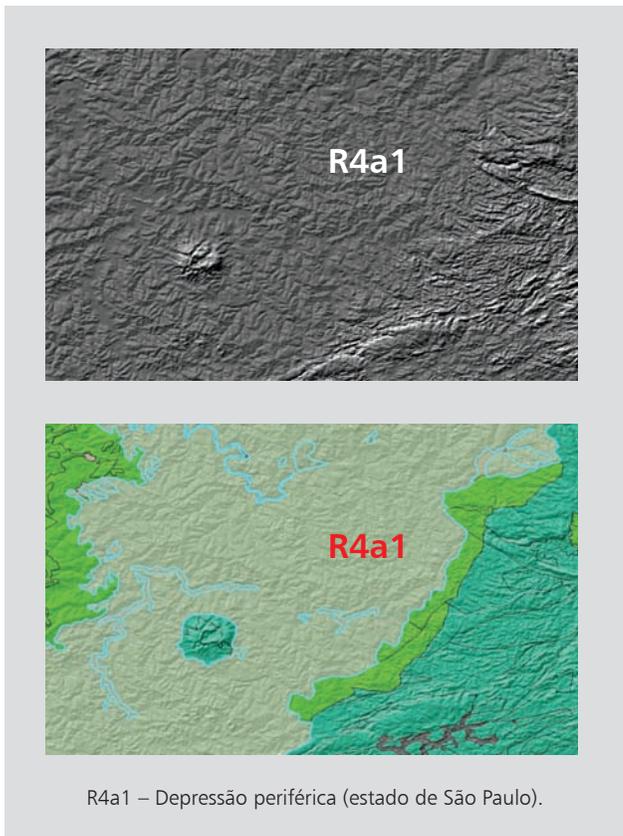
**R4a1 – Domínio de Colinas Amplas e Suaves**

Relevo de degradação em qualquer litologia, predominando rochas sedimentares.

Relevo de colinas pouco dissecadas, com vertentes convexas e topos amplos, de morfologia tabular ou alongada. Sistema de drenagem principal com deposição de planícies aluviais relativamente amplas.



R3b – Sul do estado do Rio Grande do Norte.



R4a1 – Depressão periférica (estado de São Paulo).



R3b – Agrupamentos de *inselbergs* alinhados em cristas de rochas quartzíticas delineadas em zona de cisalhamento (estrada Senhor do Bonfim-Juazeiro, estado da Bahia).



R4a1 – Colinas amplas e suaves modeladas sobre granulitos (cercanias de Anápolis, Goiás).



R4a1 – Relevo suave colinoso (município de Araruama, região dos Lagos, Rio de Janeiro).

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). Geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes.

---

Amplitude de relevo: 20 a 50 m.

---

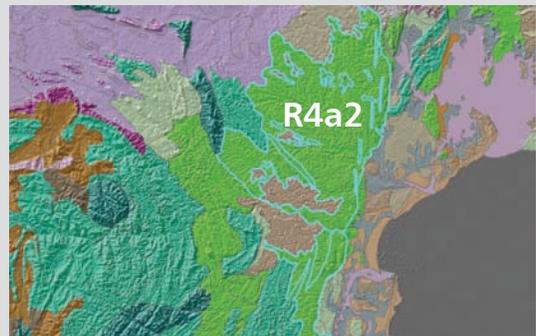
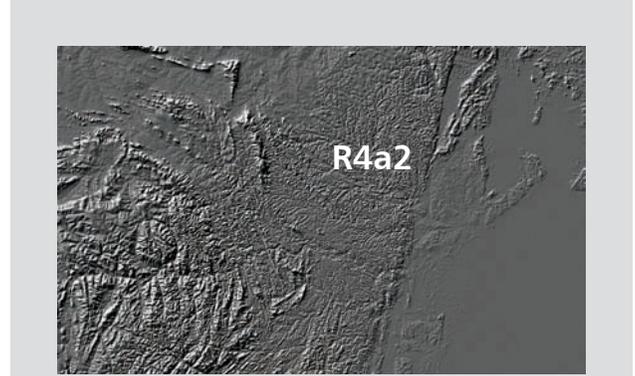
Inclinação das vertentes: 3°-10°.

---

### R4a2 – Domínio de Colinas Dissecadas e de Morros Baixos

Relevo de degradação em qualquer litologia.

Relevo de colinas dissecadas, com vertentes convexo-côncavas e topos arredondados ou aguçados. Sistema de drenagem principal com deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados.



R4a2 – Leste do estado da Bahia.



R4a2 – Típico relevo de mar-de-morros no médio vale do rio Paraíba do Sul (topo da serra da Concórdia, Valença, Rio de Janeiro).



R4a2 – Colinas e morros intensamente dissecados sobre metassiltitos (município de Padre Bernardo, Goiás).

Equilíbrio entre processos de pedogênese e morfogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com moderada suscetibilidade à erosão). Atuação frequente de processos de erosão laminar e ocorrência esporádica de processos de erosão linear acelerada (sulcos, ravinas e voçorocas). Geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes.

---

Amplitude de relevo: 30 a 80 m.

---

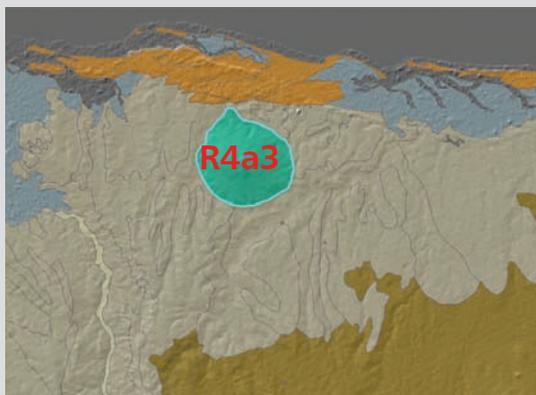
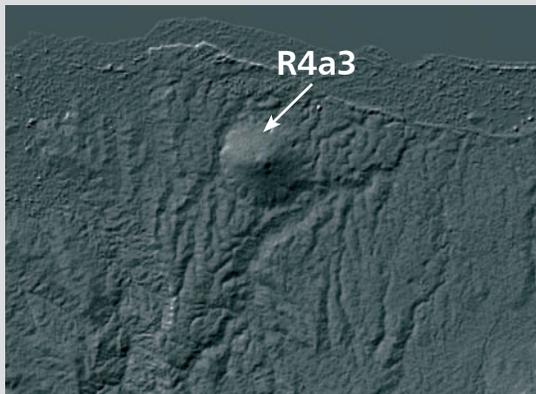
Inclinação das vertentes: 5°-20°.

---

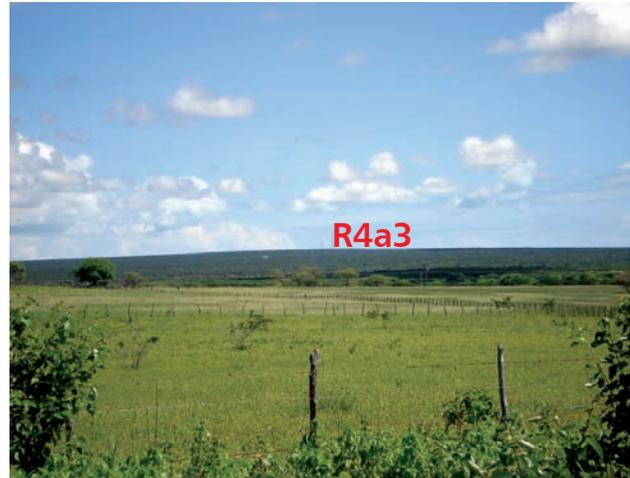
### R4a3 – Domos em estrutura elevada

#### Relevo de degradação em qualquer litologia.

Relevo de amplas e suaves elevações em forma de meia esfera, com modelado de extensas vertentes convexas e topos planos a levemente arredondados. Em geral, essa morfologia deriva de rochas intrusivas que arqueiam a superfície do terreno, podendo gerar estruturas dobradas do tipo braquianticlinais. Apresenta padrão de drenagem radial



R4a3 – Domo de Guimarães (estado do Rio Grande do Norte).



R4a3 – Domo de Guimarães, arqueando as rochas sedimentares da bacia Potiguar (estado do Rio Grande do Norte).

e centrífugo. Sistema de drenagem principal em processo inicial de entalhamento, sem deposição de planícies aluviais.

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

---

Amplitude de relevo: 50 a 200 m.

---

Inclinação das vertentes: 3°-10°.

---

### R4b – Domínio de Morros e de Serras Baixas

#### Relevo de degradação em qualquer litologia.

Relevo de morros convexo-côncavos dissecados e topos arredondados ou aguçados. Também se insere nessa unidade o relevo de morros de topo tabular, característico das chapadas intensamente dissecadas e desfeitas em conjunto de morros de topo plano. Sistema de drenagem principal com restritas planícies aluviais.

Predomínio de processos de morfogênese (formação de solos pouco espessos em terrenos declivosos, em geral, com moderada a alta suscetibilidade à erosão). Atuação frequente de processos de erosão laminar e linear acelerada (sulcos e ravinas) e ocorrência esporádica de processos de movimentos de massa. Geração de colúvios e, subordinadamente, depósitos de tálus nas baixas vertentes.

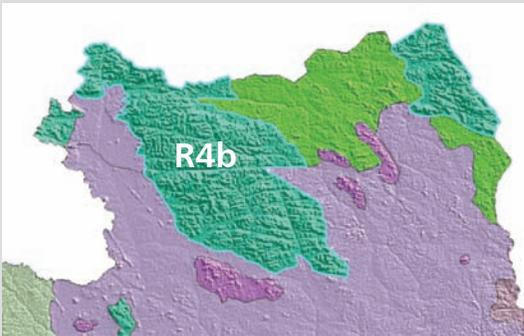
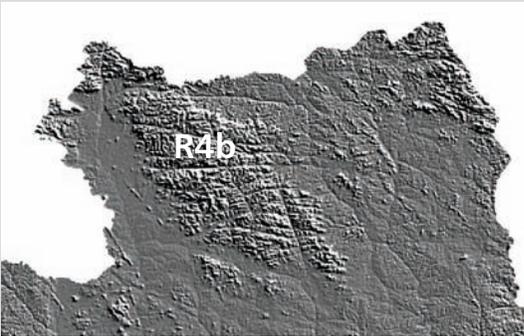
---

Amplitude de relevo: 80 a 200 m, podendo apresentar desnivelamentos de até 300 m.

---

Inclinação das vertentes: 15°-35°.

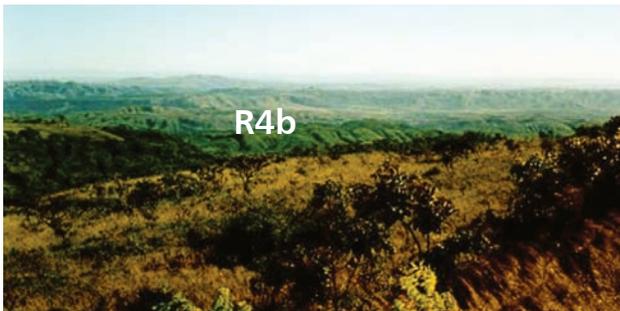
---



R4b – Serra do Tumucumaque (norte do estado do Pará).



R4b – Relevo de morros elevados no planalto da região serrana do estado do Rio de Janeiro.



R4b – Relevo fortemente dissecado em morros sulcados e alinhados a norte do planalto do Distrito Federal.

**R4c – Domínio Montanhoso (alinhamentos serranos, maciços montanhosos, *front* de *cuestas* e *hogback*)**

Relevo de degradação em qualquer litologia.

Relevo montanhoso, muito acidentado. Vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, escarpadas e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento.

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

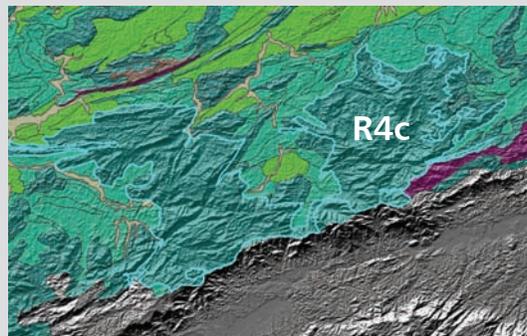
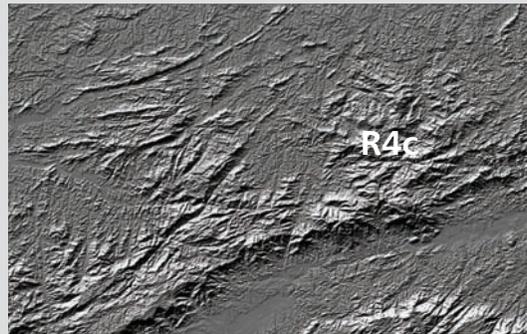
---

Amplitude de relevo: acima de 300 m, podendo apresentar, localmente, desnivelamentos inferiores a 200 m.

---

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

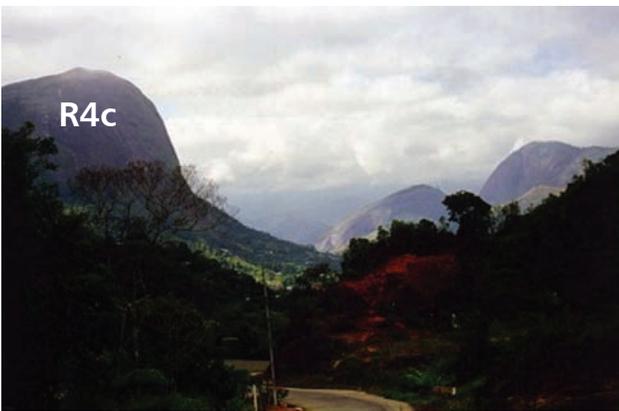
---



R4c – Sul do estado de Minas Gerais.



R4c – Relevo montanhoso do maciço do Caraça, modelado em quartzitos (Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais).



R4c – Vale estrutural do rio Araras; reverso da serra do Mar (Petrópolis, Rio de Janeiro).

### R4d – Escarpas Serranas

Relevo de degradação em qualquer litologia.

Relevo montanhoso, muito acidentado. Vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, escarpadas e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento. Representam um relevo de transição entre duas superfícies distintas alçadas a diferentes cotas altimétricas.

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

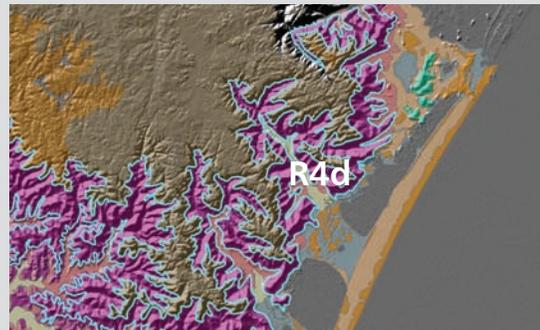
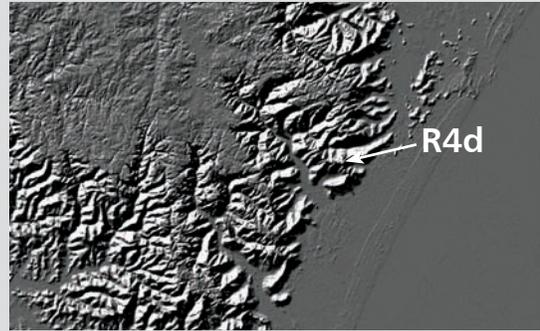
---

Amplitude de relevo: acima de 300 m.

---

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

---



R4d – Escarpa da serra Geral (nordeste do estado do Rio Grande do Sul).



R4d – Aspecto imponente da serra Geral, francamente entalhada por uma densa rede de drenagem, gerando uma escarpa festonada com mais de 1.000 m de desnivelamento.



R4d – Escarpa da serra de Miguel Inácio, cuja dissecação está controlada por rochas metassedimentares do grupo Paranoá (cercanias do Distrito Federal).

### R4e – Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos

Relevo de degradação em qualquer litologia.

Relevo acidentado, constituído por vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, declivosas e topos levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento. Representam relevo de transição entre duas superfícies distintas alçadas a diferentes cotas altimétricas.

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

---

Amplitude de relevo: 50 a 200 m.

---

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

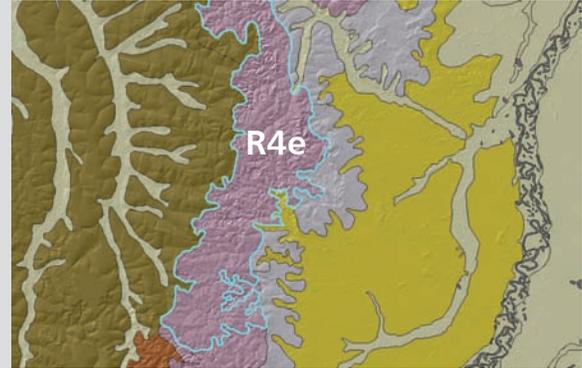
---

### R4f – Vales Encaixados

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

Relevo acidentado, constituído por vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, fortemente sulcadas, declivosas, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento. Consistem em feições de relevo fortemente entalhadas pela incisão vertical da drenagem, formando vales encaixados e incisos sobre planaltos e chapadas, estes, em geral, pouco dissecados. Assim como as escarpas e os rebordos erosivos, os vales encaixados apresentam quebras de relevo abruptas em contraste com o relevo plano adjacente. Em geral, essas formas de relevo indicam uma retomada erosiva recente em processo de reajuste ao nível de base regional.

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



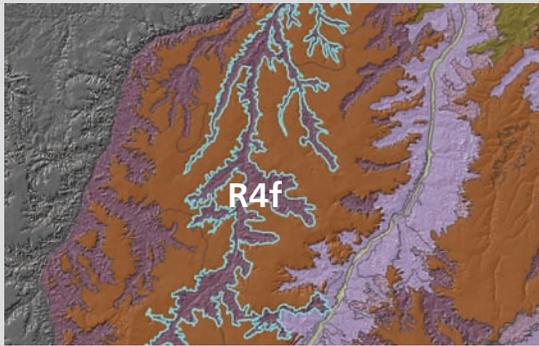
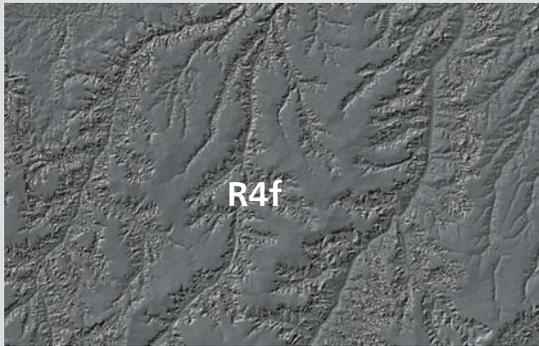
R4e – Degrau escarpado da serra do Roncador (leste do estado de Mato Grosso).



R4e – Degrau estrutural do flanco oeste do planalto de morro do Chapéu (Chapada Diamantina, Bahia).



R4e – Degrau estrutural no contato da bacia do Parnaíba com o embasamento cristalino no sul do Piauí.



R4f – Planalto de Uruçuí e vale do Gurgueia (sul do estado do Piauí).

---

Amplitude de relevo: 100 a 300 m.

---

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

---



R4f – Vale amplo e encaixado de tributário do rio Gurgueia no planalto de Uruçuí (sudoeste do estado do Piauí).

## **NOTA SOBRE OS AUTORES**

**ANTENOR FARIA DE MURICY FILHO** – Geólogo (1964) formado pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Ingressou na Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras) em 1965, onde permaneceu até 1983. Nessa empresa se aperfeiçoou por meio de inúmeros cursos, principalmente na área de interpretação de perfis e análise de bacias. Exerceu os cargos de chefe de seção, de setor, de divisão e superintendência interina, além do exercício da Gerência de Exploração das Sucursais da Petrobras Internacional (Braspetro) do Egito e da Líbia (1976-1979). Em 1985 reingressou, como contratado, na Braspetro, onde exerceu a Gerência de Exploração das Sucursais do Yemen do Sul e da Colômbia (1985-1992). Ingressou na Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) em dezembro de 2005, onde exerceu a função de Assessor de Superintendência (2007-2008) e a Superintendência Adjunta de Definição de Blocos (em 2009). Atualmente, é superintendente interino desse órgão.

**ANTÔNIO THEODOROVICZ** – Geólogo (1977) formado pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), com especialização (1990) em Geologia Ambiental (CPRM/SGB). 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 chefou vários projetos de Mapeamento Geológico, Prospecção Mineral e Metalogenia em diversas escalas nas regiões Amazônica, Sul e Sudeste. Desde 1990 atua como supervisor/executor de vários estudos geoambientais, para os quais concebeu uma metodologia, adaptada e aplicada na geração dos mapas Geodiversidade do Programa SIG – Geologia Ambiental. Ministra treinamentos 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, também é coordenador regional do Projeto Geoparques da CPRM/SGB, Conselheiro da Comissão de Monumentos Geológicos do Estado de São Paulo e Membro do Conselho Gestor do Geopark Estadual Bodoquena-Pantanal.

**BERNARDO FARIA ALMEIDA** – Graduado (2003) em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), mestre (2005) em Engenharia de Produção (Logística) pela COPPE/UFRJ. Atua na ANP, como Analista Administrativo, na Superintendência de Definição de Blocos desde 2005, nos estudos de Geologia e Geofísica para as Rodadas de Licitações de Blocos Exploratórios realizadas pela ANP, e no acompanhamento dos contratos realizados por essa superintendência de acordo com o Plano Plurianual de Estudos de Geologia e Geofísica.

**CINTIA ITOKAZU COUTINHO** – Engenheira civil formada pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Servidora da ANP desde 2004.

**JULIANA MACEIRA MORAES** – Graduada em Geologia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) em 2006 e mestre em Geologia - Análise de Bacias e Faixas Móveis pela mesma universidade, em 2008. Atua, desde 2007, na CPRM/SGB, junto ao Departamento de Gestão Territorial (DEGET), em projetos de Geodiversidade, Geologia Aplicada e Risco Geológico.

**KÁTIA DA SILVA DUARTE** – Geóloga (1989) formado pela Universidade de Brasília (UnB), mestre (1992) e doutora (2003) em Geotecnia pelo Departamento de Tecnologia da UnB. Servidora da ANP desde 2002, atualmente é Superintendente Adjunta. Experiência na área de Geociências, com ênfase em Geotecnia, Geologia Ambiental e Geologia de Petróleo.

**LUCIENE PEDROSA** – Oceanógrafa formada pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Servidora da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) desde 2006.

**LUIZ MOACYR DE CARVALHO** – Geólogo (1968) formado pela Universidade Federal da Bahia (UFBA) e especialização em Metalogenia do Ouro pela Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Como geólogo do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), participou nos trabalhos da Divisão de Fomento à Produção Mineral e de Fiscalização de Projetos de Financiamento à Pesquisa Mineral no Território Federal de Rondônia no período de 01 de junho de 1969 a 31 de dezembro de 1970. Geólogo da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB) desde 1971, ocupando o cargo de Coordenador de Recursos Minerais da então Superintendência de Porto Velho (RO). Participou do mapeamento geológico dos projetos Noroeste e Sudeste de Rondônia entre 1972-1978 e atuou como geólogo de prospecção mineral na Divisão de Pesquisa Mineral da Superintendência Regional de Salvador no período 1979-2003. Atualmente, é Supervisor do GATE, setor do Departamento de Geologia e Gestão Territorial (DEGET). Áreas de interesse: Pesquisa Mineral, Metalogenia e Patrimônio Geológico – Geoconservação.

**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 Relevô; 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 Criciúma; Análise da Morfodinâmica Fluvial Aplicada ao Estudo de Implantação das UHEs de Santo Antônio e Jirau (Rio Madeira-Rondônia). Atua, desde 2002, como professor-assistente do curso de Geografia/UNISUAM. Atualmente, é coordenador nacional de Geomorfologia do Projeto Geodiversidade do Brasil (CPRM/SGB). Membro efetivo da União da Geomorfologia Brasileira (UGB) desde 2007.

**MARIA ADELAIDE MANSINI MAIA** – Geóloga (1996) formada pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), com especialização em Geoprocessamento pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Atuou de 1997 a 2009 na Superintendência Regional de Manaus da CPRM/SGB, nos projetos de Gestão Territorial e Geoprocessamento, destacando-se o Mapa da Geodiversidade do Estado do Amazonas e os Zoneamentos Ecológico-Econômicos (ZEEs) do Vale do Rio Madeira, do estado de Roraima, do Distrito Agropecuário da Zona Franca de Manaus. Atualmente, está lotada no Escritório Rio de Janeiro da CPRM/SGB, desenvolvendo atividades ligadas aos projetos de Gestão Territorial dessa instituição, notadamente o Programa de Levantamento da Geodiversidade.

**MARIA ANGÉLICA BARRETO RAMOS** – Graduada (1989) em geologia pela Universidade de Brasília (UnB) e mestre (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 de Banco de Dados da CPRM/SGB. A partir de 2006, passou a atuar na coordenação de geoprocessamento do Projeto Geodiversidade do Brasil no DEGET.

Ministra cursos e treinamentos em ferramentas de SIG aplicados a projetos da CPRM/SGB. É autora de 32 trabalhos individuais e coautora nos livros “Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil” e “Geodiversidade do Brasil”, dentre outros (12). Foi presidenta da Associação Baiana de Geólogos no período de 2005-2007 e vice-presidenta de 2008 a 2009.

**PEDRO AUGUSTO DOS SANTOS PFALTZGRAFF** – Geólogo (1984) formado pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), mestre (1994) em 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 (UFPE). Trabalhou, entre 1984 e 1988, em obras de barragens e projetos de sondagem geotécnica na empresa Enge Rio – Engenharia e Consultoria S.A. e como geólogo autônomo entre os anos de 1985-1994. Trabalha na CPRM/SGB desde 1994, onde atua em diversos projetos de Geologia Ambiental.

**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, entremeando 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 18 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*.

**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).

# GEODIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL  
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

Geodiversidade do Estado de Mato Grosso é um produto concebido para oferecer aos diversos segmentos da sociedade mato-grossense 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 muito variado, incluindo desde as 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 mato-grossense em unidades geológico-ambientais, destacando suas limitações e potencialidades frente à 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.



#### SEDE

SGAN – Quadra 603 • Conj. J • Parte A – 1º andar  
Brasília – DF • 70830-030  
Fone: 61 3326-9500 • 61 3322-4305  
Fax: 61 3225-3985

#### Escritório Rio de Janeiro – ERJ

Av. Pasteur, 404 – Urca  
Rio de Janeiro – RJ • 22290-040  
Fone: 21 2295-5337 • 21 2295-5382  
Fax: 21 2542-3647

#### Presidência

Fone: 21 2295-5337 • 61 3322-5838  
Fax: 21 2542-3647 • 61 3225-3985

#### 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 3223-1166/1059  
Fax: 21 2295-5947 • 61 3323-6600

#### Superintendência Regional de Goiânia

Rua 148, 485 • Setor Marista  
Goiânia • GO • 74170-110  
Fone: 62 3240-1400 • Fax: 62 3240-1417

#### Assessoria de Comunicação

Fone: 21 2546-0215 • Fax: 21 2542-3647

#### Divisão de Marketing e Divulgação

Fone: 31 3878-0372 • Fax: 31 3878-0382  
marketing@bh.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)  
2010

**PAC** PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO