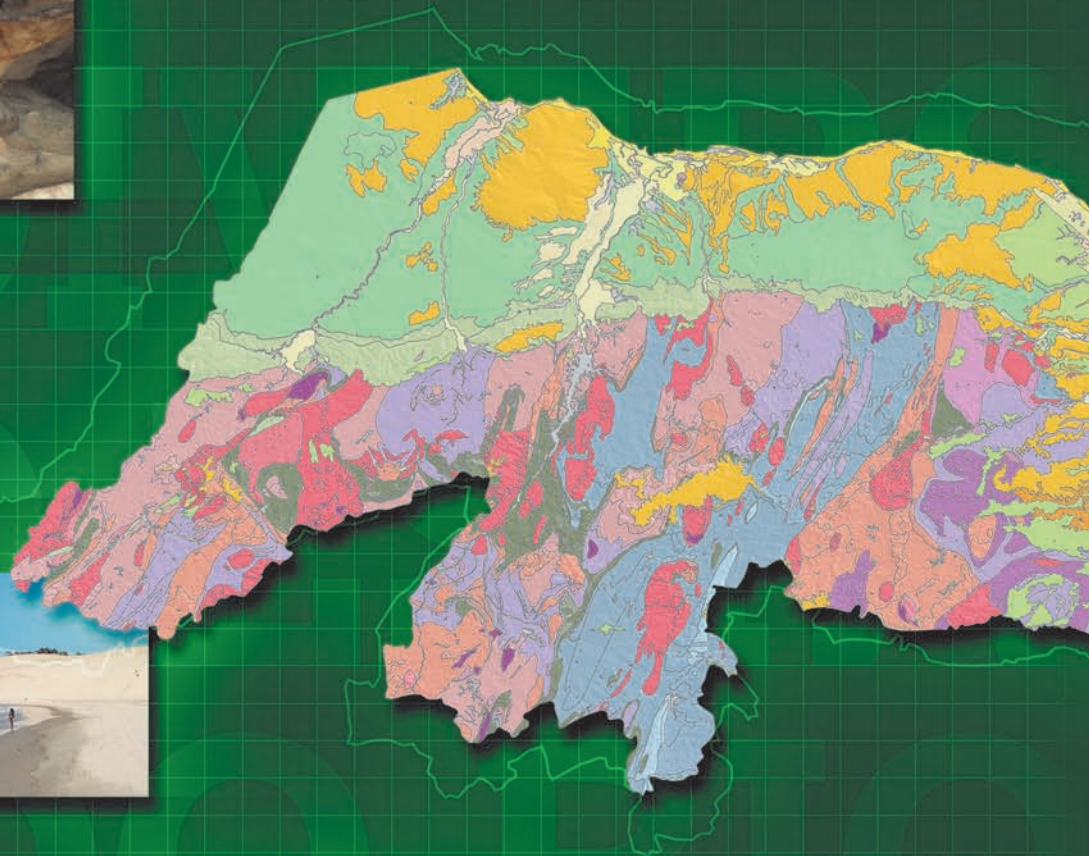
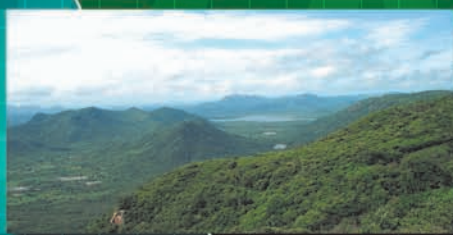


# GEODIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL  
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE



2010







# **GEODIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE**

**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 RECIFE**

##### **Superintendente**

José Wilson de Castro Temóteo

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

José Carlos da Silva

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

# **GEODIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE**

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL  
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

## **ORGANIZAÇÃO**

Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff  
Fernanda Soares de Miranda Torres

Rio de Janeiro, Brasil  
2010

## CRÉDITOS TÉCNICOS

### LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

#### COORDENAÇÃO NACIONAL

##### Departamento de Gestão Territorial

Cassio Roberto da Silva

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

Maria Angélica Barreto Ramos

Maria Adelaide Mansini Maia

##### Coordenação Regional

Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff

##### Execução Técnica

Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff

Fernanda Soares de Miranda Torres

Ricardo de Lima Brandão

Rogério Valença Ferreira

##### Organização do Livro Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Norte

Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff

Fernanda Soares de Miranda Torres

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

Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff

Fernanda Soares de Miranda Torres

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

João Henrique Gonçalves

Antônio Rabello Sampaio

Leonardo Brandão Araújo

Elias Bernardi da Silva do Espírito Santo

Patrícia Düringer Jacques

Gabriela Figueiredo de Castro Simão

##### Colaboração

Edgard Shinzato

Frederico Campêlo Souza

Jorge Pimentel

Luiz Carlos Bastos Freitas

Luiz Moacyr de Carvalho

Marcelo Eduardo Dantas

##### 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

##### (editoração)

Agmar Alves Lopes

##### (edição de imagem)

Juliana Colussi

Leila Maria Rosa de Alcantara

Nathalia Valladares Leal (estagiário)

Thaynara Pinheiro Rodrigues de Paiva (estagiário)

Yuri Correa de Souza (estagiário)

##### Superintendência Regional de Recife (SUREG-RE)

##### Gerência de Relações Institucionais e

##### Desenvolvimento (GERIDE)

##### (projeto de multimídia e editoração)

Maria Tereza da Costa Dias

Aldenir Justino de Oliveira

---

#### FOTOS DA CAPA:

1. Pinturas rupestres no calcário Jandaíra, município de Apodi.
  2. Dunas de Genipabu, município de Extremoz.
  3. Vale do rio Acauã encaixado em rochas graníticas, município de Acari.
  4. Serra do Martins, município de Martins.
- 

Pfaltzgraff, Pedro Augusto dos Santos.

Geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte / Organização  
Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff [e] Fernanda Soares de Miranda  
Torres. -- Recife : CPRM, 2010.  
227 p. ; 30 cm + 1 DVD

Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade.

1. Geodiversidade – Brasil – Rio Grande do Norte. 2. Meio ambiente – Brasil – Rio Grande do Norte. 3. Planejamento territorial - Brasil – Rio Grande do Norte. 4. Geologia ambiental – Brasil - Rio Grande do Norte. I. Torres, Fernanda Soares de Miranda (Org.). II. Título.

CDD 551.098132



# 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 RIO GRANDE DO NORTE** aqui apresentado. Trata-se de um produto concebido para oferecer aos diversos segmentos da sociedade potiguar 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 potiguar 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 Rio Grande do Norte foi gerado a partir dos SIGs do Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Norte (2006), 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 Rio Grande do Norte – 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. GEOLOGIA</b> .....	<b>15</b>
Vladimir Cruz de Medeiros, Marcos Antonio Leite do Nascimento, Debora do Carmo Sousa	
<b>3. SISMICIDADE</b> .....	<b>39</b>
Joaquim Mendes Ferreira, Aderson Farias do Nascimento, Francisco Hilário Rego Bezerra	
<b>4. RECURSOS MINERAIS</b> .....	<b>47</b>
Vladimir Cruz de Medeiros, Júlio de Rezende Nesi, Marcos Antonio Leite do Nascimento	
<b>5. POTENCIAL PETROLÍFERO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE...</b>	<b>67</b>
Kátia da Silva Duarte, Cintia Itokazu Coutinho, Bernardo Faria de Almeida, Antenor de Faria Muricy Filho, Luciene Pedrosa	
<b>6. RELEVO</b> .....	<b>77</b>
Marcelo Eduardo Dantas, Rogério Valença Ferreira	
<b>7. CLIMA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE</b> .....	<b>93</b>
José Ueliton Pinheiro, Gilmar Bristot, Leandson Roberto Fernandes de Lucena	
<b>8. POTENCIALIDADE HIDROGEOLÓGICA DO RIO GRANDE DO NORTE....</b>	<b>99</b>
José Braz Diniz Filho, Álvaro Crisanto de Moraes Filho	
<b>9. SOLOS</b> .....	<b>111</b>
Francisco Nildo da Silva	
<b>10. DESERTIFICAÇÃO</b> .....	<b>121</b>
Getson Luis Dantas de Medeiros	
<b>11. PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOTURISMO</b> .....	<b>133</b>
Marcos Antonio Leite do Nascimento	
<b>12. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO</b> .....	<b>145</b>
Marcos Antonio Leite do Nascimento, Alinne Kadidja de Sousa Fernandes	
<b>13. METODOLOGIA, ESTRUTURAÇÃO DA BASE DE DADOS E ORGANIZAÇÃO EM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA</b> .....	<b>159</b>
Maria Angélica Barreto Ramos, Marcelo Eduardo Dantas, Antônio Theodorovicz, Valter José Marques, Vitório Orlandi Filho, Maria Adelaide Mansini Maia, Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff	
<b>14. GEODIVERSIDADE: ADEQUABILIDADES/POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES FRENTE AO USO E OCUPAÇÃO</b> .....	<b>175</b>
Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff, Fernanda Soares de Miranda Torres	

## APÊNDICES

### I – DESCRIÇÃO DOS DOMÍNIOS DE GEODIVERSIDADE

### II – BIBLIOTECA DE RELEVO DO TERRITÓRIO BRASILEIRO

Marcelo Eduardo Dantas

## NOTA SOBRE OS AUTORES



# 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:

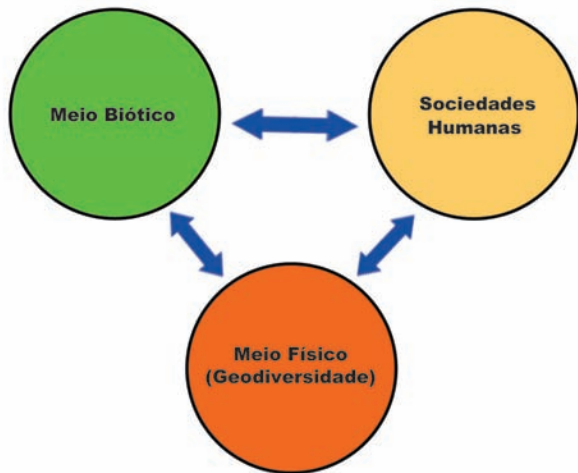
*O estudo da natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, composição, fenômenos e processos geológicos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, águas, fósseis, solos, clima e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na Terra, tendo como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

### Relação entre sistemas



**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, relevo ondulado, solos pouco espessos, clima seco e com poucos cursos d'água perenes, o que seria possível fazer para promover o seu aproveitamento econômico (Figura 1.3)?

O conhecimento da geodiversidade de uma região implica o conhecimento de suas rochas, portanto, nesse caso específico, a rocha, constituindo-se em um sienito ou granito, 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 seriam outros fatores para auxiliar no desenvolvimento dessa atividade. A escassez de água (clima seco, poucos cursos d'água perenes e aquíferos do tipo fraturado) tornaria a área pouco propícia, ou com restrições, à instalação de atividades agrícolas ou assentamentos urbanos.



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

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; as argilas moles e turfas, além da suscetibilidade a inundações periódicas, tornam a área inadequada à ocupação urbana ou industrial; a presença de solos mais férteis torna a área propícia à agricultura de ciclo curto. Observa-se, entretanto, que justamente em várzeas e planícies de inundação é que se instalou a maior parte das cidades no Brasil, cuja população sofre periodicamente os danos das cheias dos rios.

Observa-se, nas figuras 1.4 e 1.5, uma planície fluviolagunar instalada sobre rochas sedimentares recobertas por sedimentos arenosos e argilosos. Este é um exemplo de estrutura urbana em que não se considerou a suscetibilidade



**Figura 1.3** - Área propícia à instalação de pedreira (Messias Targino, RN).



do meio físico local a inundações periódicas, evidenciando mau uso e ocupação de solo.

Um grande problema que se instala por áreas áridas e semiáridas do planeta é a desertificação causada pelo uso inadequado do solo. O conhecimento das características dos materiais geológicos formadores do substrato de uma região auxilia na indicação de aptidões e restrições de uso desses materiais, assim como aponta formas de prevenção, ou, pelo menos, de mitigação da instalação dos processos que levam à desertificação (Figura 1.6).

Grandes 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 percurso planejado para as ferrovias Transnordestina, Este-Oeste e Norte-Sul, onde 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.



**Figura 1.4** - Vista parcial de inundação na cidade de Assu (maio de 2009). Fonte: <<http://rntur.com/rnnews.php?pagina=35>>. Acesso em: 6 set. 2010.



**Figura 1.5** - Vista parcial de inundação na cidade de Natal (abril de 2008). Fonte: <<http://www.robsonpiresxerife.com/blog/notas/as-imagens-das-enchentes-em-natal/>>. Acesso em: 6 set. 2010.



**Figura 1.6** - Área degradada no município de Caicó (2002).

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 uma determinada área ou região.

## 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/Serviço Geológico do Brasil, 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, Murray. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. New York: John Wiley & Sons, 2004. 434 p.

OWEN, D.; PRICE, W.; REID, C. **Gloucestershire cots-wolds: 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 et al. Começo de tudo. In: SILVA, C. R. da (Ed.). **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado**,

para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 2008a. 264 p. il. p. 11-20.

SILVA, C. R. da et. al. 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

## GEOLOGIA

Vladimir Cruz de Medeiros (*vladimir.medeiros@cprm.gov.br*)<sup>1</sup>

Marcos Antonio Leite do Nascimento (*marcos@geologia.ufrn.br*)<sup>2</sup>

Debora do Carmo Sousa (*debora@geologia.ufrn.br*)<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

### SUMÁRIO

Introdução .....	17
Unidades pré-cambrianas.....	18
Domínio Jaguaribeano .....	18
Complexo Jaguaretama (Riaciano) .....	18
Grupo Serra de São José (Estateriano) .....	19
Suíte Serra do Deserto (Estateriano).....	19
Domínio Rio Piranhas-Seridó .....	19
Complexo Caicó (Riaciano).....	20
Suíte Poço da Cruz (Orosiriano).....	20
Grupo Seridó (Ediacarano).....	20
Domínio São José do Campestre .....	22
Metatonalito Bom Jesus (Paleoarqueano) .....	22
Complexo Presidente Juscelino (Paleoarqueano e Paleomesoarqueano).....	22
Complexo Brejinho (Mesoarqueano) .....	23
Complexo Senador Elói de Souza (Mesoarqueano) .....	23
Granitoide São José do Campestre (Neoarqueano) .....	23
Complexo João Câmara (Riaciano) .....	23
Complexo Serrinha-Pedro Velho (Riaciano) .....	23
Complexo Santa Cruz (Riaciano) .....	23
Suíte Inharé (Riaciano) .....	23
Plutonismo Brasileiro (Ediacarano) .....	23
Suíte Intrusiva São João do Sabugi .....	23
Suíte Intrusiva Itaporanga .....	24
Suíte Intrusiva Dona Inês.....	24
Suíte Intrusiva Catingueira .....	25
Suíte Intrusiva Umarizal .....	25

Plutonismo Tardi a Pós-Brasiliano (Cambriano).....	25
Diques de pegmatito .....	26
Diques de rochas graníticas .....	26
Magmatismo Anorogênico (Ordoviciano) .....	26
Granito Flores .....	26
Quartzito São Fernando .....	26
Bacias sedimentares cretáceas.....	27
Bacia Potiguar .....	27
Formação Açu (Albiano-Cenomaniano).....	29
Formação Jandaíra (Turoniano a Eocampaniano) .....	29
Bacias Interiores .....	29
Bacia Gangorra .....	29
Bacia Rafael Fernandes.....	30
Bacia Coronel João Pessoa.....	30
Magmatismo básico mesocenoico .....	30
Basalto Rio Ceará-Mirim (Cretáceo Inferior) .....	30
Basalto Serra do Cuó (Cretáceo Superior).....	30
Basalto Macau (Oligoceno) .....	31
Coberturas continentais cenozoicas .....	31
Formação Tibau.....	31
Formação Serra dos Martins (Oligoceno-Mioceno).....	32
Grupo Barreiras (Paleógeno-Neógeno) .....	32
Formação Potengi (Paleógeno-Neógeno) .....	33
Depósitos Colúvio-Eluviais (Plioceno-Pleistoceno) .....	33
Depósitos de Mangues (Plioceno-Pleistoceno) .....	33
Depósitos Aluvionares Antigos (Pleistoceno).....	33
Depósitos Fluviomarinhos (Pleistoceno-Holoceno) .....	34
Depósitos Fluviolacustrinos (Pleistoceno-Holoceno) .....	34
Depósitos Eólicos Litorâneos de Paleodunas (Pleistoceno-Holoceno) .....	34
Depósitos Litorâneos de Praias e Dunas Móveis (Holoceno) .....	34
Depósitos Aluvionares (Holoceno).....	35
Referências.....	35

## INTRODUÇÃO

A geologia do estado do Rio Grande do Norte pode ser enfocada/generalizada a partir de três grandes grupos de rochas: o primeiro, e mais antigo, é representado por unidades pré-cambrianas (3,45 bilhões de anos até 542

milhões de anos); o segundo constitui unidades do Cretáceo (145 a 65 milhões de anos), representadas pelas rochas sedimentares da Bacia Potiguar e vulcânicas associadas; o terceiro, de idade mais jovem, constituído pelas coberturas sedimentares cenozoicas (65 milhões de anos até o recente) (Figuras 2.1 a 2.3).

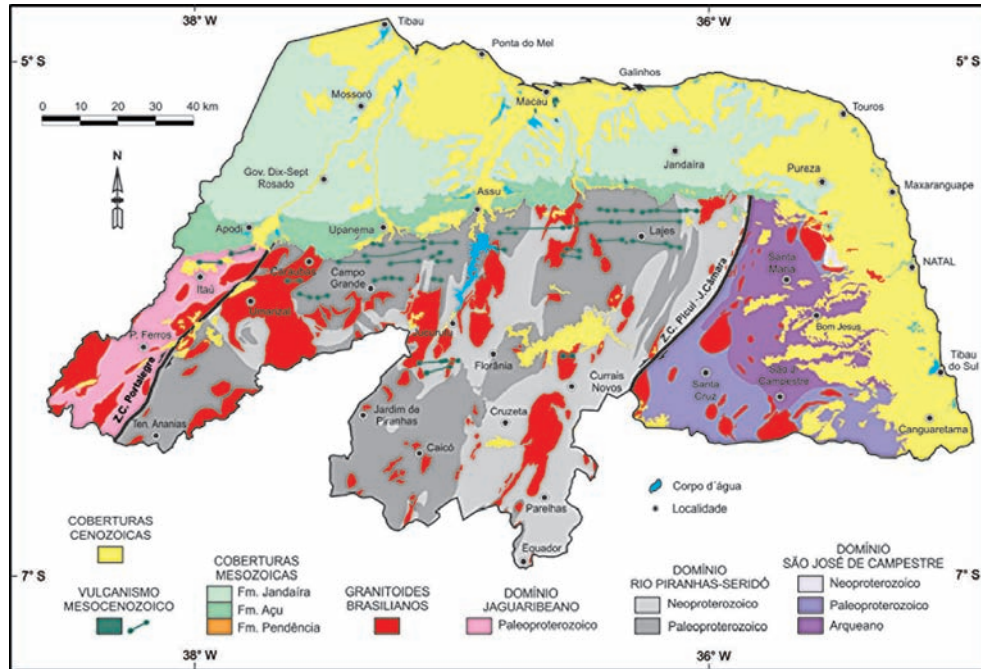


Figura 2.1 - Arcabouço geológico do estado do Rio Grande do Norte.

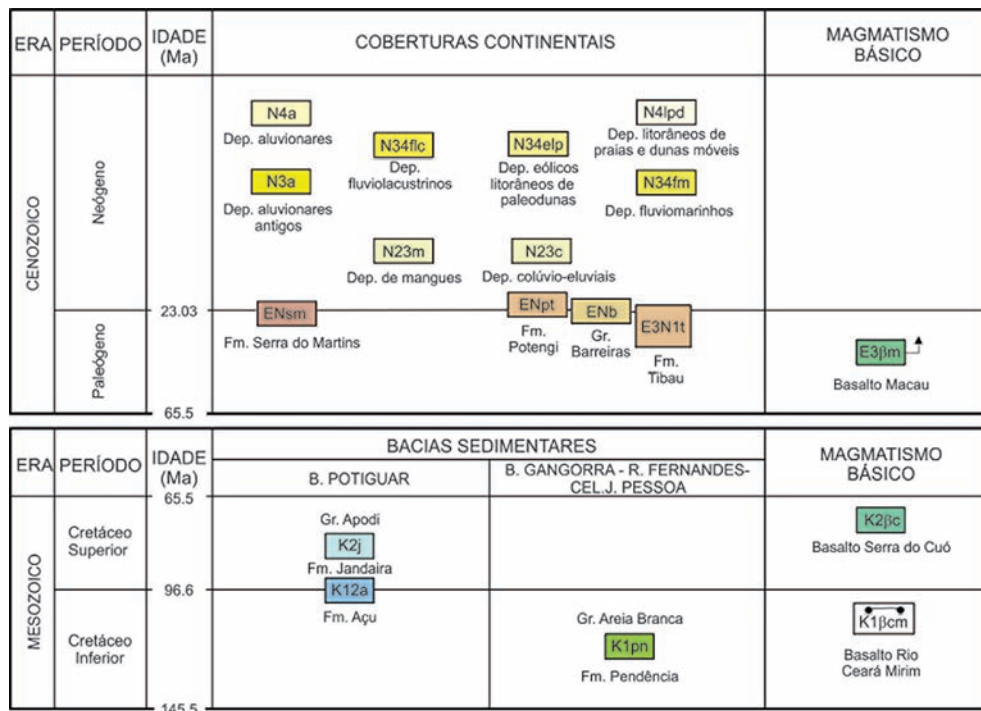


Figura 2.2 - Relações tectonoestratigráficas das unidades mesocenoicas do estado do Rio Grande do Norte. Fonte: Angelim et al. (2006).

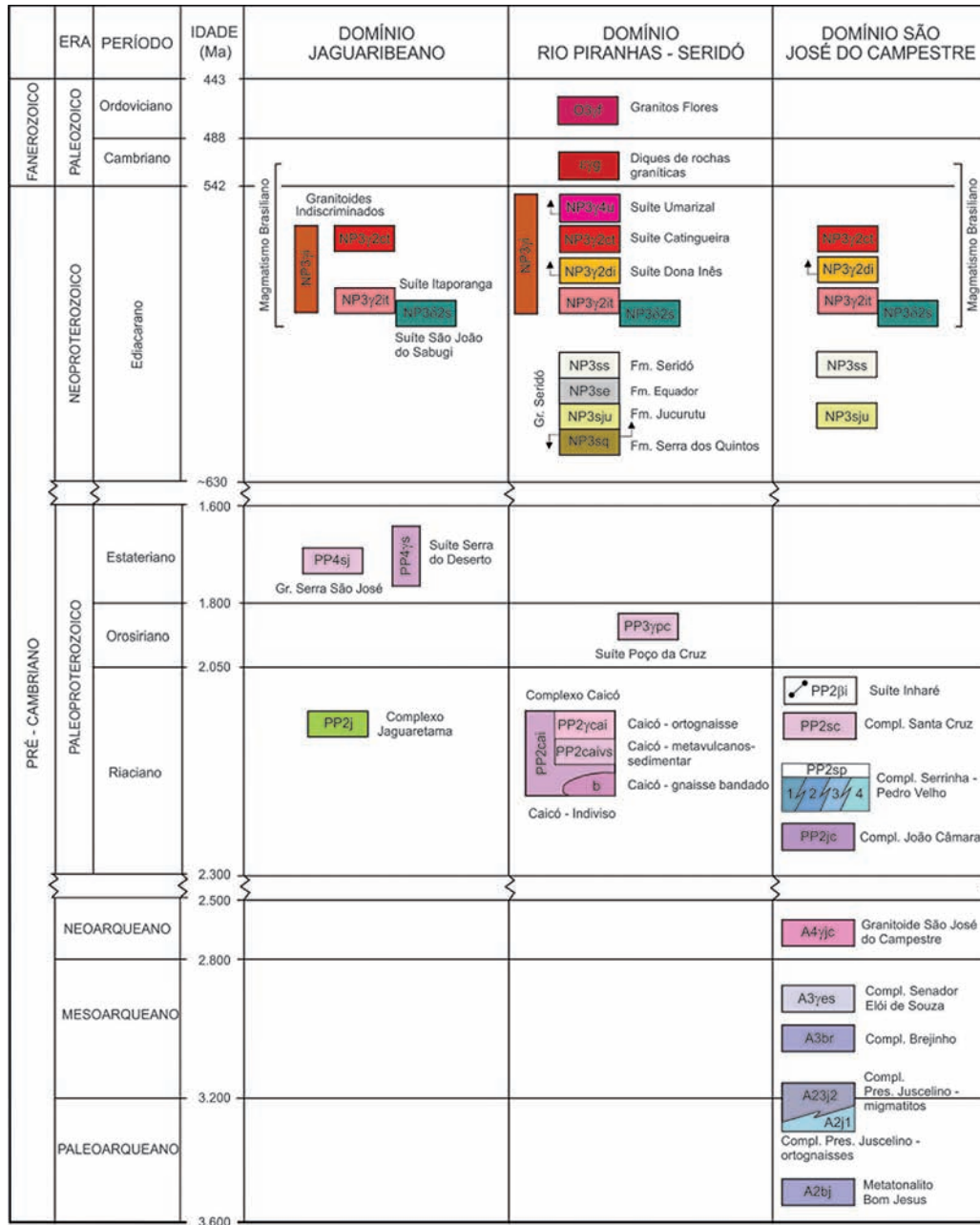


Figura 2.3 - Relações tectonoestratigráficas das unidades paleoarqueano-ordovicianas do estado do Rio Grande do Norte. Fonte: Angelim et al. (2006).

As idades das unidades geológicas aqui referidas correspondem à nomenclatura da Carta Estratigráfica Internacional, conforme publicado por Gradstein et al. (2004) (Figura 2.4).

### UNIDADES PRÉ-CAMBRIANAS

As unidades pré-cambrianas são caracterizadas a partir dos domínios geológicos Jaguaribeano, Rio Piranhas-Seridó e São José do Campestre, respectivamente situadas nas porções extremo-oeste, central e centro-leste do Rio Grande do Norte (Figura 2.1).

### Domínio Jaguaribeano

O Domínio Jaguaribeano representa uma entidade geológica de idade paleoproterozoica, constituída principalmente por litotipos do Complexo Jaguaretama, Grupo Serra de São José e ortogneisses da Suite Serra do Deserto.

#### Complexo Jaguaretama (Riaciano)

Termo utilizado por Gomes et al. (2000) para representar as rochas metaplutônicas com intercalações de rochas supracrustais que afloram no extremo-oeste do estado.

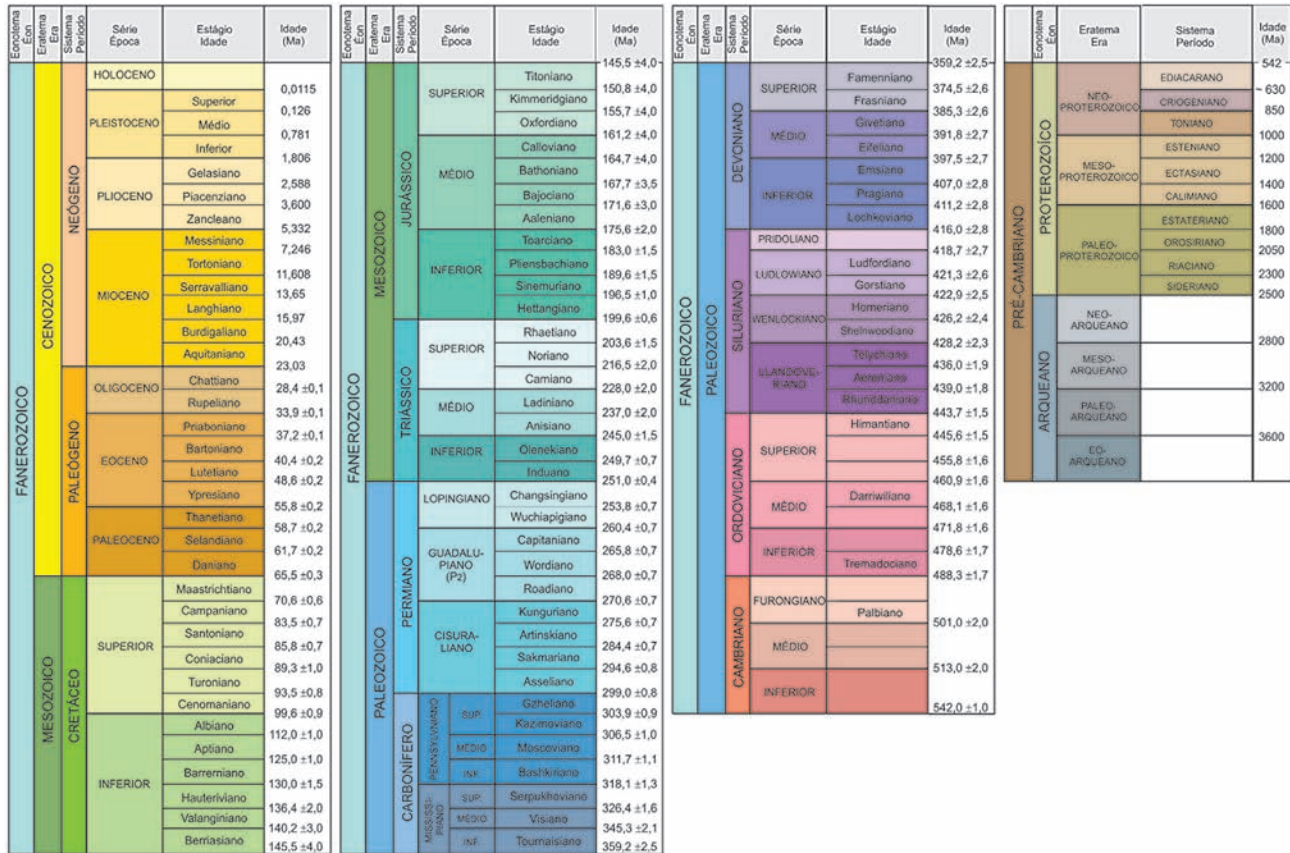


Figura 2.4 - Carta estratigráfica internacional. Fonte: Gradstein et al. (2004).

Essa unidade é constituída por ortognaisses graníticos a granodioríticos, gnaisses bandados e migmatitos com intercalações de mármore, gnaisses anfibolíticos, quartzitos, xistos e rochas calcissilicáticas.

### Grupo Serra de São José (Estateriano)

Representa uma unidade metavulcanossedimentar, referida, inicialmente, por Jardim de Sá et al. (1981, 1986).

Encontra-se representada por biotita-xistos, podendo conter muscovita. Apresenta vários níveis/camadas de quartzitos, metaconglomerados, rochas calcissilicáticas, mármore, anfibólio e/ou biotita-paragnaisses.

### Suíte Serra do Deserto (Estateriano)

Essa terminologia foi utilizada inicialmente por Cavalcante (1999), para formalizar os augengnaisses descritos por Sá (1991) na porção leste da Faixa Orós.

É constituída por anfibólio-biotita-augengnaisses graníticos a granodioríticos, onde porfiroclastos de feldspato atingem 4 cm de comprimento (Figura 2.5). Com expressão reduzida, também são observados alguns termos com textura granoblástica média a grossa (incluindo metassienitos).



Figura 2.5 - Augengnaisse de composição granítica da suíte Serra do Deserto.

### Domínio Rio Piranhas-Seridó

O Domínio Rio Piranhas-Seridó é constituído essencialmente por rochas paleoproterozoicas/riacianas do Complexo Caicó (gnaisses e migmatitos, predominantemente), intrudidas pela Suíte Poço da Cruz (augengnaisses paleoproterozoicos/orosirianos). Estes são cobertos por rochas do Grupo Seridó (Neoproterozoico/Ediacarano), onde estão

inseridas as principais minerações do estado para scheelita, ferro e ouro, além de gemas e pedras ornamentais associadas a pegmatitos intrusivos na região.

### Complexo Caicó (Riaciano)

É constituído por uma unidade inferior (mais antiga) de natureza metavulcanossedimentar e outra unidade metaplutônica (mais jovem). Entretanto, em vários locais essas unidades encontram-se cartografadas de forma indivisa.

A unidade metavulcanossedimentar é formada por paragneisses (Figura 2.6a), anfibolitos, anfibólio-gnaisses, gnaisses calcissilicáticos, gnaisses xistosos, quartzitos ferríferos, formações ferríferas, gnaisses bandados, por vezes, migmatizados, e migmatitos.

A unidade metaplutônica é representada por ortogneisses tonalítico-granodiorítico-graníticos (Figura 2.6b) e leuco-ortogneisses graníticos com lentes de rochas anfibolíticas e migmatitos.



**Figura 2.6** - Exemplos de rochas do complexo Caicó. (a) paragneisse na região de São Vicente; (b) ortogneisse na região de Tenente Ananias.

### Suíte Poço da Cruz (Orosiriano)

Termo utilizado por Ferreira (1998) para formalizar os granitoides tipo G<sub>2</sub> de Jardim de Sá (1978).

São anfibólio-biotita-augengnaisses de composição quartzomonzonítica a granítica (Figura 2.7), leucocrática, apresentando granulação grossa e porfiroclastos de K-feldspato, imersos em matriz quartzofeldspática. Alguns enclaves de composição diorítica também são observados.



**Figura 2.7** - Augengnaisse com biotita e anfibólio da suíte Poço da Cruz.

### Grupo Seridó (Ediacarano)

Termo utilizado por Ferreira e Albuquerque (1969), Jardim de Sá e Salim (1980) e Jardim de Sá (1984) para englobar as rochas metamórficas ediacaranas das formações Jucurutu, Equador e Seridó, respectivamente, da base para o topo da sequência.

#### • Formação Jucurutu

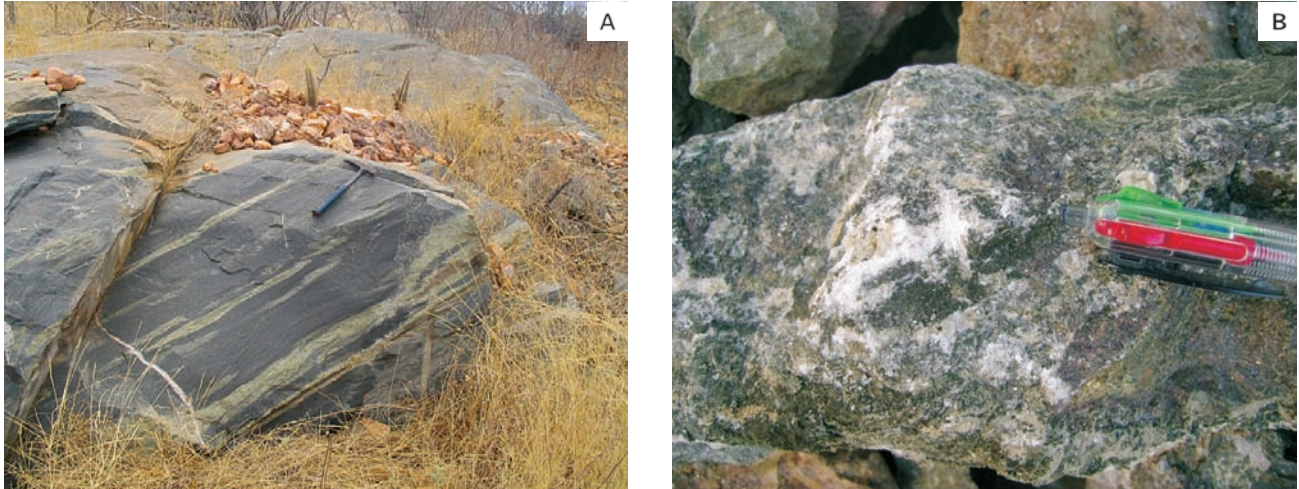
É representada por biotita ± epidoto ± anfibólio-paragneisses (unidade principal), com intercalações de mármore, rochas calcissilicáticas e *skarns* (Figura 2.8), além de micaxistos, quartzitos, formações ferríferas, metavulcânicas (dominantemente básicas e intermediárias), metaconglomerados basais e possíveis níveis de metacherts.

No presente trabalho, a Formação Serra dos Quintos (FERREIRA, 1998; FERREIRA e SANTOS, 2000) é considerada como a porção inferior da Formação Jucurutu (formações ferríferas, metaconglomerados, metavulcânicas e metaultramáficas).

Segundo Jardim de Sá (1994), os mármore, as formações ferríferas e os paragneisses indicam um ambiente de sedimentação marinho raso, enquanto os quartzitos e metaconglomerados basais sugerem deposição em ambiente continental.

Os principais depósitos de scheelita (CaWO<sub>4</sub>) da Província Scheelitífera do Nordeste são encontrados em rochas calcissilicáticas dessa formação.





**Figura 2.8** - Exemplos de rochas da formação Jucurutu: (a) paragneisse com intercalações de rochas calcissilicáticas da região de Jucurutu; (b) rocha calcissilicática da região da mina Brejuí (Currais Novos).

- Formação Equador

Essa unidade é representada essencialmente por muscovita-quartzitos (por vezes, com feldspatos) creme a cinza, de granulagem fina a média (Figura 2.9), interpretados como depositados em ambiente marinho raso.

Também são observadas intercalações de metaconglomerados (monolíticos ou polimíticos), rochas calcissilicáticas e micaxistos.

- Formação Seridó

É constituída essencialmente por micaxistos feldspáticos ou aluminosos de fácies xisto-verde baixo a anfibolito (granulito em locais restritos).

Nas regiões de grau metamórfico médio a elevado (predominante da unidade), são constituídas por biotita-xistos granadíferos, podendo conter minerais como estauroлита ± cianita ± andalusita ± cordierita ± silimanita (Figura 2.10a). Além destes, na porção inferior da formação ocorrem intercalações de mármore, rochas calcissilicáticas, paragneisses, rochas metavulcânicas, quartzitos e metaconglomerados.



**Figura 2.9** - Muscovita-quartzito da região de Equador.

A fácies de baixo grau metamórfico, representada por xistos, filitos e metassiltitos (Figura 2.10b) que podem conter sericita ± clorita ± biotita, aflora na região de Cruzeta (RN).



**Figura 2.10** - Exemplos de rochas da formação Seridó: (a) granada-cordierita-biotita-xisto (sudeste de Currais Novos); (b) biotita-xisto da região de Cruzeta.

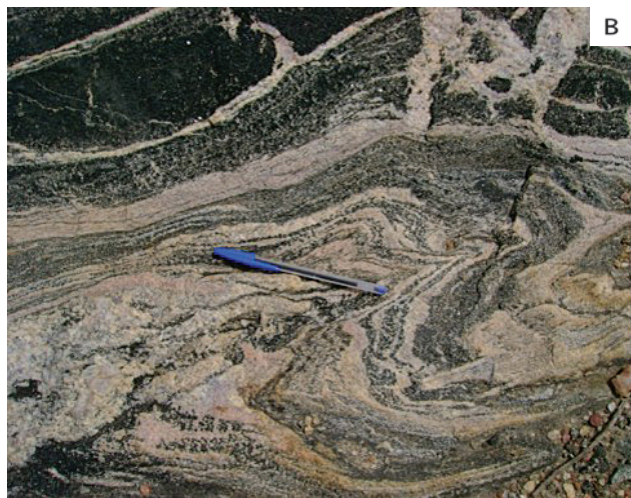
## Domínio São José do Campestre

No Domínio São José do Campestre, ocorrem vários litotipos/unidades de idades paleoproterozoicas e arqueanas, ressaltando-se a presença das rochas mais antigas da América do Sul.

### Metatonalito Bom Jesus (Paleoarqueano)

Designação utilizada por Bizzi et al. (2001) para a Unidade Bom Jesus descrita por Dantas (1996). Segundo datações (U-Pb SHRIMP em zircão) obtidas por Dantas et al. (2004), essa unidade é constituída pelos litotipos mais antigos da Plataforma Sul-Americana.

A Unidade Bom Jesus é formada por hornblenda-ortognaisses de composição tonalítica migmatizados com leucossomas ortognáissicos de composição tonalítica a granodiorítica. Contém, ainda, vários enclaves de anfibolitos boudinados (Figuras 2.11a e 2.11.b).



**Figura 2.11** - Exemplos do metatonalito Bom Jesus: (a) metatonalito com enclaves anfibolíticos de Bom Jesus; (b) detalhe dos enclaves anfibolíticos de Bom Jesus.

### Complexo Presidente Juscelino (Paleoarqueano e Paleomesoarqueano)

O termo Complexo Presidente Juscelino foi inicialmente utilizado por Gomes et al. (1981). Entretanto, estudos mais detalhados e geocronológicos foram realizados por Dantas (1996), que descreve, nesse complexo, duas unidades distintas.

A primeira, constituída por biotita-ortognaisses tonalíticos, trondhjêmíticos e granodioríticos (podendo conter anfíbólio), apresenta colorações cinza e esbranquiçada, granulação média a grossa, bandamento milimétrico bem desenvolvido, por vezes migmatizados, de idade paleoarqueana (Figura 2.12a). Os leucossomas dessa unidade apresentam idade mesoarqueana.

A segunda unidade é constituída por termos migmatíticos; os leucossomas são representados por granada-ortognaisses de composição tonalítica a granítica, com protólito metassedimentar (Figura 2.12b).



**Figura 2.12** - Exemplos de rochas do complexo Presidente Juscelino em Serra Caiada: (a) biotita-ortognaisses; (b) granada-biotita-paragnaisse migmatítico.

### Complexo Brejinho (Mesoarqueano)

Também estudado e designado por Dantas (1996), esse complexo é composto essencialmente por granada-biotita-ortognaisses de composições tonalíticas, trondhjemíticas, granodioríticas e monzograníticos migmatizados.

Esses litotipos são leucocráticos a mesocráticos e apresentam textura granoblástica média.

### Complexo Senador Elói de Souza (Mesoarqueano)

Terminologia utilizada por Dantas (1996) para englobar rochas ortoderivadas, melanocráticas, esverdeadas, de composições variadas, com granulação grossa e forte bandamento metamórfico.

Os litotipos apresentam clinopiroxênio, hedenbergita-oligoclásio-gnaisse associados a metagabros, metaleuconoritos e meta-anortositos granadíferos, além de anfibolitos bandados, metamorfizados em condições de alta temperatura e pressão (DANTAS, 1996).

### Granitoide São José do Campestre (Neoarqueano)

Terminologia utilizada por Bizzi et al. (2001) para o ortognaisse de composição sienomonzogranítica descrito e datado por Dantas (1996) e Dantas et al. (2004), a norte da cidade de São José do Campestre (RN), sob a denominação Sienogranito São José do Campestre.

Corresponde a hornblenda-hastingsita-ortognaisses monzograníticos a sienograníticos, apresentando textura granoblástica grossa e coloração avermelhada (Figura 2.13).



**Figura 2.13** - Ortoгнаisse sienítico de São José do Campestre.

### Complexo João Câmara (Riaciano)

Designação utilizada por Dantas (1996) para biotita-migmatitos, predominantemente bandados (por vezes com granada), de coloração rósea, da região de João Câmara.

Também é descrita por Dantas (1996) a presença de gnaisses bandados, hornblenda-biotita-ortognaisses, anfibolitos, leucogranitos e, subordinadamente, tremolita-actinolita-xistos.

Os termos migmatitos apresentam leucossomas de composição predominantemente granítica, com biotita e, raramente, muscovita.

### Complexo Serrinha-Pedro Velho (Riaciano)

Foi definido originalmente como Terreno Serrinha-Pedro Velho por Dantas (1996). A nomenclatura "complexo" foi-lhe atribuída por Santos et al. (2002).

Neste, Dantas (1996) descreve biotita-ortognaisses trondhjemíticos parcialmente migmatizados, hornblenda-biotita-migmatitos bandados, com mesossoma tonalítico a granodiorítico e leucossoma granítico, apresentando intercalações de anfibolitos, biotita-ortognaisses graníticos, migmatizados, e biotita-leuco-ortognaisses granodioríticos a graníticos, migmatizados.

### Complexo Santa Cruz (Riaciano)

Corresponde ao terreno calcialcalino Santa Cruz descrito por Dantas (1996), o qual foi posteriormente classificado como complexo por Santos et al. (2002).

É constituído por biotita-ortognaisses graníticos, biotita-hornblenda-ortognaisses granodioríticos, biotita-hornblenda-ortognaisses tonalíticos, augengnaisses de composição granodiorítica e leuco-ortognaisses graníticos. Nos ortognaisses tonalíticos são observados xenólitos de metagabros e metaquartzodioritos.

### Suíte Inharé (Riaciano)

Segundo Dantas (1996), essa suíte corresponde a um enxame de diques e soleiras de rochas metamáficas associados a um evento extensional ocorrido no Riacyano (ca. 2,0 Ga).

São constituídos por biotita-anfibolitos bandados, de granulação fina, e meta-hornblenditos contendo fenocristais de hornblenda, atingindo 5 cm de diâmetro.

### Plutonismo Brasileiro (Ediacarano)

Vários corpos plutônicos brasileiros são encontrados no Rio Grande do Norte, com a maioria das idades no intervalo de 590-570 Ma.

Estes são agrupados nas suítes intrusivas São João do Sabugi, Itaporanga, Dona Inês, Catingueira e Umarizal. Além destas, ocorrem vários corpos graníticos cujas características ainda não foram determinadas.

### Suíte Intrusiva São João do Sabugi

Designação utilizada por Medeiros et al. (2006) e Angelim et al. (2006) para as rochas plutônicas básicas

a intermediárias brasilianas/ediacaranas, as quais correspondem à Suíte Shoshonítica descrita por Nascimento et al. (2000, 2008).

É constituída por gabros, gabronoritos, dioritos, quartzodioritos, quartzomonzonitos, com biotita e/ou anfibólio (mais raramente com augita e diopsídio), apresentando granulação fina a média (mais raramente grossa) e coloração cinza a preta.

São encontrados como corpos isolados ou, mais comumente, associados a corpos dos granitoides porfíricos da Suíte Itaporanga (Figura 2.14).

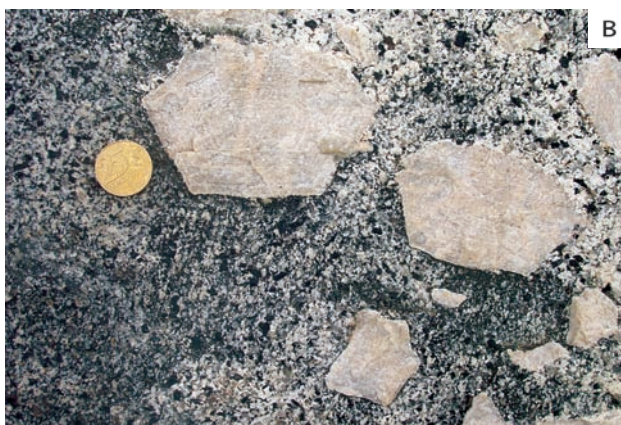


**Figura 2.14** - Exemplos de campo da suíte intrusiva São João do Sabugi: (a) feições de mistura entre as rochas das suítes São João do Sabugi e Itaporanga; (b) enclave de diorito, englobando fenocristais de feldspato potássico da suíte Itaporanga.

### Suíte Intrusiva Itaporanga

Designada inicialmente por Almeida et al. (1967) como Granitos tipo Itaporanga, posteriormente foi classificada como Suíte Intrusiva Itaporanga por Angelim et al. (2004a, 2004b) e Kosin et al. (2004) e como Calcicalina de Alto K-Porfírica por Nascimento et al. (2000, 2008).

Os litotipos dessa unidade são representados por anfibólio-biotita ou biotita-monzogranitos, variando a quartzomonzonitos, sienogranitos ou granodioritos, apresentando textura porfírica, com megacristais de feldspato potássico que podem atingir até cerca de 15 cm de comprimento. Nestes, é comum a presença de enclaves da Suíte São João do Sabugi, sugerindo coexistência de mistura de magmas (Figuras 2.15a e 2.15b).



**Figura 2.15** - Exemplos de campo da suíte intrusiva Itaporanga: (a) visão geral do batólito de Monte das Gameleiras, formado por rochas com fenocristais de até 15 cm de comprimento; (b) fenocristais euédricos de feldspato potássico encontrados no referido batólito.

### Suíte Intrusiva Dona Inês

Terminologia utilizada por Angelim et al. (2004a, 2004b) para a Suíte Leucogranítica referida por Jardim de Sá (1994), a qual foi descrita por Nascimento et al. (2000, 2008) como Calcicalina de Alto K-Equigranular.

É composta por biotita (e/ou anfibólio) granitos a tonalitos, equigranulares, de granulação fina a média e coloração cinza-clara, além de variações microporfíricas de composição granítica. Fácies com muscovita primária e granada são relativamente raras. Ocorrem como corpos isolados, bem como na forma de diques com espessura centimétrica a decimétrica (Figura 2.16).

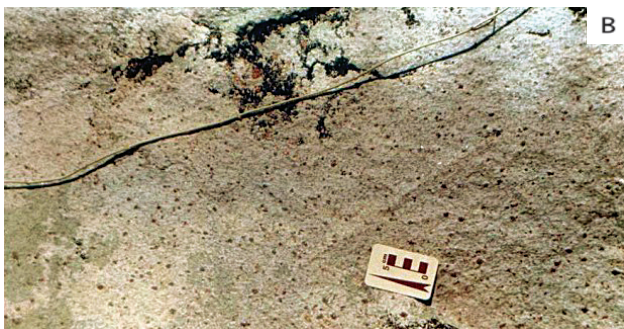
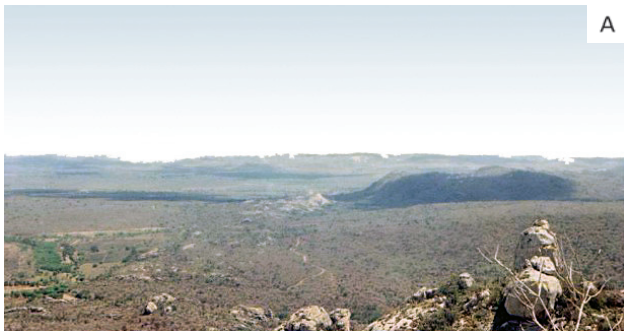


**Figura 2.16** - Textura equigranular fina de rocha da suíte intrusiva Dona Inês.

### Suíte Intrusiva Catingueira

Designada inicialmente por Almeida et al. (1967) como Granitos tipo Catingueira. Foi classificada, posteriormente, como Suíte Intrusiva Catingueira por Angelim et al. (2004a, 2004b), correlacionando corpos sienitoides do estado do Rio Grande do Norte aos corpos de peralcalinos descritos por Sial (1986) e Ferreira et al. (1998).

Segundo Nascimento et al. (2000, 2008), essa suíte é composta por aegirina-augita e hedenbergita-alcalifeldspato-granitos (mais raramente, quartzo-alcalifeldspato-sienitos), leucocráticos, médios a finos, equigranulares, contendo, subordinadamente, granada, sendo denominada por Suíte Alcalina por esses autores (Figuras 2.17a e 2.17.b).



**Figura 2.17** - Exemplos de campo da suíte intrusiva Catingueira: (a) vista geral do plúton Caxexa; (b) textura equigranular fina, leucocrática, de rocha dessa suíte.

### Suíte Intrusiva Umarizal

Designação utilizada por Ferreira e Santos (2000) para as rochas sieníticas estudadas por Galindo (1993) e classificadas por Nascimento et al. (2000, 2008) como Suíte Alcalina Charnoquítica.

Segundo Galindo (1993), são formadas por quartzomonzonitos e quartzossienitos de cor rósea a verde-escura ou cinzenta, com faialita ou ferro-hiperstênio, hedenbergita e ferro-edenita em sua mineralogia. Possuem textura equigranular fina a média (Figuras 2.18a e 2.18b).



**Figura 2.18** - Exemplos de campo da suíte intrusiva Umarizal: (a) vista geral de parte do plúton Umarizal; (b) textura equigranular média, leucocrática, de rocha da referida suíte.

### Plutonismo Tardi a Pós-Brasiliano (Cambriano)

Esse plutonismo é representado por diques de pegmatito e graníticos. Os primeiros estão associados à Província Pegmatítica Borborema-Seridó (SILVA e DANTAS, 1984) e possuem grande importância metalogenética na região.

## Diques de pegmatito

Os pegmatitos ocorrem essencialmente na porção leste do Domínio Rio Piranhas-Seridó, onde são observadas mineralizações de gemas (água-marinha), micas, turmalinas, feldspato, caulim etc. Entretanto, na porção oeste desse domínio, diques de pegmatitos também estão associados às mineralizações de água-marinha e esmeralda.

São corpos filoneanos, constituídos essencialmente por microclina, plagioclásio, quartzo e mica, que podem atingir dimensões centimétricas (Figuras 2.19a e 2.19b).



A



B

**Figura 2.19** - Exemplo de campo dos diques de pegmatito: (a) um corpo de pegmatito encontrado na região de Parelhas/RN; (b) fenocristais de feldspato potássico (em róseo), turmalina (em preto) e quartzo (em cinza-claro), compondo a mineralogia de um pegmatito.

## Diques de rochas graníticas

Esses diques são constituídos de rochas graníticas equigranulares, finas/médias, leucocráticas e de coloração cinza a rosa. Apresentam dimensões variando de centimétricas a corpos com extensão atingindo 12 km de comprimento. No Domínio Rio Piranhas-Seridó, esses corpos geralmente apresentam direção NE-SW (Figura 2.20).



**Figura 2.20** - Dique de rocha granítica cortando rochas da suíte intrusiva Itaporanga.

## Magmatismo Anorogênico (Ordoviciano)

### Granito Flores

Esse granito foi descrito inicialmente por Maia (2004) como um *stock* subcircular situado a sul da cidade de Afonso Bezerra, sendo constituído por biotita-monzogranitos leucocráticos de coloração rósea, apresentando granulação fina a fina-média (Figura 2.21).



**Figura 2.21** - Aspecto de campo das rochas do granito Flores.

## Quartzito São Fernando

Termo informalmente utilizado por Angelim et al. (2006) para os muscovita-quartzitos (tectônicos?) que ocorrem nas circunvizinhanças da cidade de São Fernando.

São corpos lenticulares ou faixas alongadas, com extensões métricas a quilométricas e espessuras aparentes que podem atingir algumas dezenas de metros.

Alguns autores consideram esses muscovita-quartzitos como pertencentes à Formação Equador. Em contrapartida, Borges (1991), Magini (1991) e Legrand e Magini (1992) sugerem que eles tenham sido gerados em zonas de cisalha-

mento que afetam rochas ortoderivadas paleoproterozoicas na região de Caicó-São Fernando, transformando esses litotipos metaplutônicos em muscovita-quartzitos.

## BACIAS SEDIMENTARES CRETÁCEAS

As rochas sedimentares da Bacia Potiguar são responsáveis pela intensa atividade petrolífera do estado, tendo em vista serem geradoras e armazenadoras de hidrocarbonetos. Também se destacam as rochas carbonáticas da Formação Jandaíra – de onde são exploradas matérias-primas para fabricação de cimento, cal, ração animal – e a Formação Açu, como um grande armazenador de água na região centro-norte do estado.

As bacias sedimentares cretáceas do estado do Rio Grande do Norte (Potiguar, Gangorra, Rafael Fernandes e Coronel João Pessoa) têm sua evolução tectônica relacionada aos esforços extensionais durante o Cretáceo Inferior (Neocomiano), que culminaram com a separação das placas Sul-Americana e Africana.

## Bacia Potiguar

Essa bacia aflora em toda a porção norte do estado do Rio Grande do Norte, estendendo-se (pequena porção) ao estado do Ceará, abrangendo uma área de aproximadamente 48.000 km<sup>2</sup>. Deste total, 21.500 km<sup>2</sup> (45%) correspondem à porção emersa, enquanto que 26.500 km<sup>2</sup> (55%) correspondem a plataforma e talude continentais (BERTANI et al., 1990). A referida bacia limita-se, a leste, com a Bacia da Paraíba, pelo Alto de Touros; a noroeste, com a Bacia do Ceará, pelo Alto de Fortaleza; a sul, com as rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino (Figura 2.22).

Estratigraficamente, a Bacia Potiguar é separada em três grupos (Figura 2.23): (i) Grupo Areia Branca, constituído pelas formações Pendência, Pescada e Alagamar; (ii) Grupo Apodi, que agrupa as formações Açu e Jandaíra (aflorantes) e as formações Ponta do Mel e Quebradas (não-aflorantes); (iii) Grupo Agulha, que congrega as formações Ubarana, Guamaré, Tibau e Barreiras.

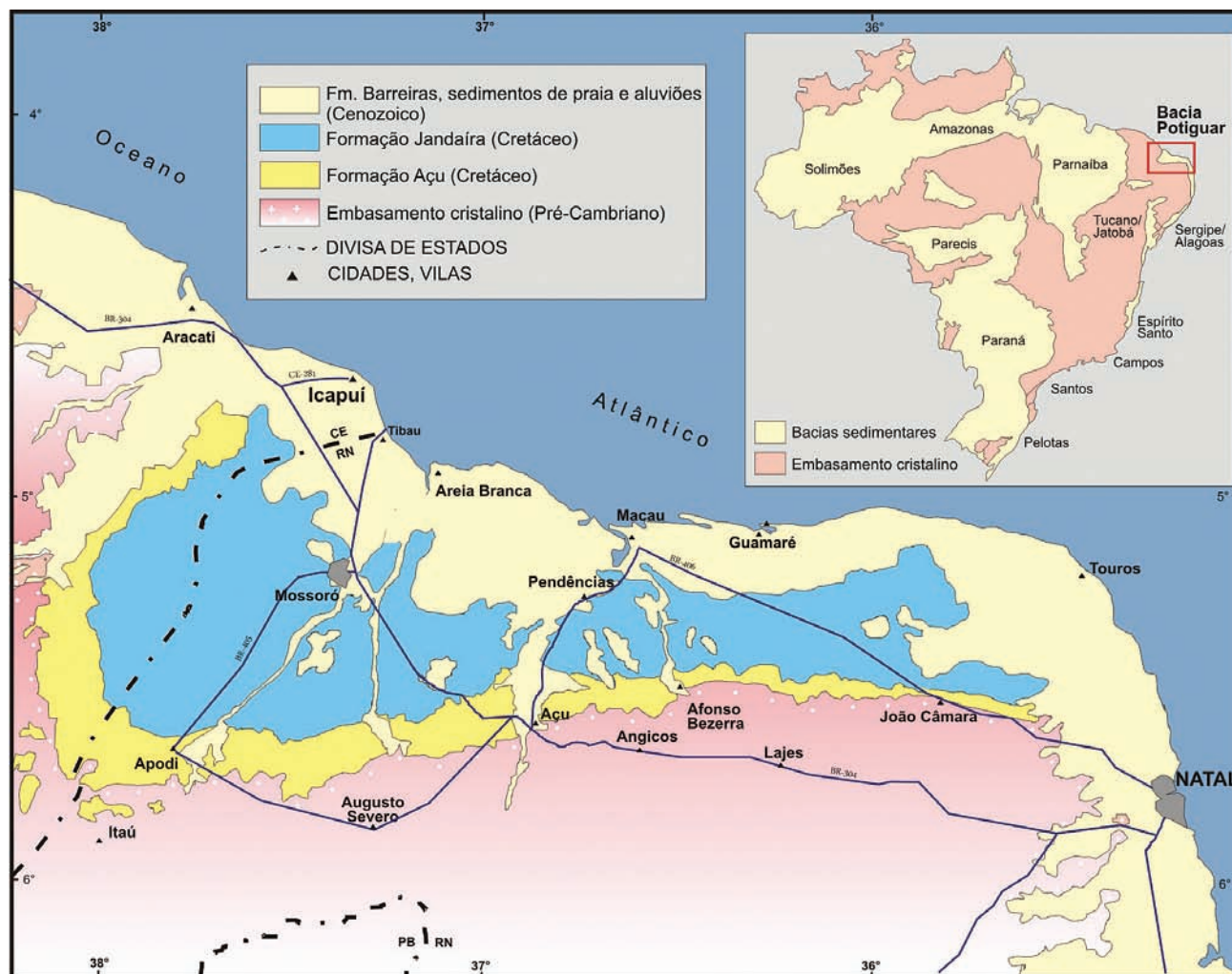
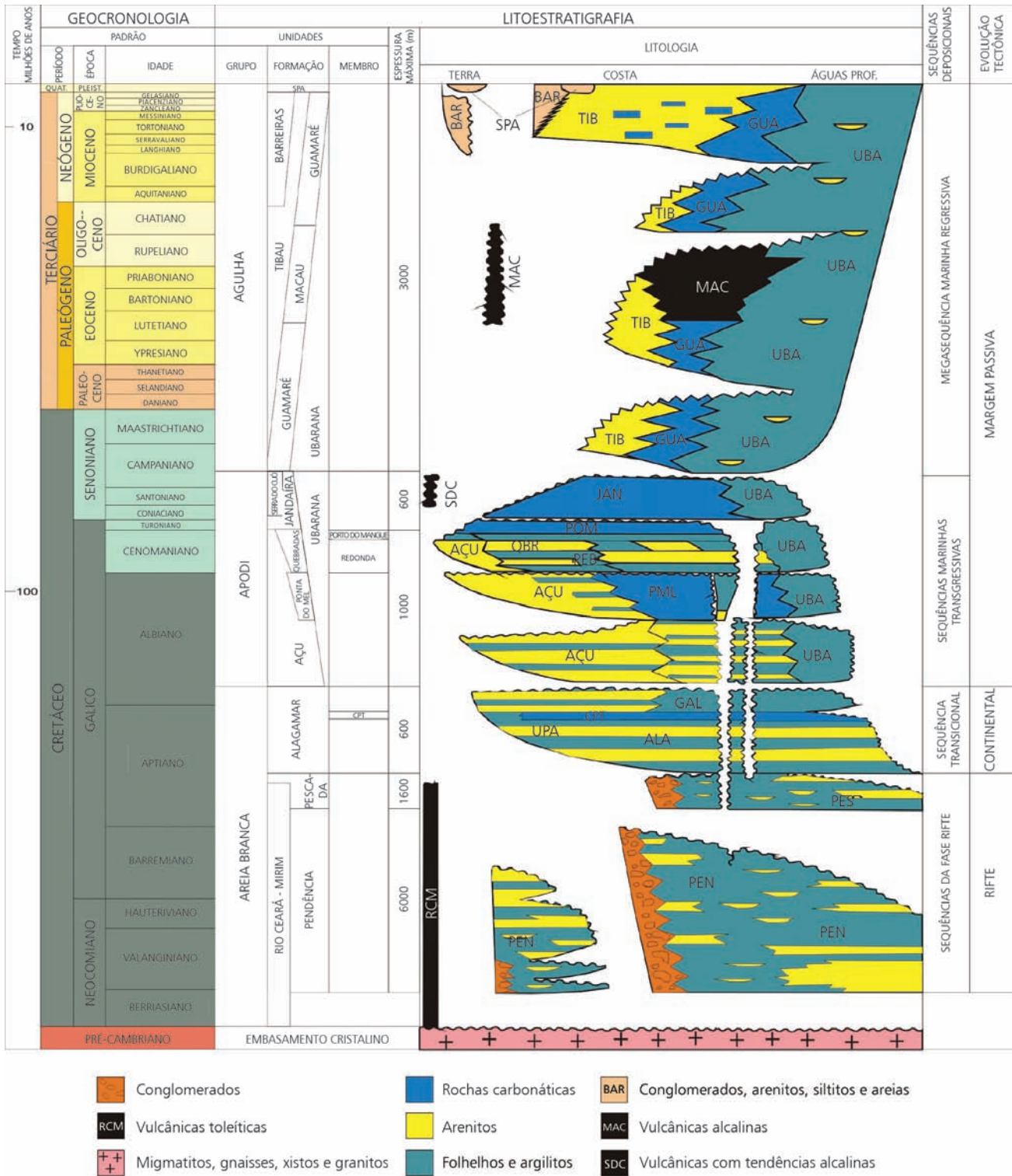


Figura 2.22 - Mapa geológico simplificado da bacia Potiguar. Fonte: Farias et al. (1990).



PEN = Formação Pendência; RCM = Rio Ceará-Mirim; PES = Formação Pescada; ALA = Formação Alagamar; UPA = Membro Upanema; CPT = Camada Ponta do Tubarão; GAL = Membro Galinhos; AÇU = Formação Açú; UBA = Formação Ubarana; PML = Formação Ponta do Mel; QBR = Formação Quebradas; RED = Membro Redonda; POM = Membro Porto do Mangue; JAN = Formação Jandaíra; SDC = Serra do Cuó; GUA = Formação Guararé; TIB = Formação Tibau; MAC = Macau; BAR = Formação Barreiras; SPA = Sedimentos de Praia e Aluvião.

Figura 2.23 - Carta estratigráfica da bacia Potiguar. Fonte: Araripe e Feijó (1994); Pessoa Neto (1999).

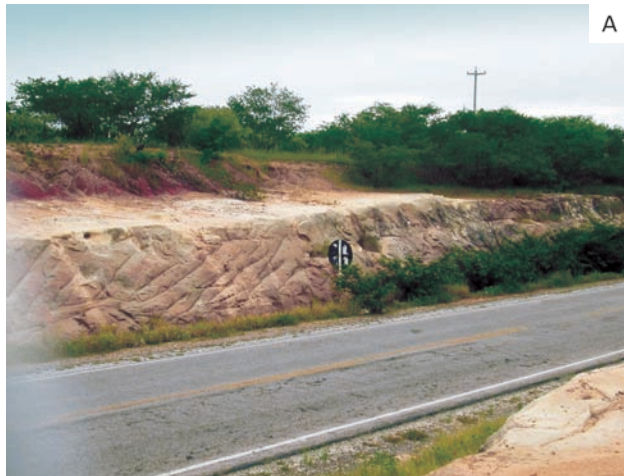


## Formação Açu (Albiano-Cenomaniano)

Termo utilizado inicialmente por Kreidler e Andery (1949) para os arenitos finos e grossos que repousam sobre o embasamento da Bacia Potiguar em sua porção emersa.

É constituída por camadas espessas de arenitos médios a muito grossos, de cor esbranquiçada, com intercalações de folhelhos, argilitos verde-claros e siltitos castanho-avermelhados (Figuras 2.24a e 2.24b).

Segundo Vasconcelos et al. (1990), as rochas sedimentares da Formação Açu foram depositadas em ambientes de leques aluviais, fluviais entrelaçados/meandranes e estuarinos.



**Figura 2.24** - Aspecto de campo dos arenitos aflorantes da formação Açu na bacia Potiguar.

## Formação Jandaíra (Turoniano a Eocampaniano)

Designação utilizada por Sampaio e Schaller (1968) para as rochas carbonáticas sobreposta aos arenitos da Formação Açu.

É constituída por calcarenitos bioclásticos com foraminíferos bentônicos, por vezes associados a algas verdes; cal-

ilitos com marcas de raízes, dismicrito, além de dolomitos e, subordinadamente, argilitos (Figuras 2.25a e 2.25b).

Segundo Silva et al. (1994), esses litotipos foram depositados em ambientes de planície de maré, laguna rasa, plataforma rasa e mar aberto.



**Figura 2.25** - Aspecto de campo dos calcários aflorantes da formação Jandaíra na bacia Potiguar.

## Bacias Interiores

São pequenas bacias que ocorrem na porção oeste do estado do Rio Grande do Norte, preenchidas por sedimentos predominantemente siliciclásticos (arenitos, siltitos e folhelhos), que foram correlacionados à Formação Pendência da Bacia Potiguar, em consonância com Nóbrega (2002).

## Bacia Gangorra

Encontra-se situada no médio oeste potiguar, a cerca de 20 km a norte da cidade de Umarizal.

Segundo Nóbrega (2002), os sedimentos aflorantes são: (i) conglomerados polimíticos, de coloração avermelhada e esbranquiçada, com seixos de fragmentos de rochas e de quartzo, pobremente selecionados, apresentando estratificação cruzada acanalada; (ii) arenitos conglomeráticos, avermelhados, maciços, moderada a pobremente selecionados, constituídos por quartzo e feldspato com

cimento argiloso; (iii) arenitos grossos, esbranquiçados, maciços, com quartzo, feldspatos e clastos de argila; (iv) arenitos finos, cinza a esbranquiçados, maciços. Em perfis de poços, também foram identificados níveis de folhelhos e carbonatos.

Os estudos de Nóbrega (2002) sugerem que esses sedimentos estariam associados à instalação de leques aluviais, com migração de barras em fluxo entrelaçado. A presença de folhelhos e carbonatos pode ser interpretada como a implantação de um lago.

### Bacia Rafael Fernandes

Essa bacia foi descrita originalmente por Srivastava et al. (1989), sob a designação de Bacia Pau dos Ferros. Posteriormente, foi renomeada como Bacia Rafael Fernandes por Ponte et al. (1990).

Segundo Ponte et al. (1990), a unidade basal dessa bacia é constituída de arenitos arcoseanos grossos a conglomeráticos, polimíticos, de coloração variegada, com blocos, fragmentos e seixos de milonitos, granitos, xistos e gnaisses, apresentando estratificações cruzadas acanaladas, *cut-and-fill* e imbricação de seixos. Sua deposição teria ocorrido em ambiente de fácies de leques aluviais distais com desenvolvimento de canais pouco sinuosos e de barras longitudinais.

A unidade superior seria composta por níveis conglomeráticos (basais), arenitos arcoseanos finos a médios e siltitos argilosos avermelhados com estratificações cruzadas acanaladas. Na unidade superior, o sistema deposicional diferencia-se da unidade basal por maior sinuosidade de canais, atingindo uma fase de canais meandantes.

### Bacia Coronel João Pessoa

A Bacia Coronel João Pessoa foi referida inicialmente por Albuquerque (1970) e descrita por Medeiros Neto (1981).

Srivastava et al. (1989) reconheceram três unidades litoestratigráficas nessa bacia: (i) unidade basal, composta de arenitos médios, grossos e conglomeráticos com estratificações cruzadas acanaladas, depositados em ambiente fluvial predominantemente anastomosado e por assoreamento de leques aluviais distais; (ii) unidade intermediária, representada por siliciclastos finos a médios, separada da unidade sotoposta por uma camada de marga ou caliche, depositada em um sistema fluvial anastomosado com meandros abandonados; (iii) unidade superior, caracterizada pela presença de calcimicritos e oncomicritos, intensamente brechados e silicificados, depositados em ambiente lacustres ou de pequenas depressões em planície de inundação.

## MAGMATISMO BÁSICO MESOCENOZOICO

Corresponde a um magmatismo básico intraplaca, mesocenozoico, iniciado durante a instalação da Bacia Potiguar e que pode ser separado em três eventos principais.

### Basalto Rio Ceará-Mirim (Cretáceo Inferior)

Aflora na forma de diques descontínuos intrusivos no embasamento cristalino a sul da Bacia Potiguar, apresentando comprimentos métricos até cerca de 10 km de extensão, com direção preferencial leste-oeste, constituídos por diabásios, basaltos e microgabros de afinidade química toleítica e, secundariamente, alcalina (Figura 2.26).

Esse enxame de diques está relacionado à gênese do rifte que deu origem à Bacia Potiguar e é datado com base nos dados  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ , com pulso em  $132,2 \pm 1$  Ma (SOUZA et al., 2004). A ocorrência de rochas vulcanoclásticas intercaladas aos sedimentos da porção basal da Formação Pendência, na porção emersa da bacia, é correlacionada a esse evento.



Figura 2.26 - Aspecto de campo dos diques de diabásio associados aos basaltos Rio Ceará-Mirim.

### Basalto Serra do Cuó (Cretáceo Superior)

Caracterizado a 10 km a sul da cidade de Ipanguassu, às margens do rio Piranhas-Açu, é formado, principalmente, por olivina-basaltos, de afinidade química alcalina, que ocorrem em forma de derrames e soleiras (Figura 2.27).

Souza et al. (2004) obtiveram uma idade  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  de  $93,1 \pm 0,8$  Ma, permitindo considerá-lo como rocha cenomaniana.



**Figura 2.27** - Aspecto de campo dos basaltos Serra do Cuó, em contato com arenitos da formação Açú.

### Basalto Macau (Oligoceno)

Referidos por Moraes (1924) como as rochas que compõem o Pico do Cabugi (uma das principais atrações turísticas do estado), esses basaltos ocorrem de forma mais expressiva nas adjacências da cidade de Macau e no referido *neck/pico* do Cabugi (oeste da cidade de Lajes), ocorrendo como derrames, diques, *plugs* e *necks*.

Essa unidade é constituída por olivina-basaltos, basanitos, ankartritos e nefelinitos alcalinos, com raros nódulos de peridotitos. Possuem granulação fina a afanítica, por vezes apresentando textura vesicular (Figuras 2.28a e 2.28b).



**Figura 2.28** - Aspecto de campo do basalto Macau: (a) vista geral do afloramento do basalto Macau; (b) detalhe do basalto intemperizado.

Souza et al. (2004) e Silveira (2006) obtiveram idades  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  distribuídas entre 70-65 e 9-6 Ma, com picos entre  $48,9 \pm 2,9$  e  $31,4 \pm 1,5$  Ma (Eoceno a Oligoceno).

### COBERTURAS CONTINENTAIS CENOZOICAS

As coberturas sedimentares cenozoicas associadas ao Grupo Barreiras, as formações Tibau, Serra dos Martins e Potengi, bem como os inúmeros tipos de depósitos sedimentares representam as unidades mais jovens.

#### Formação Tibau

Designação utilizada inicialmente por Campos e Silva (1966) para congregar os sedimentos clastos, grossos, sobrepostos aos carbonatos da Formação Guimarães da Bacia Potiguar.

É constituída, essencialmente, por arenitos grossos, depositados predominantemente em ambiente de leques costeiros, os quais se interdigitam lateralmente com a Formação Guimarães e o Grupo Barreiras. Segundo Araripe e Feijó (1994), em razão da frequente interdigitação com a Formação Guimarães, essa unidade é de difícil individualização.

Sousa (2002) caracterizou três unidades faciológicas nessa formação: (i) fácies inferior, constituída por arenitos médios maciços, de coloração amarelada a esverdeada, com nódulos de argila e grânulos dispersos em matriz argilosa; (ii) fácies intermediária, representada por arenitos médios a grossos, com intercalações de níveis conglomeráticos, apresentando estratificações cruzadas tangenciais na base e contato erosional com a fácies inferior; (iii) fácies superior, constituída por arenitos finos, de coloração esverdeada, com matriz argilosa, apresentando estratificações plano-paralelas (Figura 2.29).



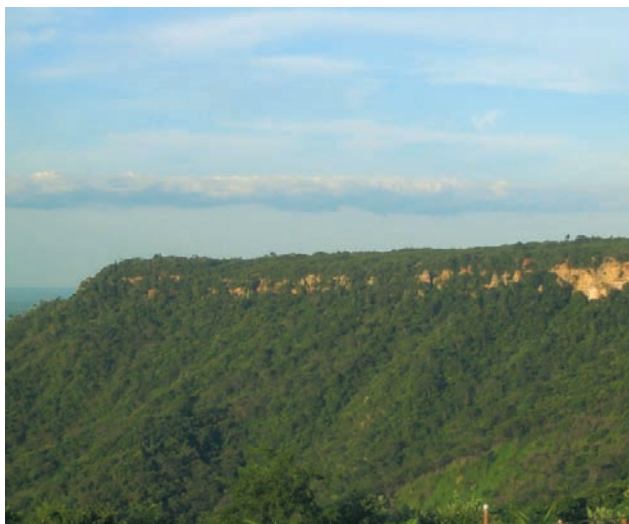
**Figura 2.29** - Exemplo de campo dos arenitos da formação Tibau, na área-tipo (observar a presença de uma dobra gerada por fluidização).

## Formação Serra dos Martins (Oligoceno-Mioceno)

Descrita inicialmente por Moraes (1924) como “série”, foi redefinida para a categoria de “formação” por Mabeoone (1966), para enfatizar os sedimentos que afloram na serra dos Martins e os que capeiam outras serras interioranas.

É representada por sedimentos que afloram em chapadas de relevo plano a levemente ondulado, constituídos por arenitos médios a conglomeráticos, argilosos (por vezes caulíníticos) e crosta laterítica com seixos de quartzo (Figura 2.30).

Menezes (1999) reconheceu seis fácies nessa unidade, compostas, respectivamente, da base para o topo por: (i) arenitos finos a silticos, com horizonte de arenitos médios a grossos; (ii) arenitos conglomeráticos; (iii) arenitos grossos



**Figura 2.30** - Chapada da formação Serra dos Martins (região de Portalegre).

a muito grossos, por vezes, conglomeráticos; (iv) arenitos médios a grossos; (v) arenitos finos; (vi) siltitos e argilitos vermelho-escuros, maciços, com raros grânulos de quartzo e pequenos seixos dispersos.

Menezes (1999) atribuiu a sedimentação da unidade a depósitos fluviais de fundo de canal, preenchimento de canal, transbordamento de canal e planície de inundação.

## Grupo Barreiras (Paleógeno-Neógeno)

Os sedimentos argilosos de cores variegadas, com níveis arenosos inconsolidados e concreções ferruginosas aflorantes entre o vale do rio Amazonas até o litoral norte-nordeste-leste brasileiro foram designados, originalmente, como Série Barreiras por Moraes Rego (1930).

A denominação “Grupo Barreiras” é utilizada por vários autores, embora alguns pesquisadores/entidades apliquem a categoria de “formação” a essa unidade.

Essa unidade aflora ao longo de uma faixa próxima ao litoral do estado, por vezes constituindo falésias litorâneas (Figuras 2.31a e 2.31b).

Os estudos detalhados dessa unidade constam de trabalhos de Alheiros et al. (1988), na região entre Recife (PE) e João Pessoa (PB), e de Alheiros e Lima Filho (1991), que estenderam os estudos desse grupo ao estado do Rio Grande do Norte até a cidade de Natal.

Esses autores reconheceram nessa unidade a presença de fácies típicas de um sistema fluvial entrelaçado e de fácies transicionais para leques aluviais e planícies litorâneas (fluviolagunares). A fácies fluvial entrelaçada ocorre próxima aos rios de grande porte e é formada por depósitos contendo cascalho e areias grossas a finas, em geral feldspáticas, com coloração esbranquiçada, creme-amarela a avermelhada (sedimentos mais recentes). Intercalam-se microclastos sob a forma de camadas, filmes e lentes de argila/silte. Predominam estratificações cruzadas acanaladas



**Figura 2.31** - Aspecto de campo das rochas do grupo Barreiras: (a) falésia exposto rochas na praia de Ponta do Mel; (b) falésia com rochas sedimentares recoberta por dunas na praia do Amor (Pipa).

de grande e pequeno porte e de médio e baixo ângulo, com sets granodrecrescentes iniciados por cascalhos quartzofeldspáticos e seixos da argila. A fácies fluviolagunar foi identificada como arenitos claros, de granulação fina a média, intercalada com filmes de argilas cinza-esverdeadas e matéria orgânica em estruturação rítmica com espaçamento de 1 a 2 cm. A constante presença desses níveis de argila e de matéria orgânica evidencia mudança nos processos hidrodinâmicos.

A ausência de fósseis no Grupo Barreiras impede uma datação precisa. É atribuído a essa unidade um intervalo de sedimentação entre o Paleógeno (Oligoceno) e o Neógeno, chegando até o Pleistoceno (MABESOOONE et al., 1972; SALIM et al., 1975; SUGUIO et al., 1986).

### Formação Potengi (Paleógeno-Neógeno)

A Formação Potengi corresponde à sequência proposta por Campos e Silva (1996), caracterizada como sedimentos sobrepostos estratigraficamente ao Grupo Barreiras e aparentemente abaixo das dunas. A unidade está cartografada de modo restrito na região litorânea centro-norte do Rio Grande do Norte, entre as cidades de Macau e Galinhos.

Sousa (2002) reconheceu essa formação na região de Icapuí (CE), área limítrofe com o extremo NW do Rio Grande do Norte. A unidade ocorre ao longo do litoral, capeando de forma discordante o Grupo Barreiras e a Formação Tibau. Foi identificada uma fácies de arenitos médios a grossos, com estratificações cruzadas tabulares de grande porte tangenciais na base, caracterizada por duas camadas de arenitos: uma inferior, branca; uma superior, com coloração vermelha a amarelada (Figura 2.32).



**Figura 2.32** - Feições de campo da formação Potengi, mostrando o empilhando das diferentes fácies.

O contato desses litotipos com o Grupo Barreiras ou com a Formação Tibau dá-se por meio de uma discordância erosional ou por intermédio de uma discordância angular, denotada por basculamento ou dobramento dos estratos subjacentes (SOUSA, 2002).

Para Sousa (2002), as estratificações cruzadas tabulares de grande porte e uma bimodalidade textural observada entre os planos de estratificação sugerem deposição associada a um sistema eólico.

### Depósitos Colúvio-Eluviais (Plioceno-Pleistoceno)

São sedimentos arenosos e arenoargilosos esbranquiçados e avermelhados, por vezes, constituindo depósitos conglomeráticos com seixos de quartzo predominantes, localmente de natureza polimítica, proveniente do retrabalhamento de sedimentos da Formação Serra dos Martins.

Na região leste, próximo à linha de costa, algumas dessas coberturas cartografadas podem incluir areias eólicas retrabalhadas. Esses depósitos são originados por processos viscosos do tipo fluxo de detritos, constituindo fácies de leques aluviais de enxurradas.

### Depósitos de Mangues (Plioceno-Pleistoceno)

Os depósitos de mangues, encontrados ao longo da faixa litorânea, são constituídos por lamias arenosas plásticas, não adensadas e bioturbadas, contendo restos de vegetais em decomposição, recobertos por vegetação arbustiva característica.

São originados por processos de tração/suspensão subaquosa pela ação das marés, representando fácies de intermaré/submaré rasa.

Associadas aos sedimentos de mangues, encontram-se as turfeiras. No Rio Grande do Norte, os principais depósitos de turfas estão nos vales dos rios Ceará-Mirim e Maxaranguape.

### Depósitos Aluvionares Antigos (Pleistoceno)

Formam os terraços fluviais dos vales mais antigos, principalmente nas margens do rio Piranhas-Açu. São constituídos por conglomerados/cascalhos, areias grossas e médias com intercalações subordinadas de areias finas e argilas, representando fácies fluviais meandantes proximais a distais e depósitos de transbordamento associados (BEZERRA et al., 2007) (Figuras 2.33a e 2.33b).

Esses terraços estão associados à migração do paleocanal do rio Piranhas-Açu para leste até a posição atual (BEZERRA et al., 2007; FONSECA, 1996).



**Figura 2.33** - Feições de campo dos depósitos aluvionares antigos: (a) conglomerados/paleocascalheiras (região de Carnaubais); (b) arenitos finos a médios, com poucos/raros grânulos e cimentação incipiente (região de Carnaubais).

### Depósitos Fluviomarinhos (Pleistoceno-Holoceno)

Formam as ilhas nos baixos cursos das principais drenagens e os terraços das margens das baías, sofrendo influência dos rios e das marés. São constituídos de areias finas, esbranquiçadas, quartzosas e texturalmente maduras.

Esses depósitos são originados por processos de tração subaquosa, caracterizada pela migração de dunas de acreção lateral, constituindo fácies de canal e barras de canal.

### Depósitos Fluvioacuástrinos (Pleistoceno-Holoceno)

São constituídos por: depósitos de barra de pontal, originários do regime meandrante dos rios, formados de areia fina a média intercalada com pelitos; depósitos de transbordamento constituídos por planície de inundação ocasionada pelas cheias, com grande aporte de material

siltico-argiloso; e depósitos lacustres, com deposição sob baixa energia, resultando em fácies mais argilosas. Associados aos sedimentos de fundo de lagoas são encontrados os depósitos de diatomita e argilas brancas.

### Depósitos Eólicos Litorâneos de Paleodunas (Pleistoceno-Holoceno)

Esses depósitos são constituídos por areias esbranquiçadas, de granulação fina a média, bem selecionadas, maduras, com estruturas de *grain fall* e estratificações cruzadas de baixo ângulo, formando dunas tipo barcana, barcanoide e parabólica.

Originam-se por processos eólicos de tração, saltação e suspensão subaérea, representando as fácies de dunas e interdunas de planície costeira. Elas são recobertas por dunas móveis.

Em aerofotos e em imagens de satélite (LandSat 7), as primeiras se diferenciam das dunas móveis por apresentarem relevo rebaixado, descontinuidade das estruturas típicas das dunas, muitas vezes com áreas com total obliteração dessas feições sedimentológicas, e pelo recobrimento por vegetação.

Barreto et al. (2004) utilizaram três critérios para caracterização das paleodunas ou dunas inativas: morfológicos, sedimentológicos e biológicos.

Os critérios *morfológicos* incluem a possível modificação dos ângulos de inclinação de barlavento e sotavento, a presença de ravinas e leques de areia, o grau de dissecação e a tendência para redução da altura da duna e obliteração das formas deposicionais originais. Os critérios *sedimentológicos* baseiam-se na presença de siltes e argilas pedogenéticas e no grau de seleção da areia. Os critérios *biológicos*, por sua vez, envolvem a presença e a densidade da cobertura vegetal.

### Depósitos Litorâneos de Praias e Dunas Móveis (Holoceno)

Os depósitos de praia ocorrem em uma faixa estreita e paralela à linha de costa, constituídos por areias esbranquiçadas de granulação fina a grossa, quartzosas, bem selecionadas, limpas, ricas em bioclastos e, por vezes, em minerais pesados. Mostram estruturas sedimentares como marcas de onda de corrente e de interferência, *ripples* de adesão, *parting lineation* e bioturbação. São originados por processos de tração subaquosa, sob influência de marés em planície costeira suavemente inclinada; correspondendo a fácies de intermaré.

As dunas móveis são constituídas por areias esbranquiçadas, de granulometria fina a média, bem selecionadas, com grãos arredondados. São do tipo barcana, barcanoide e parabólica, formando campos de dunas e interdunas atuais. Apresentam formas com relevo que se destacam na paisagem, com pouca ou nenhuma vegetação (Figuras 2.34a e 2.34b).



**Figura 2.34** - Aspecto de campo dos depósitos litorâneos de praias e dunas móveis: (a) dunas na praia de Ponta Negra; (b) dunas na praia de Genipabu.

Elas se superpõem às paleodunas em um processo migratório para NW, deslocando-se no mesmo sentido das paleodunas. As discordâncias entre os depósitos eólicos (paleodunas/dunas móveis) são representadas por contatos abruptos entre dunas de diferentes texturas e colorações (BARRETO et al., 2004).

As dunas representam excelentes depósitos de areias quartzosas, porém, sua exploração torna-se difícil por se encontrarem em áreas de preservação ambiental.

### Depósitos Aluvionares (Holoceno)

Ocorrem ao longo dos vales dos principais rios que drenam o estado. São constituídos por sedimentos arenosos e argiloarenosos, com níveis irregulares de cascalhos, formando os depósitos de canal, de barras de canal e da planície de inundação dos cursos médios dos rios. Originam-se por processos de tração subaquosa, compreendendo fácies de canal e barras de canal fluvial.

Os depósitos de canal constituem-se nos principais jazimentos de areia em volume de reservas para uso na construção civil, enquanto nos depósitos de planície (várzea) encontram-se as argilas vermelhas e, subordinadamente, as argilas brancas.

### REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. P. T. **Inventário hidrogeológico básico do Nordeste**: folha n.15, Jaguaribe, Ceará. Recife: SUDENE, 1970. 187 p. (Série Hidrogeologia, 32).

ALHEIROS, M. M.; LIMA FILHO, M. F. A formação Barreiras: revisão geológica da faixa sedimentar costeira de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. *Estudos Geológicos. Série B. Estudos e Pesquisas*, v. 10, p. 77-88, 1991.

ALHEIROS, M. M. et al. Sistemas deposicionais na formação Barreiras no Nordeste oriental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., 1988, Belém. **Anais...** Belém: SBG, 1988. 6 v. v. 2. p. 753-760.

ALMEIDA, F. F. M.; LEONARDOS Jr., O. H.; VALENÇA, J. **Granitic rocks of North-East South America**. Paris: UNESCO, 1967. 52 p. il.

ANGELIM, L. A. A. et al. **Geologia e recursos minerais do estado do Rio Grande do Norte**. Escala 1:500.000. Texto explicativo dos mapas geológico e de recursos minerais do estado do Rio Grande do Norte. Recife: CPRM, 2006, 119 p.

ANGELIM, L. A. A.; CAMOZZATO, E.; WANDERLEY, A. A. Folha SB.25 Natal. In: CPRM. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo**: sistema de informações geográficas (SIG): folha SB.25 Natal / folha SC.25 Recife. Brasília: CPRM, 2004a. 41 CD-ROM. Programa Geologia do Brasil.

ANGELIM, L. A. A. et al. Folha SB.24 Jaguaribe. In: CPRM. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo**: sistema de informações geográficas (SIG): folha SB.24 Jaguaribe. Brasília: CPRM, 2004b. 41 CD-ROM. Programa Geologia do Brasil.

ARARIPE, P. T.; FEIJÓ, F. P. Bacia Potiguar. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 8, n. 1, p. 127-141, 1994.

ARAÚJO, M. G. de S.; BRITO NEVES, B. B. de; ARCHANJO, C. J. Idades  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  do magmatismo básico mesozoico da província Borborema oriental, Nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 19., 2001, Natal. **Resumos...** Natal: SBG. Núcleo Nordeste, 2001. 369 p. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 17). p. 260-261.

BARRETO, A. M. F. et al. Geologia e geomorfologia do quaternário costeiro do estado do Rio Grande do Norte. **Boletim IG-USP**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 1-12, out. 2004. Série Científica.

BERTANI, R. T.; COSTA, I. G.; MATOS, R. M. D. Evolução tectonossedimentar, estilo estrutural e habitat do petró-

leo na bacia Potiguar. In: GABAGLIA, G. P. R.; MILANI, E. J. (Eds.). **Origem e evolução de bacias sedimentares**. Rio de Janeiro: Petrobras, 1990. p. 291-310.

BEZERRA, F. H. R. et al. **Folha Macau SB.24-X-D-II e SB.24-X-V**. Natal: CPRM/FINEP/UFRN, 2007. Escala 1:100.000. 63 p.

BIZZI, L. A. (Ed.) et al. **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil**. Sistema de Informações Geográficas (SIG) e mapas na escala 1:2.500.000. Brasília: CPRM, 2001. 4 CD-ROM.

BORGES, S. V. F. **Mapeamento geológico da região de Caicó – RN**. 1991. 151 f. Relatório de Graduação em Geologia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 1991.

CAMPOS e SILVA, A. Considerações sobre o quaternário do Rio Grande do Norte. **Arq. Inst. An. Tropol.**, Natal, v. 2, n. 1/2, p. 275-301, 1966.

CAVALCANTE, J. C. **Limites e evolução geodinâmica do sistema jaguaribeano, província Borborema, Nordeste do Brasil**. 1999. 169 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 1999.

DANTAS, E. L. et al. The 3.3-3.5 Ga São José do Campesstre massif, NE Brazil: remnants of the oldest crust in South America. **Precambrian Research**, v. 130, p. 113-137, 2004.

DANTAS, E. L. **Geocronologia U/Pb e Sm/Nd de terrenos arqueanos e paleoproterozoicos do maciço Caldas Brandão, NE do Brasil**. 1996. 208 f. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.

FARIAS, P. R. C. et al. **Cretáceo da bacia Potiguar**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., 1990, Natal. **Roteiro de Excursão**. 43 p.

FERREIRA, C. A. **Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil**. Caicó. Folha SB.24-Z-B – Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM, 1998, 152p. il; + mapas.

FERREIRA C. A.; SANTOS, E. J. **Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil**. Jaguaribe SE, Folha SC.24-Z. Escala 1:500.000. Brasília: CPRM, 2000. CD-ROM.

FERREIRA, J. A. M.; ALBUQUERQUE, J. P. T. **Sinopse da geologia da folha Seridó**. Recife: SUDENE, 1969. 47 p. il. (Série Geologia Regional, 18).

FERREIRA, V. P.; SIAL, A. N.; JARDIM DE SÁ, E. F. Geochemical and isotopic signatures of Proterozoic granitoids in terrenos of the Borborema structural province, northeastern Brazil. **Journal of South America Earth Sciences**, v. 2, n. 5, p. 439-455, 1998.

FONSECA, V. P. **Estudos morfo-tectônicos na área do baixo curso do rio Açu (Açu-Macau), RN**. 1996. 130 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1996.

GALINDO, A. C. **Petrologia dos granitoides brasileiros da região de Caraúbas e Umarizal (oeste do Rio Grande do Norte)**. 1993. 386 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Pará, Belém, 1993.

GOMES, J. R. C.; VASCONCELOS, A. M., TORRES, P. F. M. **Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil**. Jaguaribe SW. Folha SB.24-Y. Estados do Ceará, Pernambuco e Piauí. Escala 1:500.000. Geologia e Metalogênese. Brasília: CPRM, 2000. 1 CD-ROM. Mapa Geológico.

GOMES, J. R. C. et al. **Geologia, mapeamento regional**. Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/Natal. V. 23, Texto e mapa. Brasília: Projeto RADAMBRASIL/MME, 1981. p. 27-176.

GRANDSTEIN, J. G. O. et al. **International Stratigraphic Chart**. England: International Commission on Stratigraphy, 2004.

JARDIM DE SÁ, E. F. **A faixa Seridó (Província Borborema NE do Brasil) e o seu significado geodinâmico na cadeia Brasileira/Pan-Africana**. 1994. 803 p. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, 1994.

JARDIM DE SÁ, E. F. Geologia da região do Seridó: reavaliação dos dados. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 11., 1984, Natal. **Atas...** Natal: SBG. Núcleo Nordeste, 1984. 473p. il. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 9) p. 278-296.

JARDIM DE SÁ, E. F. Revisão preliminar sobre a “faixa dobrada do Seridó” e eventuais correlatos no Nordeste. **Rev. Ciência**, Natal, v. 1, p. 77-83, 1978.

JARDIM DE SÁ, E. F.; SALIM, J. Reavaliação dos conceitos estratigráficos na região do Seridó (RN-PB). **Mineração e Metalurgia**, Rio de Janeiro, v. 80, n. 421, p. 16-28, 1980.

JARDIM DE SÁ, E. F. et al. Supracrustais monocíclicas no extremo oeste do Rio Grande do Norte. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 12., 1986, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBG. Núcleo Nordeste, 1986. 556 p. il. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 10) p. 62-74.



JARDIM DE SÁ, E. F. et al. Esboço da geologia pré-cambriana no extremo oeste potiguar. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 10., 1981, Recife. **Atas...** Recife: SBG. Núcleo Nordeste, 1981. 513 p. il. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 8) p. 315-328.

KOSIN, M. D. et al. Folha SC.24 Aracaju. In: CPRM. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo**: sistema de informações geográficas (SIG): folha SC.24 Aracaju. Brasília: CPRM, 2004. 41 CD-ROM. Programa Geologia do Brasil.

KREIDLER, W. L.; ANDERY, P. A. **Mapa geológico da área sedimentar costeira do estado do Rio Grande do Norte e parte do Ceará**. Rio de Janeiro: Conselho Nacional do Petróleo, 1949. p. 86-90.

LEGRAND, J. M.; MAGINI, C. Avaliação das condições termodinâmicas e dos movimentos de matéria na transformação de um granito em um muscovita-quartzito numa zona de cisalhamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37., 1992, São Paulo. **Boletim de Resumos Expandidos**. São Paulo: SBG, 1992. 2 v. il. v. 1, p. 433-435.

MABESOONE, J. M. Relief of Northeastern Brazil and its correlated sediments. **Z. Geomorphologie**, Berlin, v. 10, n. 4, p. 419-53, 1966.

MABESOONE, J. M.; CAMPOS E SILVA, A.; BEURLEN, K. Estratigrafia e origem do grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 2, n. 3, p. 173-88, set. 1972.

MAGINI, C. **Geologia de uma área ao norte da cidade de Caicó (RN)**. 1991. 103 f. Relatório de Graduação em Geologia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 1991.

MAIA, S. M. C. **Estudo integrado geológico-tecnológico de rochas ornamentais**: os granitos Flores e Jacarandá, RN. 2004. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2004.

MEDEIROS, V. C. et al. **Programa de geologia básica**: carta geológica folha SB.24-Z-A Sousa. Recife: CPRM, 2006. 1 mapa escala 1:250.000.

MEDEIROS NETO, F. A. **Geologia do extremo oeste potiguar - área de Coronel João Pessoa**. 1981. 75 f. Relatório de Graduação em Geologia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 1981.

MENEZES, M. R. F. **Estudos sedimentológicos e o contexto estrutural da formação Serra do Martins, nos platôs de Portalegre, Martins e Santana/RN**. 1999. 174 f. Dissertação (Mestrado em Geociências)

– Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 1999.

MORAES, L. J. **Serras e montanhas do nordeste**. Rio de Janeiro: Inspectoria de Obras Contra Seccas, 1924. 2 v. (Série 1. D –Publ. 58).

MORAES REGO, L. F. **Notas sobre a geologia do território do Acre e da bacia do Javary**. Manaus: C. Cavalcanti, 1930. 45 p.

NASCIMENTO, M. A. L.; MEDEIROS, V. C.; GALINDO, A. C. Magmatismo ediacarano a cambriano no domínio Rio Grande do Norte, província Borborema, NE do Brasil. **IG. Série B, Estudos e Pesquisas**, v. 18, p. 4-25, 2008.

NASCIMENTO, M. A. L. et al. Geochemical signature of the Brasiliano-Age Plutonism in the Seridó belt, north-eastern Borborema province (NE Brazil). **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 61-164, mar. 2000.

NÓBREGA, M. A. **Estudo geológico-estrutural da bacia de Gangorra e seu embasamento cristalino, Umarizal (RN)**. 2002. 49 f. Relatório de Graduação em Geologia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2002.

PESSOA NETO, O. C. **Análise estratigráfica integrada da plataforma mista (siliciclástica-carbonática) do Neógeno da bacia Potiguar, Nordeste do Brasil**. 1999. 220 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

PONTE, F. C. et al. **Geologia das bacias sedimentares do rio Nazaré, Rafael Fernandes, Gangorra e região adjacente, no estado do Rio Grande do Norte**. [S.l.: s.n.], 1990. Não paginado.

SÁ, J. M. **Evolution géodynamique de la ceinture proterozoïque d'Orós, Nord-Est du Brésil**. 1991. 173 p. Thèse (Doctorat) – Univ. Nancy I, 1991.

SALIM, J. et al. Novos subsídios para elucidação do episódio “Barreiras” no Rio Grande do Norte. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 7., 1975, Fortaleza. **Atas...** Fortaleza: SBG. Núcleo do Nordeste, 1975. 374 p. il. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 5) p. 149-158.

SAMPAIO, A. V.; SCHALLER, H. Introdução à estratigrafia da bacia Potiguar. **Boletim Técnico Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p. 19-44, 1968.

SANTOS, E. J.; FERREIRA, C. A.; SILVA JÚNIOR, J. M. F. **Geologia e recursos minerais do estado da Paraíba**. Escala 1:500.000. Recife: CPRM, 2002. 1 CD-ROM.

SIAL, A. N. Granite-types in Northeastern Brazil: current knowledge. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 52-72, mar. 1986.

SILVA, A. O.; ABRHÃO, D.; SANTOS, M. B. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38., 1994, Balneário de Camburiú. **Anais...** v. 1 p. 590-592.

SILVA, M. R. R. da; DANTAS, J. R. A. A província pegmatítica da Borborema-Seridó nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte. In: BRASIL. **Principais depósitos minerais do Nordeste oriental**. Recife: DNPM, 1984. 437 p. p. 233-304. il. (Seção Geologia Econômica, 4).

SILVEIRA, F. V. **Magmatismo cenozoico da porção central do Rio Grande do Norte, NE do Brasil) e o seu significado geodinâmico na cadeia Brasileira/Pan-Africana**. 2006. 174 f. Tese (Doutorado em Geodinâmica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

SOUSA, D. do C. **Litoestratigrafia e deformação cenozoica na região de Icapuí, Ceará, e implicações para a estruturação de campos de petróleo na borda ocidental da bacia Potiguar (NE do Brasil)**. 2002.

Tese (Doutorado em Geodinâmica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2002. CD ROM.

SOUZA, Z. S. et al. Geocronologia e geoquímica do magmatismo cretácico a terciário no Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42., 2004. **Anais...** CD-ROM.

SRIVASTAVA, N. K. et al. Geologia e estratigrafia das bacias de Pau dos Ferros e do Rio Nazaré (Rio Grande do Norte). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 13., 1989, Fortaleza; SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 2., 1989, Fortaleza. **Atas...** Fortaleza: SBG. Núcleo Nordeste, 1989. 293 p. il. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 11). p. 157-161.

SUGUIO, K.; BIDEGAIN, J. C.; MORNER, N. A. Dados preliminares sobre as idades paleomagnéticas do grupo Barreiras e da formação São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 171-175, jun. 1986.

VASCONCELOS, E. P.; LIMA NETO, F. F.; ROSS, S. Unidades de correlação da formação Açú. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., 1990, Natal. **Anais...** Natal: SBG, 1990. 6 v. v. 1 p. 227-240.

# 3

## SISMICIDADE

Joaquim Mendes Ferreira (*joaquim@dfte.ufrn.br*)

Aderson Farias do Nascimento (*aderson@dfte.ufrn.br*)

Francisco Hilário Rego Bezerra (*bezerrafh@geologia.ufrn.br*)

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

### SUMÁRIO

Introdução .....	41
Sismos no Rio Grande do Norte .....	41
Probabilidade sísmica e risco sísmico .....	44
Considerações finais .....	45
Referências .....	45



## INTRODUÇÃO

O Brasil se encontra no interior da Placa Sul-Americana. Portanto, a atividade sísmica no país é do tipo intraplaca. A diferença entre sismos intraplaca e de borda de placa não está na magnitude que pode ser atingida, mas na frequência menor com que os sismos ocorrem. Por outro lado, os estragos provocados por um sismo intraplaca são maiores que os causados por um sismo de borda de placa de mesma magnitude, devido à maior rigidez da crosta terrestre na região intraplaca, o que resulta em menor amortecimento na propagação das ondas sísmicas.

O Nordeste é a área de maior atividade sísmica do Brasil, em particular a borda da Bacia Potiguar, que engloba o Rio Grande do Norte e o Ceará. Nessa região, já ocorreram três eventos de magnitude maior ou igual a 5.0  $m_b$  (escala Richter) nas regiões de Pacajus-Cascavel (CE) (1980, 5.2  $m_b$ ) e João Câmara (RN) (1989, 5.1  $m_b$ ; 1991, 5.0  $m_b$ ). Esses eventos causaram severos danos materiais às edificações da região, inclusive colapso de algumas habitações, gerando sérios problemas sociais.

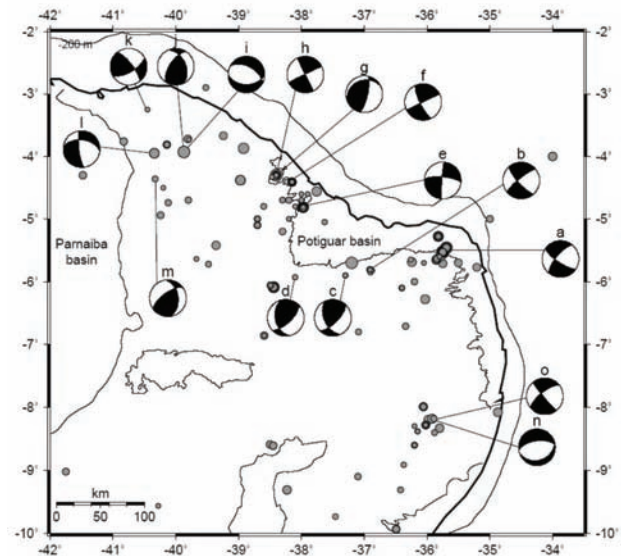
Além dos sismos naturais, a construção de grandes açudes e barragens no Nordeste tem levado ao surgimento de sismos induzidos pelos reservatórios das barragens. Um importante caso de sismicidade induzida foi a ocorrida no reservatório do Açú, entre os anos de 1987 e 1997, constituindo-se em exemplo claro desse tipo de atividade.

Uma das características da atividade sísmica no Nordeste do Brasil é a ocorrência de enxames sísmicos – longos períodos de atividade intermitente –, que podem durar de alguns meses até mais de 10 anos. Mais que a magnitude e os efeitos do maior evento, esse tipo de evolução da atividade sísmica causa pânico na população e consequente fuga da região.

A atividade sísmica no Nordeste do Brasil sugere a possibilidade de colocação de redes sismográficas portáteis, que permitem a localização precisa dos sismos e o seu mecanismo focal (como as rochas se movem em subsuperfície), parâmetros essenciais para a discussão da correlação entre determinada atividade sísmica e feições geológicas locais (Figura 3.1).

## SISMOS NO RIO GRANDE DO NORTE

O primeiro levantamento da atividade sísmica no Brasil foi feito pelo Barão de Capanema, em meados do século XIX (CAPANEMA, 1859 apud BERROCAL et al., 1984). Ele escreveu para as autoridades municipais em todo o Brasil, nem sempre obtendo qualquer tipo de resposta, mas, de qualquer forma, conseguiu dados importantes, mostrando a ocorrência de sismos no país. Posteriormente, várias relações de sismos no Nordeste foram elaboradas, culminando nas compilações de Ferreira e Assumpção (1983), para o Nordeste do Brasil, e de Berrocal et al. (1984), para todo o país, que vêm sendo atualizadas desde então pelo Boletim Sísmico da Revista Brasileira de Geofísica.



**Figura 3.1** - Sismicidade e mecanismos focais na província Borborema (nordeste do Brasil). Fonte: Modificado de Ferreira et al. (1998). (a) João Câmara (1987); (b) Barragem do Açú (1989); (c) Augusto Severo (1991); (d) Taboleiro Grande (1993); (e) Palhano (1989); (f, g) Cascavel (1993, 1989); (h) Pacajus-Cascavel (1980); (i, j) Irauçuba (1991); (k) Senador Sá (1997); (l) Groaíras (1988); (m) Hidrolândia (1991); (n, o) Caruaru (1991, 2002).

O primeiro evento sísmico de que se tem notícia no Rio Grande do Norte ocorreu em 1808 e, desde então, sismos têm sido sentidos em várias localidades do estado, mais recentemente em Taboleiro Grande e Luís Gomes (em 2007). Uma breve descrição dos principais sismos ocorridos no Rio Grande do Norte é apresentada a seguir.

### Açú – 01 Agosto 1808

Esse evento, o primeiro do Rio Grande do Norte de que se tem relato (CAPANEMA, 1859 apud BERROCAL et al., 1984), foi sentido em Açú, onde as pessoas tiveram dificuldade de se manter de pé e louças trepidaram e se deslocaram. Além de em outros lugares do Rio Grande do Norte, o sismo foi sentido, também, no vale do Jaguaribe (CE) e no Piauí. Ferreira e Assumpção (1983) estimaram a magnitude desse evento em 4.8  $m_b$ .

### Touros – 10 Janeiro 1854

Tremor precedido de estrondo. Causou trepidação nas paredes das casas, queda de telhas, reboco e mobílias, tendo sido sentido com pouca intensidade em Natal.

### Natal – 24 Julho 1879

Causou queda de vidros, louças e desabamentos de paredes e de uma casa no Bairro da Ribeira, em Natal. Foi sentido também em Macaíba e São Gonçalo do Amarante. Segundo o historiador Tarcísio Medeiros, as vibrações desse

tremor causaram o assoreamento do leito do rio Jundiá, prejudicando a sua navegabilidade, o que impediu que os navios chegassem a Macaíba, então o principal porto do Rio Grande do Norte, que a partir do evento entrou em decadência.

### Lajes – 1963

Intensa atividade sísmica, na forma de enxame, de março a setembro, sendo sentidos tremores quase todos os dias. O tremor mais forte causou queda de reboco, fendas em muros, movimento de portas e cadeiras e parada de pêndulo de relógios.

### Dr. Severiano (RN) / Pereiro (CE) – 1968

Intensa atividade sísmica, na forma de enxame, de janeiro a agosto desse ano, na fronteira dos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, tendo ocorrido dois tremores de magnitude superior a 4.0  $m_b$  nos dias 15 de fevereiro (4.1  $m_b$ ) e 23 de fevereiro (4.6  $m_b$ ). Extensos danos materiais na área epicentral e, devido à intensa atividade sísmica, pânico e fuga da população. Equipe de geólogos da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) se deslocou para a área para verificar o efeito dos tremores. Os maiores tremores foram registrados pela estação sismográfica de Natal (NAT).

### Parazinho – 1973

Novo enxame sísmico, de fevereiro a julho desse ano. O maior evento, ocorrido em 22 de julho, atingiu magnitude 4.3  $m_b$  e foi sentido em Natal. Na área epicentral, foram sentidos fortes estrondos, derrubando telhados e paredes, causando pânico na população. Essa série de eventos foi registrada pela estação sismográfica de Natal (NAT).

### João Câmara – 1986-1991

Intensa atividade sísmica, iniciada em julho de 1986, com dois eventos de magnitude igual ou superior a 5.0  $m_b$ , em 30 de novembro de 1986 (5.1) e 9 de março de 1991 (5.0). Durante esse período, foram registrados mais de 50 mil tremores – pelo menos 20 atingiram magnitude igual ou superior a 4.0  $m_b$ . Eventos de magnitude acima de 3.5 foram sentidos em Natal. Os tremores causaram sérios danos na área epicentral, derrubando algumas casas e danificando irreparavelmente muitas outras. Houve pânico e fuga da população, causando sério problema social. Face ao problema, o então presidente da República (José Sarney) visitou a região em dezembro de 1986. Estudos realizados mostraram a existência de uma zona ativa (Falha Samambaia) com mais de 40 km de extensão (Figura 3.2).

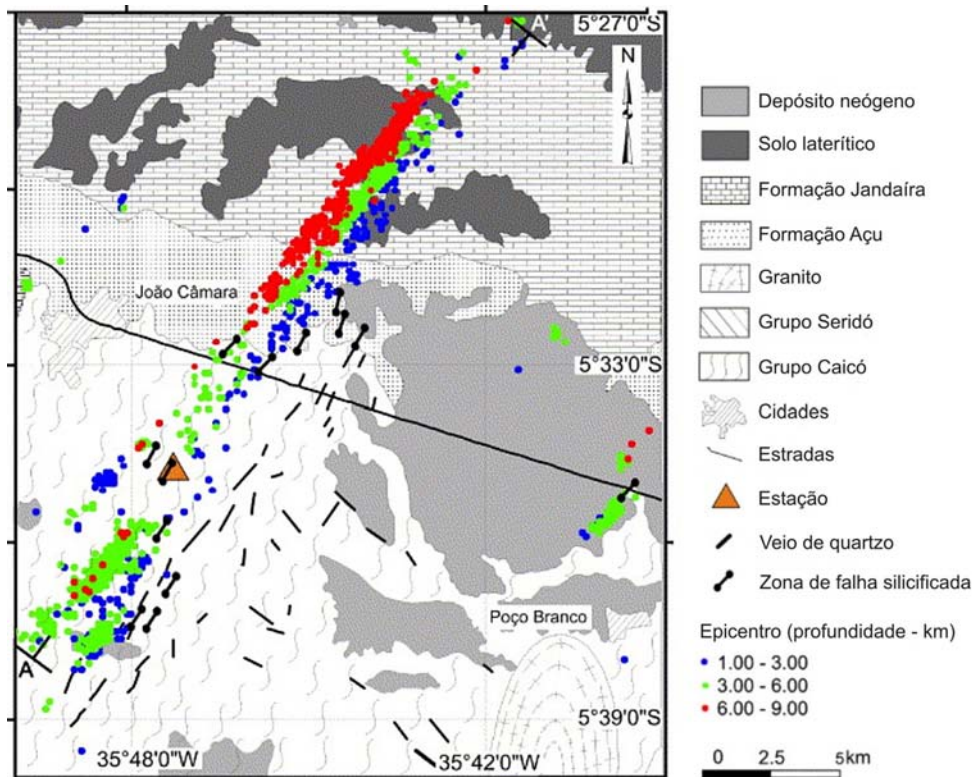
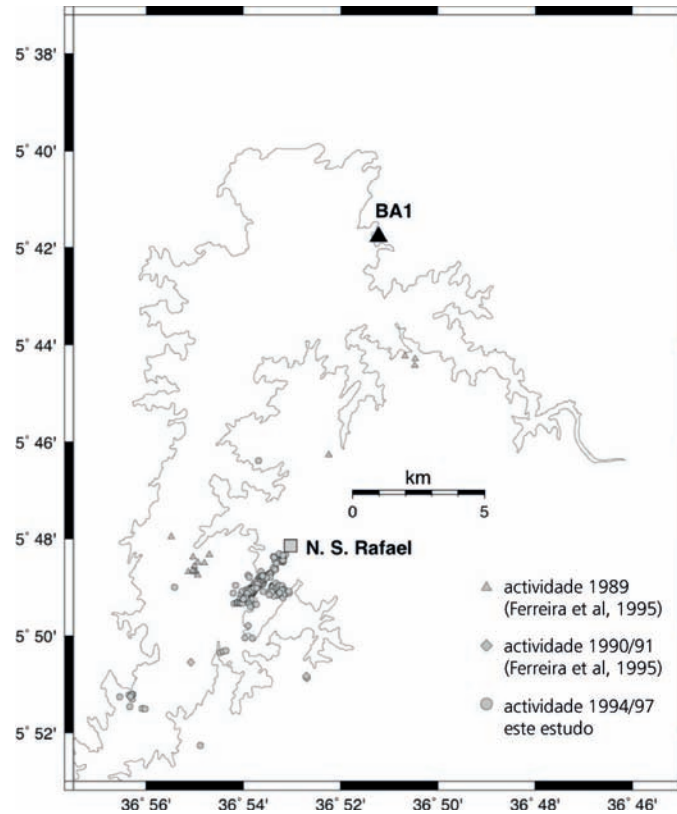


Figura 3.2 - Mapa de epicentros da falha Samambaia em João Câmara (RN) e correlação espacial com veios de quartzo e falhas silicificadas. Fonte: Bezerra et al. (2007).

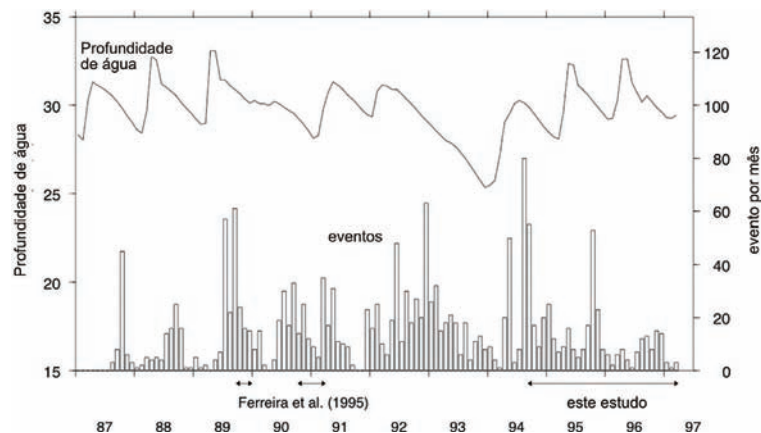
### Barragem do Açú – 1987-1995

A barragem do Açú, com 31 m de altura de lâmina de água quando cheia, foi concluída em 1983, com o reservatório atingindo o nível do sangradouro em 1985. O monitoramento foi iniciado em agosto de 1987 e logo foi identificada a ocorrência de sismos induzidos pelo reservatório (FERREIRA et al., 1995). No início, os sismos

ocorreram no meio do lago, migrando, posteriormente, para as bordas do reservatório, onde ocorreu o sismo de maior magnitude (2.8), praticamente sob a cidade de São Rafael (Figuras 3.3 e 3.4), causando movimento de telhas e pequenas trincas nas casas. Trata-se de um exemplo clássico desse tipo de fenômeno, onde os processos ativação e migração da sismicidade puderam ser estudados em detalhe (NASCIMENTO et al., 2004).



**Figura 3.3** - Atividade sísmica na barragem do Açú, com epicentros determinados por redes sismográficas instaladas na região. Fonte: Nascimento et al. (2004).



**Figura 3.4** - Correlação entre o nível de água (em metros) e a atividade sísmica mensal no período de 1987 a 1997. Nos primeiros três anos, com os sismos ocorrendo dentro do lago, é fácil notar a correlação entre o enchimento e a atividade sísmica, com defasagem de aproximadamente três meses. Fonte: Nascimento et al. (2004).

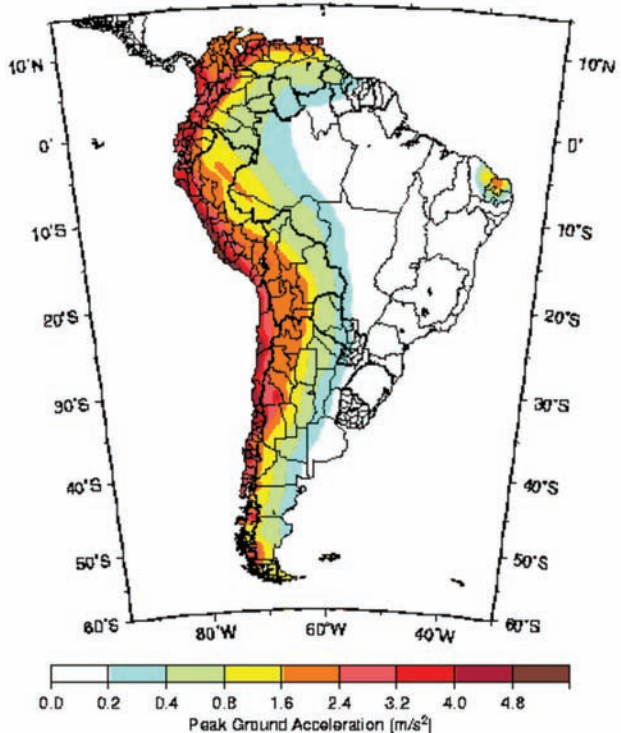
### Litoral de Touros – 2005

No dia 2 de setembro de 2005, um novo tremor, de magnitude 4.0  $m_b$ , foi sentido no Rio Grande do Norte, principalmente nas praias do litoral norte e em edifícios de Natal (Figura 3.5).

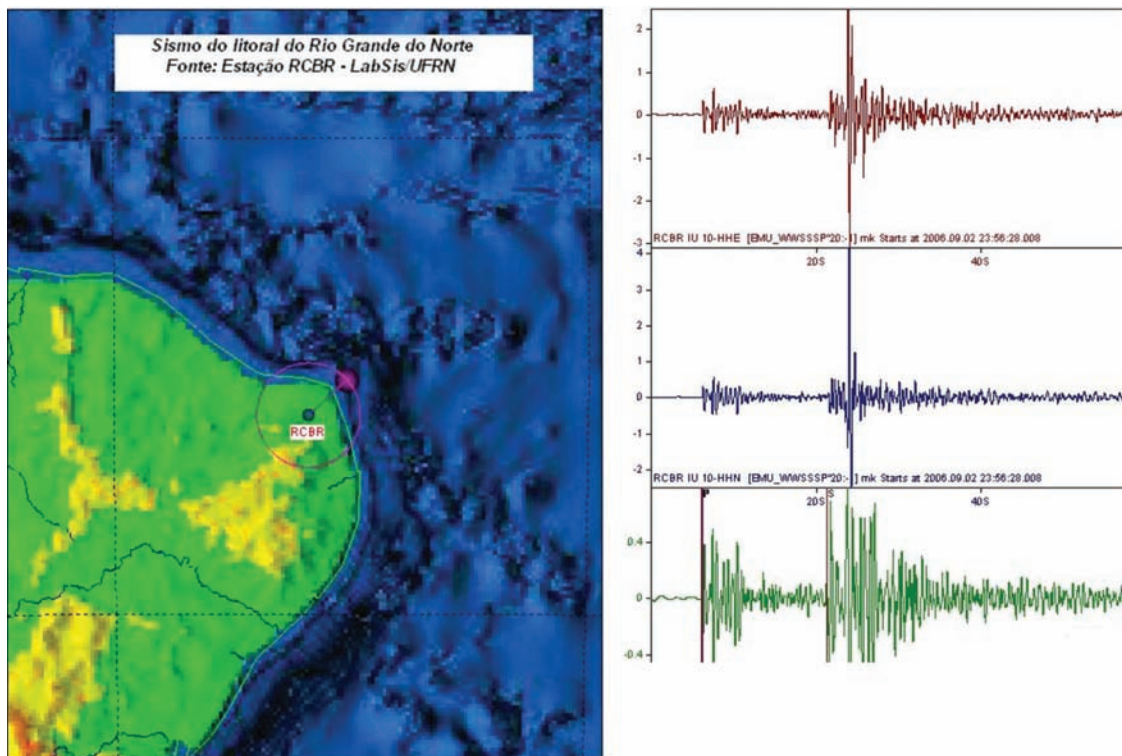
### PROBABILIDADE SÍSMICA E RISCO SÍSMICO

Como referido, a borda da Bacia Potiguar, em uma faixa de 100 km para o interior, que abrange a quase totalidade do território do Rio Grande do Norte, é a região de maior probabilidade sísmica no país. Esse fato, associado à alta densidade populacional e a várias e importantes instalações e infraestruturas existentes na região, torna-na, também, uma das regiões de maior risco sísmico no país (Figura 3.6).

Esse mapa foi obtido a partir das magnitudes dos sismos, estimando-se a sua aceleração. Uma outra forma de se visualizar a probabilidade e/ou risco sísmico é por meio de um mapa de intensidades máximas observadas (Figura 3.7). Para o Rio Grande do Norte, à luz dos dados até agora coletados, as áreas de maior probabilidade sísmica seriam as regiões de: João Câmara-Touros-Parazinho; Açú; Dr. Severiano. Entretanto, isso não significa que sismos de magnitude superior a 4.0  $m_b$  não possam ocorrer em outras regiões do estado a qualquer momento.

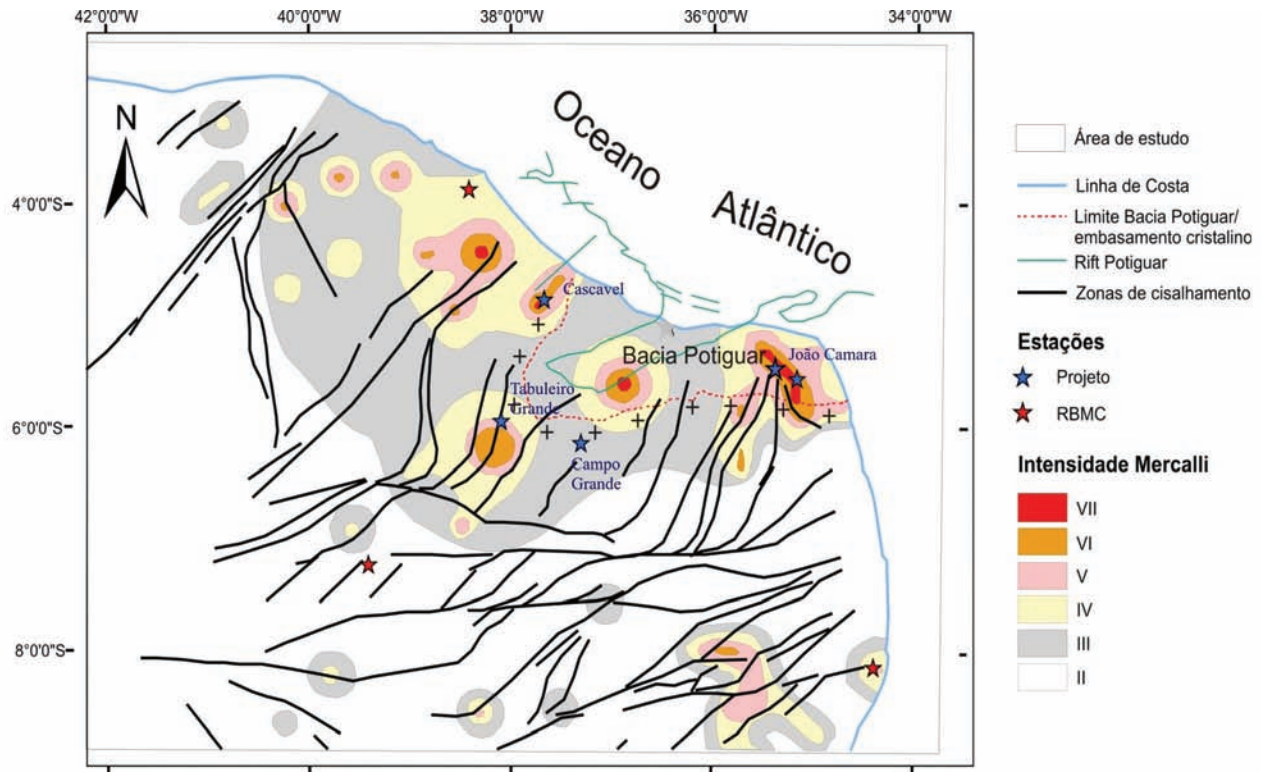


**Figura 3.6** - Mapa de probabilidade sísmica na América do Sul, onde são indicadas as faixas de aceleração de pico, com probabilidade de 10% de serem excedidas nos próximos 50 anos. Fonte: Shedlock e Tanner (1999).



**Figura 3.5** - Mapa de localização e sismograma do evento sísmico de magnitude 4.0  $m_b$ , ocorrido em 2 set. 2006, no litoral do Rio Grande do Norte.





**Figura 3.7** - Mapa de intensidades máximas, que apresenta, ainda, as principais zonas de cisalhamento e falhas da bacia Potiguar e do embasamento cristalino adjacente. Fonte: Ferreira et al. (1990).

Avaliações mais precisas devem levar em conta não somente dados dos sismos conhecidos em tempos históricos como também de paleossismos identificáveis em campo por métodos neotectônicos. Exemplos desse tipo de evento foram localizados em diversas regiões do estado, como, por exemplo, em Afonso Bezerra, Parazinho e Macaíba (NOGUEIRA, 2008).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como o Rio Grande do Norte é uma das principais áreas sísmicas do país, tendo ocorrido vários eventos de magnitude acima de 4.0  $m_b$  desde pelo menos 1808, qualquer projeto de desenvolvimento urbano, industrial ou de infraestrutura tem de levar em consideração esse fator.

## REFERÊNCIAS

BERROCAL, J.; ASSUMPÇÃO, M.; ANTEZANA, R.; DIAS NETO, C. M.; ORTEGA, R.; FRANCA, H. **Sismicidade do Brasil**. São Paulo: IAG-USP, 1984. 320 p.

BEZERRA, F. H. R.; TAKEYA, M. K.; SOUSA, M. O. L.; NASCIMENTO, A. F. do. Coseismic reactivation of the

Samambaia fault. **Tectonophysics**, v. 430, p. 27-39, 2007.

FERREIRA, J. M.; ASSUMPÇÃO, M. Sismicidade do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geofísica**, n. 1, p. 67-87, 1983.

FERREIRA, J. M.; OLIVEIRA, R. T.; TAKEYA, M. K.; ASSUMPÇÃO, M. Superposition of local and regional stresses in northeast Brazil: evidence from focal mechanisms around The Potiguar marginal basin. **Geophysical Journal International**, n. 134, p. 341-355, 1998.

FERREIRA, J. M.; OLIVEIRA, R. T.; ASSUMPÇÃO, M.; MOREIRA, J. A. M.; PEARCE, R. G.; TAKEYA, M. K. Correlation of seismicity and water level in the Açú reservoir – an example from northeast Brazil. **Bulletin of The Seismological Society of America**, n. 85, p. 1483-1489, 1995.

FERREIRA, J. M.; BEZERRA, F. H. R.; MOREIRA, J. A. M.; SOUZA NETO, J. A.; ASSUMPÇÃO, M.; PEARCE, R. G. Mapa preliminar de intensidades sísmicas máximas no

Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., Natal, 1990. **Boletim de Resumos**, p. 355, 1990.

NASCIMENTO, A. F. do; COWIE, P. A.; LUNN, R. J.; PEARCE, R. G. Spatio-temporal evolution of induced seismicity at Açú reservoir, NE Brazil. **Geophysical Journal International**, v. 158, p. 1041-1052, 2004.

NOGUEIRA, F. C. C. **Estruturas cenozoicas na porção leste da bacia Potiguar**. 2008. 168 f. Tese (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

SHEDLOCK, K. M.; TANNER, J. G. Seismic hazard map of the western hemisphere. **Ann. Geofis.**, n. 42, p. 1199-1214, 1999.

# 4

## RECURSOS MINERAIS

Vladimir Cruz de Medeiros (*vladimir.medeiros@cprm.gov.br*)<sup>1</sup>

Júlio de Rezende Nesi (*julionesi@uol.com.br*)<sup>2</sup>

Marcos Antonio Leite do Nascimento (*marcos@geologia.ufrn.br*)<sup>3</sup>

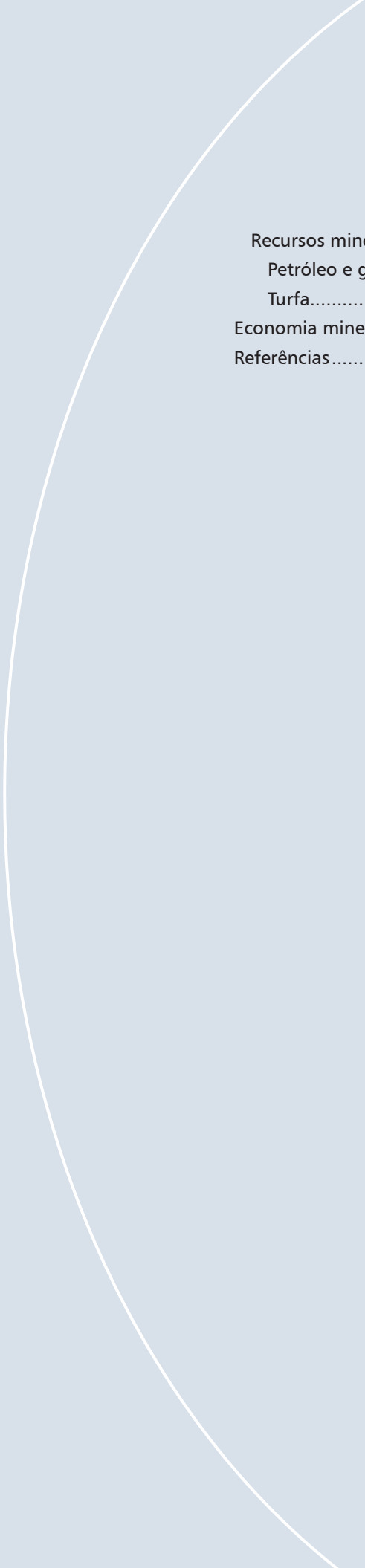
<sup>1</sup>CPRM – Serviço Geológico do Brasil

<sup>2</sup>Consultor

<sup>3</sup>UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

### SUMÁRIO

Introdução .....	49
Recursos minerais e natureza geológica de seus depósitos .....	49
Águas minerais.....	49
Gemas.....	49
Metais nobres .....	50
Metais ferrosos .....	51
Minério de ferro.....	51
Minério de tungstênio (scheelita).....	52
Metais não-ferrosos e semimetais .....	53
Materiais de uso na construção civil.....	53
Areia .....	53
Cascalho .....	54
Argila e argilito .....	54
Brita .....	55
Rochas ornamentais e pedras de cantaria .....	55
Rochas e minerais industriais.....	56
Caulim .....	57
Diatomita .....	57
Feldspato .....	58
Mica.....	58
Gipsita .....	58
Rochas carbonáticas .....	59
Calcários .....	59
Mármoreos .....	60
Sal marinho.....	60



Recursos minerais energéticos.....	61
Petróleo e gás natural .....	61
Turfa.....	62
Economia mineral .....	62
Referências.....	64

## INTRODUÇÃO

O estado do Rio Grande do Norte localiza-se geotectonicamente na Província Borborema. Seu substrato é constituído por rochas pré-cambrianas que ocupam 65% de sua área territorial e por rochas sedimentares mesocenoicas que recobrem a porção restante.

A vocação mineira e energética sempre colocou o Rio Grande do Norte na vanguarda da produção mineral e energética do Brasil. Atualmente, o estado é um dos principais produtores de bens energéticos (petróleo e gás) e minerais do país, sendo o primeiro produtor de sal marinho, telhas e concentrado de scheelita. No cenário regional, é o maior produtor de minério de ferro do Nordeste e grande produtor de minerais e rochas industriais, destacando-se argila, areia, feldspato, caulim, mica, calcário, diatomita, rochas ornamentais e gemas (pedras preciosas).

Já são conhecidos cerca de dois mil jazimentos minerais no estado, entre minas, depósitos minerais, ocorrências e garimpos, abrangendo mais de 30 substâncias minerais. Dentre esses jazimentos, foram cadastradas 134 minas, entre ativas e inativas (paralisadas temporariamente), onde se destacam: água mineral, areia, argila, argilito, brita, calcário (calcítico e dolomítico), mármore, columbita-tantalita, caulim, diatomita, espodumênio, feldspato, gemas (água-marinha, turmalinas coradas e esmeralda), gipsita, minério de ferro, muscovita, ouro, sal marinho, scheelita, talco e as rochas ornamentais e pedras de cantaria, incluindo granitos, pegmatitos, mármore, ortognaisses, metaconglomerados, quartzitos e, recentemente, micaxistos.

No campo energético, a produção de petróleo, em 2008, foi da ordem de 23 milhões de barris (mais de cinco mil poços produtores), enquanto a produção de gás natural foi da ordem de 928 bilhões de metros cúbicos, de acordo com a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

## RECURSOS MINERAIS E NATUREZA GEOLÓGICA DE SEUS DEPÓSITOS

Os recursos minerais conhecidos no Rio Grande do Norte foram agrupados segundo uma classificação utilitária, compreendendo oito classes: Águas Minerais; Gemas; Metais Nobres; Metais Ferrosos; Metais Não-Ferrosos e Semimetais; Materiais de Uso na Construção Civil; Rochas e Minerais Industriais; Recursos Minerais Energéticos.

A sua descrição está baseada no trabalho "Geologia e Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte", de Angelim et al. (2006).

### Águas Minerais

Atualmente, 14 fontes de água mineral se encontram em exploração, todas legalizadas, detentoras de portarias de lavra outorgadas pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). A produção atual está em torno de

88 milhões de litros por ano, sendo a maior parte, cerca de 90%, destinada ao mercado interno (DNPM, 2006).

Essas fontes se concentram em duas regiões do estado. A principal ocorre na região metropolitana de Natal, englobando os municípios de Extremoz, Macaíba, Parnamirim e Vera Cruz. Em menor proporção, ocorrem na região oeste do estado, nos municípios de Apodi, Mossoró e Upanema.

As análises físico-químicas, executadas pelo Laboratório de Análises Minerais da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil (LAMIN/CPRM/SGB), classificaram essas águas em três principais tipos: hipotermiais (predominantes); fluoretada litinada e fluoretada mesotermal (menos frequentes). Os teores de sódio (Na) e carbonatos (CO<sub>3</sub>) ocorrem em maior concentração, o que caracteriza essas águas como carbonatadas sódicas.

São todas consideradas águas potáveis de mesa e utilizadas para fins de engarrafamento para consumo humano. Uma delas, a do Hotel Thermas, em Mossoró, é utilizada para fins de balneário, pois foi classificada como do tipo água termal.

Do ponto de vista geológico e hidrogeológico, na região metropolitana de Natal a água mineral é captada do aquífero do Grupo Barreiras (arenitos e conglomerados). Na região oeste, do aquífero da Formação Açu (arenitos), do Grupo Apodi, borda da Bacia Potiguar, através de surgência e poços tubulares, com vazões de explorações variando entre 1.500 litros/hora a 130.000 litros/hora.

### Gemas

O Rio Grande do Norte tem se destacado pelo número, diversidade e qualidade de suas gemas. O estado está incluído na Província Gemológica Brasileira (SVISERO e FRANCO, 1991) e na Subprovíncia Gemológica do Nordeste (LIMAVERDE, 1980).

Moraes (1999) assinala que no Rio Grande do Norte são conhecidos 11 principais tipos de minerais-gemas: água-marinha, turmalinas coradas/elbaítas (azul, verde e rosa), esmeralda, ametista, lazulita, granada (variedade espessartita), coríndon (variedades safira e rubi), euclásio, cordierita (variedade iolita) e quartzo róseo. O referido autor individualizou três principais áreas de concentrações de minerais-gemas, cada qual guardando suas peculiaridades geológicas e gemológicas, denominando-as Distritos Gemológicos Centro-Sul, Sul e Extremo Sudoeste.

Outros minerais-gemas foram descritos, como alanita, amazonita, brasilianita, coríndon (variedade rubi), epidoto, gahnita (espinélio), heliodoro, mangano-tantalita, morganita, ônix e opala. Beurlen et al. (2001) assinalam como inéditas as ocorrências de ametista em pegmatitos situadas na região de Equador.

O Distrito Gemológico Centro-Sul está inserido na Província Pegmatítica Borborema-Seridó, compreendendo, principalmente, os municípios de Lajes Pintadas e São Tomé.

A primeira e importante descoberta de água-marinha nesse distrito ocorreu em 1953, no garimpo Gameleira,

em São Tomé. Trata-se de um distrito tradicionalmente produtor de água-marinha. Ela apresenta cor azul intensa a verde-amarelada, transparente a translúcida, brilho vítreo a subvítreo, poucas inclusões e fissuras, permitindo bom aproveitamento na lapidação. A mineralização ocorre em diques de pegmatitos homogêneos, pouco diferenciados, com mineralogia acessória simples, sendo esses corpos intrusivos em ortognaisses do Complexo Caicó e biotita-xistos do Grupo Seridó. Toda a atividade de exploração é realizada por garimpagem.

Descobertas recentes de esmeralda nesse distrito foram assinaladas nos municípios de Caiçara dos Rios dos Ventos, Lages e São Tomé.

O Distrito Gemológico Extremo Sudoeste está inserido em uma concentração de depósitos de pegmatitos que se situa na região dos municípios de Tenente Ananias e Paraná, constituindo, possivelmente, um campo pegmatítico. A mineralização ocorre em pegmatitos homogêneos, pouco diferenciados, intrusivos em rochas do Complexo Caicó.

Bolsões de quartzo leitoso, translúcido e enfumado são os principais hospedeiros dos cristais de berilo, fontes de água-marinha, ocorrendo em concentrações isoladas e aleatórias. Em menor proporção, ocorrem em bolsões de cristais gigantes de feldspato, às vezes, da variedade amazonita. A água-marinha apresenta cores variáveis, de azul fraco a azul intenso, a verde-amarelado; ocorrendo em cristais centimétricos, exibem boa transparência e excelente qualidade gema (BARRETO, 1991; RÊGO, 1991).

Nesse distrito, outra importante gema, a esmeralda, foi produzida esporadicamente em um antigo garimpo, na Fazenda Pitombeiras, no município de Paraná. São faixas de flogopititos, hospedeiros das esmeraldas, que se posicionam entre pegmatitos e serpentinitos, estendendo-se entre os municípios de Tenente Ananias, Paraná, Marcelino Vieira e Rafael Fernandes. Moraes (2000) identificou, nesse distrito, na região de Antonio Martins, uma ocorrência de coríndon, variedade rubi, dispersa em um fuchsitá-xisto.

O Distrito Gemológico Sul estende-se entre as cidades de Parelhas e Equador, prolongando-se para o sul, até a divisa com o estado da Paraíba. Esse distrito faz parte da Subprovíncia Gemológica Serra das Queimadas, de Rao et al. (1997). Ele se caracteriza como produtor das preciosas e belas turmalinas coradas, as elbaítas, de qualidade gema, de diversas colorações, com as variedades azul (indicolita), verde (verdelita) e rosa (rubelita). São bastante valiosas e extremamente apreciadas nos mercados nacional e internacional. É um exemplo eminente da riqueza gemológica do estado.

A mineralização ocorre em pegmatitos heterogêneos, zonados, bastante evoluídos, diferenciados e mostram uma diversificada mineralogia acessória, além de volumosos corpos de substituições tardias, hospedeiros dos bolsões de gemas.

As turmalinas coradas, as elbaítas, ocorrem nesses corpos de substituições em forma de bolsões, associando-se a quartzo, albita e lepidolita. As cores são bem variadas, como azul-claro, azul-turquesa a azul intenso, rósea, lilás, púrpura, parda e verde, com tons fraco, médio e forte.

Mostram zoneamento da borda para o centro nas cores azul, verde e lilás. A transparência é variável, de translúcida, subtranslúcida, semitransparente a transparente. O brilho é vítreo, subvítreo a resinoso. Inclusões sólidas são raras (FERREIRA et al., 2001; SOARES e FERREIRA, 2000).

Outras ocorrências de minerais-gemas foram assinaladas nesse distrito por Moraes (1999), tais como: granada manganésifera, variedade espessartita, em Carnaúba dos Dantas; laziluta, de coloração azul-celeste, em Parelhas; euclásio, em Equador; quartzo róseo, em Parelhas, todos hospedeiros de pegmatitos heterogêneos. A cordierita, variedade iolita ou safira d'água, de coloração azul-violáceo, associada a veios de quartzo, encaixa-se em biotita-xistos da Formação Seridó, do Grupo Seridó.

De modo geral, as atividades de exploração das gemas são desenvolvidas principalmente por garimpagem, que é a maneira mais usual de produção de gemas no país. Mais raramente, por empresas de mineração organizadas e legalizadas perante o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), com portarias de lavra. Em geral, a exploração é desordenada, gerando irregularidade na produção, inadequado índice de produtividade e valor agregado, baixo nível tecnológico da lavra e alta informalidade.

## Metais Nobres

O ouro é o principal metal nobre conhecido no Rio Grande do Norte. Até o momento, há o registro de 12 jazimentos conhecidos: três minas, sete garimpos e duas ocorrências. Eles foram explorados, principalmente por garimpagem; atualmente, encontram-se paralisados.

A Mina de São Francisco (Currais Novos) é uma das mais expressivas e antigas (começou a ser explorada em 1944). As outras duas são: Alto do Pelado (Currais Novos) e Bonfim (Lages) (Figura 4.1). Os garimpos são: Roça (São Tomé); Ponta da Serra, Boa Vista, Sítio Caifás e Alto do Meio (São Fernando/Caicó); Curral Velho (Jucurutu); Serra do Cabelo (Encanto). Dentre os garimpos, esse último é o mais antigo, sendo conhecido desde o século XIX. As ocorrências são as de Oriente e Amarante (Lages).

As mineralizações auríferas agrupam-se em dois principais tipos: as de caráter hidrotermal e as associadas a metaconglomerados. As primeiras hospedam-se predominantemente em veios de quartzo, paralelos à foliação milonítica; são de pequeno porte e alojam-se em litologias diversas, como em micaxistos, gnaisses, granitos e ortognaisses, correspondendo à grande maioria de suas ocorrências. Em menor proporção, hospedam-se em escarnitos ou rochas calcissilicáticas, ricas em diopsídio, como é o caso da Mina Bonfim (Lages), que, no passado, produziu scheelita. O ouro, na Mina Bonfim, associa-se preferencialmente ao bismuto (MELO Jr. e LEGRAND, 1993; MELO Jr. et al., 1996). No segundo tipo, as mineralizações auríferas têm os metaconglomerados como rochas hospedeiras, que ocorrem em horizontes desses litotipos inclusos nos metassedimentos do Grupo Serra de São José.



**Figura 4.1** - Entrada/inclinado da mina Bonfim (Lages).

## Metais Ferrosos

Dentre os metais ferrosos, assinalamos como mais importantes os minérios de ferro e de tungstênio (scheelita). Em segundo plano, assinala-se o minério de molibdênio (molibdenita).

O minério de molibdênio, representado pela molibdenita, ocorre associado aos *skarns*, na Província Scheelitífera do Seridó, no domínio do Grupo Seridó, em granitos aplíticos, em pegmatitos e veios de quartzo. Como principais exemplos, podem ser citadas as minas Brejuí (Currais Novos) e Malhada Limpa-Timbaúba (Currais Novos). Outras áreas de ocorrências conhecidas são as minas: Barra Verde, Boca de Lage e Saco dos Veados (Currais Novos), Cafuca/Galo (Bodó) (Figura 4.2); Cabeço Vermelho (Acari), dentre outras.

Em pegmatitos, a ocorrência mais promissora é a de Três Riachos (Jardim de Piranhas), onde a molibdenita associa-se a scheelita, calcita, fluorita, bismutinita, calcopirita e pirita. Em granito aplítico, na Mina Bodó (Bodó), a molibdenita associa-se a calcopirita e pirita.

## Minério de ferro

São dois os principais depósitos de minérios de ferro que se destacam no estado: Pico do Bonito (Jucurutu) e Fazenda Saquinho (Cruzeta).

O minério de ferro encontra-se intercalado em seqüências pré-cambrianas de origem

metavulcanossedimentar ou metassedimentar, encaixando-se nos metassedimentos da Formação Jucurutu, do Grupo Seridó.

No Pico do Bonito (Figura 4.3), a mineralização constitui-se por camadas de magnetita compacta, denominada magnetitito, com alto teor de ferro (> 65%) e metassomatito (tipo taconito) com magnetita dominante, com teor de ferro entre 35% a 52%.

Na Fazenda Saquinho (Figura 4.4), a mineralização é constituída por camadas de minério rico, com hematita e/ou magnetita compacta, de alto teor de ferro (> 60%), itabiritos ricos e pobres, com hematita e/ou magnetita dominante, com teor de ferro entre 35 a 60% e quartzitos ferruginosos, com baixo teor de ferro (< 35%).

Atualmente, os dois depósitos retromencionados estão sendo explorados. O do Pico do Bonito, considerado o mais importante, está



**Figura 4.2** - Molibdenita em rocha calcissilicática da região de Galo (Bodó).



**Figura 4.3** - Entrada/pátio da mina de minério de ferro do Pico do Bonito (Jucurutu).



Figura 4.4 - Pátio da mina de minério de ferro da fazenda Saquinho (Cruzeta).

sendo explorado pela empresa Mhag Serviços e Mineração, que produz e exporta os minérios de ferro tipos *lump* e *sinter feed*. O primeiro tipo é destinado ao mercado internacional, via Porto de Suape (Pernambuco); o segundo é comercializado no mercado interno. O minério de ferro de Saquinho foi o primeiro a ser explorado, no final da década de 1980, sendo comercializado no mercado interno na forma de minério, sem valor agregado, para atender, principalmente, aos segmentos cimenteiro e de tintas.

Do ponto de vista mineralógico, constituem-se por magnetita ou hematita, de alto teor de ferro, seguindo-se martita, especularita, quartzo e, ocasionalmente, limonita e goetita.

Outro tipo de minério de ferro comum a essas áreas são as cangas ricas em ferro. Trata-se de coberturas terciárias de formações ferríferas, detríticas e/ou lateríticas, que resultam da limonitização parcial e aglomeração de hematita e itabirito.

Outras ocorrências de minérios de ferro itabiríticos, de pequeno porte, são conhecidas nos municípios de Florânia, Barcelona, Cruzeta, Ipueira, Ouro Branco, São João do Sabugi, São Rafael, Serra Caiada e Lages (ANGELIM et al., 2006; FERREIRA et al., 1977; FRANÇA, 2005), dentre outros.

### Minério de tungstênio (scheelita)

A scheelita é um wolframato de cálcio de fórmula química  $\text{CaWO}_4$ , sendo uma das principais fontes de tungstênio. Trata-se de um metal considerado básico para a economia nacional, devido ao seu largo campo de aplicação, principalmente, nas indústrias siderúrgica, espacial, bélica, eletroeletrônica, mecânica, química, cerâmica e outras.

A scheelita ocorre na região do Seridó do estado do Rio Grande do Norte, constituindo a Província Scheelitífera da Borborema, sendo considerada a mais importante concentração de minério de tungstênio do país.

De acordo com o GeoBank (sistema de bancos de dados geológicos corporativo da CPRM/SGB), são conhecidos 388 jazimentos minerais de scheelita no Rio Grande do Norte, entre minas, depósitos, garimpos e ocorrências, contendo, subordinadamente, concentrações de molibdenita, bismutinita, calcopirita e ouro.

Os maiores depósitos de scheelita concentram-se nos municípios de Currais Novos e Bodó, sendo representados pelas mais importantes minas da província scheelitífera: Brejuí (Figura 4.5), Barra Verde, Boca de Lage, Zangarelhas e Bodó-Cafuca (Figura 4.6).

O principal grupo de jazimentos corresponde aos depósitos *stratabound* de scheelita hospedados em horizontes de *skarns* ou



Figura 4.5 - Uma das entradas da mina de scheelita de Brejuí (Currais Novos).



Figura 4.6 - Vista panorâmica da região da mina de scheelita de Bodó (Bodó).



rochas calcissilicáticas e, menos comumente, em hospedeiras anfibolíticas ou metamáfico-ultramáficas da Formação Jucurutu, do Grupo Seridó (BEURLIN e BUSCH, 1982; MOERI e KLOECHNER, 1979; SANTOS, 1968).

Distinguem-se, também, os *skarns* ricos em moliibdênio, como no depósito Malhada Limpa-Timbaúba, entre Currais Novos/RN e Frei Martinho/PB; em cobre, nos depósitos de Água Fria (Jucurutu) e Saco de Santo Antonio (Parelhas); em ouro, na Mina Bonfim (Lages); em chumbo, em uma ocorrência em Assu (FERREIRA e SANTOS, 2000).

Identificam-se, ainda, pequenos jazimentos em pegmatitos, filões e *stockworks* de quartzo, às vezes, disseminados em granitos (SANTOS, 1968; SANTOS e BRITO NEVES, 1984).

### Metais Não-Ferrosos e Semimetais

Metais ferrosos e semimetais, como berílio, nióbio, tântalo e lítio, formam importantes minerais econômicos que ocorrem em depósitos de pegmatitos, do tipo heterogêneos, zonados, diferenciados, da Província Pegmatítica Borborema-Seridó e que são produzidos na região do Seridó do Rio Grande do Norte.

Trata-se de berilo, columbita-tantalita, espodumênio e ambligonita, que são provenientes da exploração por garimpagem, tendo como subprodutos da produção: feldspato, caulim, gemas (principalmente água-marinha e turmalinas coradas) e mica.

O Rio Grande do Norte foi o grande produtor de concentrado de berilo industrial e de columbita-tantalita, cuja produção foi intensificada no período da Segunda Guerra Mundial. A partir de meados da década de 1990, a produção do concentrado de berilo iniciou um período de declínio, que ainda persiste.

A última "corrida" pelo concentrado de columbita-tantalita no Rio Grande do Norte ocorreu entre os anos de 1999 a 2001, devido às novas aplicações no mercado internacional para o tântalo, que gerou grande demanda da columbita-tantalita. O grande uso foi como capacitor para a indústria eletrônica, de larga aplicação em telefones celulares, eletrônica automotiva e em *laptops*.

Quanto ao espodumênio e à ambligonita, principais minerais econômicos de lítio, não há produção no estado. Nas décadas de 1970 e 1980, ocorreu produção de espodumênio, principalmente oriunda da Mina Salgadinho, em Carnaúba dos Dantas, a maior do estado.

Outros metais não-ferrosos, como cobre, titânio e zircônio, formam minérios de cobre, titânio e zircônio no estado. Entretanto, geralmente, formam depósitos minerais de pequeno porte. A ocorrência de minério de cobre de Saco de Santo Antonio, em Parelhas, é a mais importante.

### Materiais de Uso na Construção Civil

Esses materiais são representados por areia, brita, cascalho, argila, argilito, rochas ornamentais e pedras de cantaria. Constituem os recursos minerais mais abundantes no estado.

#### Areia

Em função de sua origem, os depósitos de areia são representados por quatro principais tipos: aluvionares, lacustres, coberturas arenosas, litorâneos ou praias.

Os depósitos aluvionares são os mais importantes economicamente. Eles são amplamente distribuídos no estado, com larguras e extensões consideráveis (Figura 4.7). São conhecidos 21 depósitos de areias aluvionares, que foram cadastrados por Xavier e Aquino (1998) e Nesi e Carvalho (1999). Os depósitos mais significativos são os dos rios Apodi, Potengi, Trairi, Carmo, Ceará-Mirim, Maxaranguape, Paraú, Piranhas-Açu, Pium e Seridó. Do ponto de vista mineralógico, essas areias são essencialmente quartzosas, constituídas por até 85% de quartzo, e o restante por feldspato, mica, minerais pesados, concentrações argilosas, matéria orgânica e outros.

Os depósitos lacustres são bastante numerosos e distribuem-se, principalmente, em diversas lagoas situadas ao norte de Natal, como nos municípios de Extremoz, Ceará-Mirim, Maxaranguape, Rio do Fogo e Touros.

Os depósitos de coberturas arenosas ocorrem capeando rochas sedimentares e cristalinas (pré-cambrianas). Correspondem aos depósitos superficiais, eluviais, de areias quartzosas inconsolidadas, constituindo manchas extensas, isoladas e dispersas, de grande distribuição horizontal e de grande potencial de reservas. Essas areias podem ter usos mais nobres que as aluvionares.



Figura 4.7 - Exploração de areia na região de Carnaubais.

Eles capeiam os sedimentos do Grupo Barreiras, da Formação Serra dos Martins, no interior do estado, constituindo topos de serra das formações Açú (Grupo Apodi) e Equador (Grupo Seridó).

Nesi e Carvalho (1999) cadastraram 14 depósitos de coberturas arenosas sedimentares e cristalinas, distribuídos nos municípios de Brejinho, Ceará-Mirim, Mossoró, Serra do Mel, Serrinha, Lagoa Nova, Apodi, Caraúbas, João Câmara e Equador.

São areias consideradas de excelente qualidade para aplicações nobres, devido aos elevados teores de  $\text{SiO}_2$  (95,8% a 99,2%) e dos baixos teores dos elementos contaminantes ( $\text{Al}_2\text{O}_3 < 1\%$ ;  $\text{TiO}_2 < 0,2\%$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 < 0,2\%$ ).

Os depósitos litorâneos ou praias distribuem-se paralelamente ao longo da linha de costa. São predominantemente quartzosos, mas de difícil exploração, por se situarem em áreas de ecossistemas costeiros.

## Cascalho

Os depósitos de cascalho compreendem os tipos aluvionares, litorâneos e sedimentares (Figura 4.8). Os primeiros associam-se aos areais aluvionares já referidos. Os litorâneos associam-se aos sedimentos de praias, ocorrendo, em geral, nas desembocaduras de rios, comuns na região de Baía Formosa. Os sedimentares são representados pelos níveis de arenitos conglomeráticos do Grupo Barreiras, mais frequentes nas regiões de Pendências e Carnaubais.



**Figura 4.8** - Depósito de cascalho da região de Carnaubais.

## Argila e argilito

Os depósitos de argila são classificados em quatro tipos principais: várzeas ou planícies aluviais (mais importantes economicamente), lacustres, residuais e formacionais. Estão contidos em camadas argilosas do Grupo Barreiras e sedimentos da Bacia Potiguar.

O primeiro tipo de depósito (argilas de várzeas) é o mais notável e conhecido, sendo muito importante por constituir expressivas reservas. São depósitos de argilas recentes, utilizadas principalmente para produção de cerâmica vermelha ou estrutural e, em menor proporção, para cerâmica de base branca e de revestimento.

As argilas de várzeas utilizadas para a produção de cerâmica vermelha apresentam, *in natura*, coloração cinza-escura a preta; após queima a 900°C, apresentam coloração vermelha e/ou marrom-escura, devido à forte presença de óxido de ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 > 7\%$ ).

Trata-se de uma argila plástica, que apresenta boa conformação e resistência mecânica a seco e baixa absorção de água. Dentre os argilominerais presentes, predominam illita e esmectita ou montmorilonita com caulinita subordinada.

As principais áreas de produção de argila para cerâmica vermelha no estado estão situadas em três regiões:

- No curso inferior do rio Piranhas-Açú, compreendendo os municípios de Assu, Ipanguassu, Itajá, Pendências e Alto do Rodrigues, sendo essa região considerada como a mais importante, constituindo o principal polo de produção de cerâmica vermelha do estado. É um polo consolidado no mercado regional, produzindo telhas coloniais extrusadas, tijolos de oito furos e lajotas.
- No baixo curso do rio Potengi, englobando os municípios de Macaíba e São Gonçalo do Amarante. É considerada a segunda região produtora de tijolos de oito furos e lajotas.

- Nos municípios de Parelhas, Carnaúba dos Dantas, Acari, Cruzeta e Currais Novos, constituindo o polo cerâmico do Seridó, grande produtor de telhas coloniais extrusadas, com demanda consolidada no mercado regional.

Outras regiões de produção dessas argilas no estado são as que ocorrem no médio a baixo curso dos rios Apodi e Carmo, nos municípios de Mossoró e Apodi; ao sul de Natal, no baixo curso dos rios Jundiá, Trairi, Arará, Jacu, Curimataú, Guaju, Pau-Brasil e Baldun, abrangendo os municípios de São José do Mipibu, Goianinha e Canguaretama.

As argilas de várzeas utilizadas para a produção de base branca e cerâmica de revestimento, denominadas argilas tipo *ball-clays*, foram identificadas nos riachos Taborda (Paranamirim e São José do Mipibu), Baldun (Ares); rios Trairi/Arará (Nísia Floresta), Catu (Goianinha), Maxaranguape (Maxaranguape), Mudo (Extremoz), Ceará-Mirim (Ceará-Mirim) e Apodi (Apodi).

Essas argilas apresentam, *in natura*, coloração cinza-clara, cinza-escura a preta, devido à incidência de matéria orgânica. Após queima em temperaturas diversas, superiores a 900°C, apresentam coloração branca, branco-rósea, rósea, amarelo-clara e marrom-clara, devido à fraca presença de óxido de ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 < 1\%$ ).

Trata-se de uma argila que apresenta certa plasticidade, boa conformação e boa resistência mecânica a seco, com baixa retração a secagem. O argilomineral predominante é a caulinita ( $Al_2O_3 > 20\%$ ), com illita e esmectita ou montmorilonita subordinada ( $K_2O < 0,5\%$  e  $CaO + MgO < 1,3\%$ ).

Essas argilas são aproveitadas em formulações de massas para uso em produtos cerâmicos que exigem cor de queima clara.

O segundo tipo de depósito de argilas (lacustres) situa-se no domínio das dunas e dos sedimentos do Grupo Barreiras. Distribuem-se em grande número, da ordem de centenas de depósitos e ocorrências, abrangendo os municípios de Touros, Maxaranguape, Ceará-Mirim, Nísia Floresta, Monte Alegre, Vera Cruz, Lagoa Salgada, Lagoa de Pedra, Serrinha e outros.

Eles ocorrem em lagoas de água doce, rasas, intermitentes, formando depósitos de pequeno porte, sendo comum a associação com a diatomita.

Essas argilas apresentam as mesmas semelhanças que as do tipo *ball-clays*, com respeito à coloração *in natura*, após queima em temperaturas diversas, superiores a  $900^\circ C$  e aos argilominerais presentes.

Essas argilas são ricas em caulinita, que podem ter uso nobre, no entanto, estão sendo subaproveitadas, utilizadas para a confecção de tijolos maciços, conhecidos como tijolos brancos. Trata-se de uma prática artesanal, muito comum e frequente nos municípios de Monte Alegre, Lagoa de Pedra, Lagoa Salgada e Serrinha.

O terceiro tipo de depósito de argilas (residuais) relaciona-se à lixiviação e alteração de olivina-basaltos do magmatismo Serra do Cuó, que ocorrem na região de Assu/Ipanguassu. São ocorrências pequenas, atualmente consideradas sem importância econômica.

O quarto tipo de depósito de argilas (formacionais) é representado por: (i) sedimentos argilosos do Grupo Barreiras, de restrita importância econômica; (ii) argilitos da sequência dolomítico-argilolipsífera das antigas minas de gipsita da região de Governador Dix-Sept Rosado, esta de importância econômica considerável.

Os argilitos estendem-se em camadas estratificadas por toda a bacia gipsífera, em dois níveis contínuos, sendo um superior, de coloração avermelhada, e outro, inferior, de coloração esverdeada a cinza-esverdeada. São quebradiços, dispostos em leitos estratificados, rítmicos, de espessuras variáveis entre 0,10 m a 1,20 m, ocorrendo intercalados com marga, siltito, folhelho, gipsita e calcário.

A composição mineralógica dos argilitos esverdeados revelou a presença dominante de dolomita e illita, com camada mista irregular de illita-esmectita subordinada.

Os ensaios cerâmicos realizados nesses materiais os recomendam para uso em cerâmica vermelha e cerâmica de base branca e de revestimento.

Os depósitos dos argilitos são considerados importantes, tendo em vista os usos recomendados, além de existirem em grande quantidade. A estimativa de reserva geológica para esses depósitos, segundo Diniz (1982), é da ordem de 165 milhões de toneladas.

## Brita

As britas ou pedras britadas são produzidas a partir de uma variedade de rochas de alta resistência mecânica, as quais, como afloram na superfície, tornam a extração mais econômica. Em geral, a rocha é desmontada com explosivos, sendo posteriormente britada e classificada em várias granulometrias. A sua composição química é menos importante que suas propriedades físicas, sendo necessário alta resistência mecânica e baixa porosidade.

As britas ou pedras britadas são principalmente provenientes dos granitos brasileiros, que fornecem a maior parte da produção. As principais pedreiras situam-se nos municípios de Macaíba, Marcelino Vieira, Riachuelo, São Gonçalo do Amarante (Figura 4.9) e Taipu. Os granitos também fornecem outros produtos, como paralelepípedos, meios-fios, lajes e pedras marroadas.

A produção restante provém de outros tipos de rochas, como os ortognaisses do Complexo Caicó (Caicó) e os calcários sedimentares da Formação Jandaíra (Grupo Apodi), de Governador Dix-Sept Rosado e de Mossoró.

Os depósitos de brita carecem de estudos geológicos, tecnológicos e ambientais. Há ainda uma atividade produtiva na informalidade.



**Figura 4.9** - Unidade de britagem e classificação de brita da mina Serrinha (São Gonçalo do Amarante).

## Rochas ornamentais e pedras de cantaria

O estado do Rio Grande do Norte apresenta uma ambiência geológica extremamente favorável à existência de rochas ornamentais de comprovada aceitação no mercado

internacional. Dentre os tipos conhecidos e cadastrados, destacam-se os terrenos cristalinos pré-cambrianos, onde se verifica excelente potencial no campo das rochas ornamentais, seguido das rochas sedimentares de idade cretácea.

No primeiro caso, citam-se as rochas movimentadas associadas aos terrenos gnáissico-migmatíticos, destacando-se os ortognaisses de neossoma róseo-avermelhado e tonalidade suave, do Complexo Caicó, em especial os da localidade de Tapuio (Lages), de grande aceitação no mercado internacional.

Seguem-se os granitoides brasileiros (incluindo os pegmatitos), de estrutura isotópica a levemente orientada, apresentando aspecto cromático e textura variável, incluindo cores verde, bege, cinza-esbranquiçada e rosa, e os granitos pegmatoides (Figura 4.10).

Relacionado aos metassedimentos da Formação Jucurutu (Grupo Seridó), ocorre um material esverdeado, multicolorido e heterogêneo, constituindo os *skarns* ou rochas calcissilicáticas, comumente associadas aos mármore com padrões de tonalidades branca, cinza e rósea. São conhecidas ocorrências dessas calcissilicáticas nos municípios de Almino Afonso e Messias Targino.

Por sua vez, os mármore são bastante explorados e utilizados no mercado regional por apresentarem padrões de tonalidades claras, variando do branco ao cinza-esbranquiçado, representado pelo mármore branco de São Rafael e de São José do Seridó, além de outros mármore de cores cinza e rósea, como das regiões de Messias Targino e São João do Sabugi.

Associados à Formação Equador (Grupo Seridó), ocorrem os metaconglomerados e quartzitos, os quais são explorados para fins ornamentais em Boqueirão, Sítio Mirador, Serra das Queimadas (Parelhas) e Serra do Poção (Ouro Branco).

Nas adjacências da cidade de Currais Novos, foram registradas explorações de granada-estauroлита-cordierita-



**Figura 4.10** - Frente de lavra em pegmatitos, para fins ornamentais (Currais Novos).

-biotita-xistos da Formação Seridó (Grupo Seridó), para fins ornamentais (Figura 4.11).

No segundo caso, no domínio das rochas sedimentares, citam-se os calcários da Formação Jandaíra (Grupo Apodi), principalmente nas regiões dos municípios de Apodi e Felipe Guerra.

A atividade produtiva consiste basicamente na lavra de blocos, que, em sua maioria, são exportados para indústrias de chapas e de produtos acabados. Falta aprimorar uma série de aspectos, como o conhecimento geológico e a quantificação de reservas mais detalhadas, caracterização tecnológica, controle de qualidade e agregação de valor aos produtos.



**Figura 4.11** - Frente de lavra em xistos da formação Seridó, para fins ornamentais (Currais Novos).

## Rochas e Minerais Industriais

Dentre as rochas e minerais industriais conhecidos e importantes no estado, destacam-se caulim, diatomita, feldspato, mica, gipsita, calcário, mármore e sal marinho. Em menor proporção e importância, ocorrem amianto, barita, enxofre nativo, fluorita, celestita, margá dolomítica, quartzo, talco e vermiculita.

O amianto está representado pela variedade do tipo antofílitico, em ocorrências que se associam às rochas anfibolíticas e/ou serpentínicas, encaixados em ortognaisses do embasamento gnáissico-migmatítico.

A barita ocorre em veios ou filões de quartzo inseridos no contexto dos cisalhamentos de *trend* Nordeste. As ocorrências são de pequeno porte e concentram-se, principalmente, nos ortognaisses do embasamento gnáissico-migmatítico, e, em menor proporção, em paragnaisses e quartzitos das formações Equador e Jucurutu (Grupo Seridó). Os veios são irregulares, com espessuras centimétricas a decimétricas; geralmente, apresentam associa-

ção entre barita, quartzo, magnetita-hematita e feldspato. Várias ocorrências já foram exploradas por garimpagem e se encontram bastante depredadas. São poucas as ocorrências de boa qualidade para aplicações mais nobres. Algumas delas apresentam densidade média de  $4,25 \text{ t/m}^3$  e teores de  $\text{BaSO}_4$  entre 92,4% a 94,5%.

O enxofre nativo ocorre em forma de eflorescência ou em concreções na forma de pequenos cristais, preenchendo fissuras em um granito. Há uma pequena ocorrência clássica na Fazenda Trangola (Currais Novos).

Da mesma forma, existem duas ocorrências de fluorita nas localidades de Barra de Catunda e São Bento (Currais Novos). São do tipo filoneano e cortam um *stock* granítico preenchendo fraturas. Foram bastante exploradas na década de 1950. É conhecida outra mineralização do tipo filoneana, em Jardim do Seridó, ocorrendo em veios múltiplos e delgados que seccionam uma estrutura dômica de mármore, recortada por aplitos e pegmatitos. Os teores de  $\text{CaF}_2$  nos depósitos filoneanos variam entre 3% a 20%. Existem também mineralizações de fluorita associadas aos *skarns* scheelitíferos. As mais conhecidas ocorrem nas minas Brejuí, Barra Verde, Boca de Lage e Saco dos Veados (Currais Novos), Malhada dos Angicos (Santana do Seridó) e na ocorrência Cabeço Vermelho (Acari), sendo, nesse caso, notável a presença de fluorita em grandes cristais. Os teores de  $\text{CaF}_2$  nos *skarns* são estimados em torno de 5%.

A celestita associa-se à gipsita nos depósitos de Governador Dix-Sept Rosado. A principal ocorrência é a de Poço Comprido, cujo teor médio encontrado foi de 46% de  $\text{SrO}$ .

A marga dolomítica intercala-se em calcários da Formação Jandaíra (Grupo Apodi). É utilizada como insumo na fabricação de cimento *portland* e para formulação de massas cerâmicas. Também são citadas as ocorrências de Lagoa do Pau e Passagem do Rio, na região de Mossoró, ambas situadas na margem direita do rio Apodi.

O quartzo, principalmente o tipo leitoso, constitui a variedade mais abundante da Província Pegmatítica da Borborema. Outras variedades, frequentes nos pegmatitos, como hialino, morion e citrino, têm ocorrências esporádicas.

O talco está representado pelo talco-xisto, que se hospeda em corpos metaultrabásicos e serpentinitos, associados a ortognaisses do embasamento gnáissico-migmatítico e a paragnaisses e quartzitos das formações Jucurutu e Equador (Grupo Seridó).

Existem duas faixas mineralizadas em talco-xisto (ocorrências de pequeno porte). A primeira se inicia na Paraíba, em Várzea, e se estende de Ouro Branco a Caicó. A segunda ocorre em Lages, nas vizinhanças da mina de scheelita de Bonfim.

Quanto à vermiculita, foram encontrados indícios associados ao talco-xisto, na ocorrência de Ouro Branco. Os depósitos foram explorados por garimpagem e encontram-se muito depredados. Os baixos teores de  $\text{MgO}$  (26% a 27,6%) e os elevados teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (3% a 10,4%) dificultam a sua aplicação para destinações mais nobres.

## Caulim

Os depósitos de caulim são agrupados em três tipos: pegmatitos, associados às rochas sedimentares e de alteração superficial.

No primeiro tipo, o caulim ocorre em pegmatitos homogêneos (não zonados) e heterogêneos (zonados), como produto de alteração do feldspato. São considerados os depósitos comerciais mais importantes, sendo conhecidos vários (dezenas?) corpos de pegmatitos caulinizados, intrusivos nos quartzitos da Formação Equador (Grupo Seridó). Na grande maioria, eles se situam no município de Equador e, em pequena proporção, em Carnaúba dos Dantas e Parelhas.

Do ponto de vista mineralógico, o caulim é predominantemente composto por caulinita bem cristalizada, lamelar e com pequenas proporções (a traços) de feldspato, quartzo e muscovita.

Quanto à composição química analisada em amostras de caulim, os teores revelados foram:  $\text{SiO}_2$  (45% a 50%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (35% a 40%),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (0,12% a 1,2%) e  $\text{TiO}_2$  (0,10% a traços). Esses dois últimos foram considerados baixos e eles são muito importantes, pois influenciam diretamente na cor e na alvura do caulim, satisfazendo às condições desejadas para a obtenção da alvura ISO (> 85%), que recomendam o seu uso em cerâmica de revestimento branco, cobertura e carga de papel.

No segundo tipo, o caulim associa-se aos sedimentos arenos argilosos do Grupo Barreiras e da Formação Serra dos Martins, porém não foram explorados até o momento.

Existem depósitos estudados, como de Ferreiro Torto/Guarapes (Macaíba), o qual é constituído por dois horizontes caulínicos, um deles com 20 m de espessura, que permitiu cubar uma reserva total de 32,3 milhões de toneladas de caulim, sendo esta recomendada para usos em cerâmica de revestimento branco, cobertura e carga de papel. Esse depósito não foi explorado, por situar-se em área de preservação ambiental, que integra o zoneamento ambiental de Natal.

## Diatomita

A diatomita é uma substância mineral constituída principalmente de sílica amorfa hidratada, que contém ainda impurezas, como: argila, quartzo, matéria orgânica, óxido de ferro, frústulas/espículas de espongiários, dentre outras. Ela é encontrada em depósitos constituídos pela acumulação de carapaças de algas diatomáceas, fossilizadas a partir do Paleógeno.

A diatomita ocorre em dois principais tipos de depósitos: lacustres (lagoas intermitentes e perenes, rasas, de água doce) e em vales aluviais, secos ou inundáveis. Em geral, formam camadas delgadas, pouco espessas, máximo de 1,0 m, e se intercalam com camadas de areia, turfa e argila, cujo argilomineral dominante é a caulinita.

Os depósitos lacustres são predominantes e se sobrepõem aos sedimentos neógenos das dunas e paleodunas e aos sedimentos arenoargilosos do Grupo Barreiras.

Os depósitos de planícies aluviais abrangem parte das bacias hidrográficas dos rios Punaú, Maxaranguape, Ceará-Mirim, Jundiá, Potengi, Araraí, Trairi, Jacu e Curimataú.

A área de predominância desses dois tipos de depósitos abrange a faixa litorânea do estado, compreendendo os municípios de Touros, Rio do Fogo, Maxaranguape, Ceará-Mirim, Ielmo Marinho, Extremoz, Macaíba, Parnamirim, São José do Mipibu, Monte Alegre, Vera Cruz, Lagoa Salgada, Lagoa de Pedras, Nísia Floresta, Bom Jesus, Serra Caiada, Eloy de Souza e Baía Formosa.

A diatomita possui um vasto campo de utilização, em virtude de suas características físicas e químicas, como agente de filtração, isolante térmico e carga industrial, que abrange as indústrias de absorventes, abrasivos químicos, bebidas, produtos alimentícios, materiais plásticos, farmacêuticos, perfumaria, borracha e papel.

Esse setor passa por dificuldades, em virtude do baixo nível tecnológico utilizado na lavra e no beneficiamento.

## Feldspato

Os pegmatitos constituem as principais fontes comerciais de feldspato, sendo considerado o mineral mais abundante, ocorrendo em uma proporção de 70% nesses corpos.

São conhecidas dezenas de pegmatitos portadores de feldspato que ocorrem intrusivos nas formações Seridó e Equador (Grupo Seridó), pertencentes à Província Pegmatítica Borborema-Seridó. Eles se distribuem nos municípios de Carnaúba dos Dantas, Cerro Corá, Currais Novos, Equador, Lages Pintadas, Jardim do Seridó e Parelhas. Em menor quantidade, ocorrem no campo de pegmatitos da região de Tenente Ananias, intrusivos em rochas do Complexo Caicó.

Na Província Pegmatítica Borborema-Seridó, as maiores concentrações de feldspato ocorrem nos pegmatitos heterogêneos, zonados, diferenciados, principalmente na Zona III (JOHNSTON JR., 1945), formando uma massa única e isolada de grandes cristais, de largura e comprimento da ordem de metros. Em geral, apresenta coloração creme ou cor de carne, que corresponde à variedade potássica, representada pela microclina, com intercrescimento pertítico de albita. No município de Tenente Ananias, o feldspato ocorre em pegmatitos homogêneos, pouco diferenciados, sendo a variedade microclina o seu principal representante.

A composição química é uma característica fundamental dos feldspatos, principalmente em relação aos teores de sílica ( $\text{SiO}_2$ ), alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), álcalis ( $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ ) e óxido de ferro

( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), pois são importantes parâmetros que balizam os seus principais usos.

Análises químicas desses feldspatos apresentaram teores de álcalis superiores a 14%, alumina maior que 18%, sílica maior que 62,5% e óxido de ferro entre 0,06% a 0,13%. A razão  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ , na maioria das amostras, apresenta valores entre 2,5 a 8,1, com altos valores de  $\text{K}_2\text{O}$ , entre 11,1% a 13,0%. Essas características os recomendam para uso nas indústrias de revestimento cerâmico, coloríficos e de vidro.

## Mica

São também conhecidas dezenas de pegmatitos portadores de mica que ocorrem na Província Pegmatítica Borborema-Seridó. A mica é produzida (principalmente) como subproduto do feldspato e das gemas e, por vezes, de rejeitos dos garimpos explorados (Figura 4.12).

A muscovita possui distribuição bastante dispersa nos pegmatitos homogêneos, porém, são mais concentradas nos heterogêneos, zonados.

Análises químicas efetuadas em amostras de mica dessa região revelaram excelentes teores de  $\text{K}_2\text{O}$  (8,7% a 11,6%) e baixos teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (1,3% a 1,8%).

Alguns fatores afetam a qualidade da muscovita dessa região, como a presença, entre as placas da mica, de manchas de óxidos de ferro e manganês e de certos minerais, como a magnetita, da geminação “rabo de peixe”.

## Gipsita

Os depósitos de gipsita da região de Governador Dix-Sept Rosado foram explorados a partir do início do



Figura 4.12 - Amostra de muscovita em pegmatitos no distrito de Cajueiro (Carnaúba dos Dantas).

século XX, para produção de gesso e como aditivo na produção de cimento *portland*. As minas de gipsita produziram durante mais de 50 anos, tornando o Rio Grande do Norte o pioneiro em sua exploração e o maior produtor nacional. Entretanto, há mais de 40 anos encontram-se paralisadas.

Foram quatro as principais minas de gipsita na época: Cajazeiras, Pau Tapuio (São Sebastião), Retiro e Pedreira Nova. Na década de 1940, a Mina da Estrondadeira (Assu) foi descoberta e entrou em atividade, destacando-se como produtora de gipsita.

Os depósitos de gipsita de Governador Dix-Sept Rosado ocorrem de forma lenticular, em leitos descontínuos, dispostos em distintos níveis, com espessuras variando de 0,4 m a 2,0 m (Figura 4.13). Consistem em níveis de gipsita intercalados em uma deposição rítmica, assim constituída da base para o topo: margas dolomíticas e dolomitos, com intercalações de argilitos, seguindo-se camadas de gipsita intercaladas com níveis de argilitos; posteriormente, níveis de dolomitos, argilitos e siltitos intercalados com diferentes níveis de gipsita; para o topo da sequência, ocorrem calcários argilosos a puros, cálcicos, pertencentes à Formação Jandaíra (Grupo Apodi).

Os teores de gipsita desse depósito apresentam elevados valores de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (> 89%) e  $\text{SO}_3$  (> 42%) e baixos teores de MgO (< 1,5%), atestando sua pureza e qualidade para uso em cimento *portland*, como retardador do tempo de “pega”, para a indústria química, dentre outros usos.

Posteriormente, no final da década de 1980, a área mineralizada de gipsita foi ampliada para leste de Governador Dix-Sept Rosado pela Petrobras Mineração (Petromisa), ao serem descobertos indícios de mineralização de evaporitos nos municípios de Macau, Pendências, Guamaré e Galinhos.



**Figura 4.13** - Forma de ocorrência da gipsita em depósitos na região de Governador Dix-Sept Rosado.

## Rochas carbonáticas

As rochas carbonáticas no Rio Grande do Norte estão representadas por calcários e mármore. Ferreira et al. (1977) consideram que ocorre um terceiro tipo de rochas carbonáticas no estado, que são as ocorrências de mármore ônix, da região de Fervedeira (Santana do Matos), e que se trata de uma ocorrência rara, única no estado e no Brasil. Fonseca et al. (1995) assinalam que essa ocorrência é uma típica eflorescência carbonática ainda hoje ativa.

## Calcários

As rochas carbonáticas sedimentares fazem parte de uma sequência de calcários e dolomitos da Formação Jandaíra. Foram cadastrados 174 jazimentos por Angelim et al. (2006), entre minas, depósitos e garimpos, compreendendo calcários calcíticos, calcários dolomíticos e dolomitos.

Os calcários calcíticos constituem espessas camadas e são extensamente aflorantes. Ocorrem nos municípios de Mossoró, Governador Dix-Sept Rosado, Baraúnas, Felipe Guerra, Macau, Alto do Rodrigues e Pendências, dentre outros.

Essas rochas apresentam granulação fina a grossa e coloração esbranquiçada a bege; são lajeadas, compactas, fossilíferas e/ou afossilíferas. Mostram altos teores de CaO, superiores a 53%,  $\text{CaCO}_3$  maiores que 90% e MgO menor que 2%. Petrograficamente, são classificadas como biomicritos, biomicrosparitos, biosparitos e dismicritos.

O Rio Grande do Norte detém atualmente cerca de 30% das reservas oficiais (medidas + indicadas) desse calcário no Nordeste brasileiro, as quais são avaliadas em 4,46 bilhões de toneladas. Essas reservas não traduzem a ordem de grandeza na forma de produção, pois o seu aproveitamento pode ser ainda considerado como modesto.

A produção do calcário é destinada principalmente para utilização em cimento *portland* e em cal; em menor proporção, para brita, ração animal e carga para asfalto. Esses calcários têm outro importante significado econômico, por conterem reservatórios de água subterrânea, bastante utilizados para consumo humano, animal e para irrigação (Figura 4.14).

Estudos da produção de cal no Rio Grande do Norte foram efetuados por Rêgo et al. (2000). A região mais importante abrange os municípios de Apodi, Açú, Governador Dix-Sept Rosado e Felipe Guerra.

Nessa região, a calcinação é realizada de forma tradicional, em fornos intermitentes e rústicos, sendo caracterizada pela informalidade, baixo rendimento energético e alta sazonalidade, pois só funcionam durante sete meses ao ano. No município de Governador Dix-Sept



**Figura 4.14** - Exemplo de extração de calcário em afloramentos na região de Mossoró.

Rosado existe uma unidade industrial em implantação, com uma meta de produção de 80 mil toneladas por ano.

Os calcários dolomíticos e os dolomitos concentram-se nas regiões de Pedra Preta, Pedra Grande, Jandaíra, Parazinho e João Câmara, sendo também conhecida uma ocorrência na região de Pedro Velho.

Segundo Rego et al. (2000), nesses calcários dolomíticos os teores de MgO variam entre 10% a 19% e os de  $MgCO_3$  são superiores a 75%. Petrograficamente, são descritos como biomicritos, biomicrosparitos e dolosparitos. Existe uma produção destinada para corretivos de solos nos municípios de João Câmara e Pedro Velho, com teores de MgO superiores a 14%. Também ocorre uma atividade informal para produção de cal virgem e hidratada, composta por pequenos produtores (caieristas).

## Mármore

Os mármore ocorrem intercalados, em sua maioria, nos metassedimentos do Grupo Seridó (Formação Jucurutu) e, em menor proporção, em litotipos do Complexo Caicó. É conhecida quase que uma centena de jazimentos minerais, entre minas, depósitos, ocorrências minerais e garimpos.

Eles constituem depósitos estratiformes, lenticulares, formando camadas de grande porte (megalentes), por vezes alcançando extensões quilométricas, existindo também ocorrências de pequeno porte. Em geral, apresentam coloração cinza-clara ou esbranquiçada, quando puros, adquirindo tonalidades creme, rósea, alaranjada e esverdeada pela presença de minerais acessórios.

As megalentes são as mais importantes economicamente e são agrupadas em 12 principais faixas: Cerro Cora-Lages; Acari-Currais Novos; Ouro Branco-Caicó-São José do Seridó-São Vicente; Florânia-Caicó; Jardim do Seridó; Ipueira; São Rafael-Ipangaçu; Jucurutu; Paraú-Campo Grande; Janduí-Messias Targino; Almino Afonso-Lucrécia e Riacho da Cruz-Apodi.

Os tipos calcíticos predominam, enquanto os dolomíticos são mais raros. No primeiro caso, os teores de CaO

variam entre 43% a 55% e de MgO entre 0,1% a 4%. No segundo caso, os teores de MgO variam entre 15% a 21% e os de CaO, entre 29% a 36%.

As reservas conhecidas (medidas + indicadas) do tipo calcítico são da ordem de 264 milhões de toneladas, provenientes das regiões de Lages (Serra do Feiticeiro) e da Serrinha (Currais Novos). Na Mina Brejuí e no depósito de Brejuí II foram cubadas reservas (medidas + indicadas) avaliadas em 87 milhões de toneladas, com teores médios de 51,3% de CaO e de 2,4% de MgO.

Nesi e Carvalho (1999), ao estudarem a faixa de Ouro Branco-Caicó-São José do Seridó-São Vicente, estimaram a reserva geológica em 521 milhões de toneladas, com teores médios de 53% de CaO e de 1,5% de MgO.

Apesar da abundância de tais reservas, os mármore são pouco aproveitados, não refletindo o seu grande potencial econômico. Atualmente, o principal aproveitamento desse bem é na produção de cal virgem e hidratado.

Existem duas principais regiões produtoras de cal. A primeira abrange os municípios de Caicó, Jucurutu, São José do Seridó, Jardim do Seridó e São Rafael; a segunda, os municípios de Almino Afonso e Messias Targino, que, juntos, produzem, em média, 1.400 toneladas mensais (RÊGO et al., 2000).

Ocorrências de pequeno porte de mármore dolomíticos são conhecidas em São Rafael, Lages, Caraúbas, São Tomé, Santana do Matos e Riacho de Santana.

## Sal marinho

O sal marinho é principalmente produzido no litoral da Região Nordeste do Brasil, abrangendo os estados do Maranhão, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte, e, em menor proporção, no estado do Rio de Janeiro.

Trata-se de um composto químico, constituído principalmente por 97% de NaCl, contendo ainda resíduos de outros sais em pequenas proporções.

No Nordeste brasileiro, ele é produzido pelo processo de evaporação solar, sobretudo no litoral norte do Rio Grande do Norte, onde a produtividade alcança o máximo. O Rio Grande do Norte é o maior produtor nacional, respondendo por 90% da produção, o que corresponde a cerca de 5 milhões de toneladas por ano. A região de maior concentração das salinas é compreendida pelos municípios de Mossoró, Macau, Areia Branca, Grossos e Galinhos (Figura 4.15).

São comercializados, no mercado, três principais tipos de sal: grosso, moído e refinado. A grande importância do sal decorre de seus variados campos de aplicação: consumo humano e animal; indústria química, especialmente para cloro e soda e seus derivados; barrilha; conservação de carnes, peixes e couros; indústrias têxtil, farmacêutica e de papel; produtos alimentares e bebidas; tratamento de águas para abastecimento público; etc.

Trata-se do mais importante mineral industrial produzido no Rio Grande do Norte, de incontestável importância para a economia local e nacional.





**Figura 4.15** - Exemplo de estocagem de sal marinho na região próxima a Macau.

## Recursos Minerais Energéticos

Os recursos minerais energéticos conhecidos no Rio Grande do Norte compreendem petróleo e gás natural, turfa e os minérios de tório e urânio.

Em grau de importância, o petróleo e o gás natural destacam-se, seguidos da turfa. Os dois últimos (tório e urânio) são os menos importantes, pois correspondem apenas a ocorrências e indícios de mineralizações.

O minério de tório está representado por ocorrências aluvionares, eluvionares e em pláceres de monazita. Já as mineralizações de urânio são representadas por exudações de óxidos secundários de urânio hospedados em granitoides brasileiros, provenientes das alterações de minerais primários, como uraninita, uranofano e meta-autunita. Existem também indícios de mineralizações em pegmatitos, representados por uraninita e seus produtos de alterações, como gumita, betafita e samarskita.

### Petróleo e gás natural

A Bacia Potiguar exhibe dois domínios: terrestre e marítimo. O primeiro corresponde à sua porção emersa; o segundo, à porção submersa, que se situa na plataforma continental e abrange os estados do Rio Grande do Norte e Ceará. O petróleo efetivo da Bacia Potiguar é proveniente

de dois sistemas petrolíferos: Pendência e Alagamar-Açu (MILANI e ARAÚJO, 2003).

Segundo esses autores, o Sistema Pendência inclui o petróleo gerado por folhelhos lacustres e armazenado em arenitos fluviodeltaicos e turbidíticos da Formação Pendência, de idade neocomiana (Cretáceo Inferior). Já o Sistema Petrolífero Alagamar-Açu inclui como geradores os folhelhos marinho-evaporíticos, de idade aptiana, da Formação Alagamar. Os reservatórios desse sistema são os arenitos fluvioeólicos da Formação Açu, de idade albiano-cenomaniana.

Os campos terrestres produtores de petróleo se concentram nos municípios de Alto do Rodrigues, Apodi, Areia Branca, Açu, Caraúbas, Carnaubais, Felipe Guerra, Governador Dix-Sept Rosado, Guamaré, Macau, Mossoró, Pendências, Porto do Mangue, Serra do Mel e Upanema. Os cinco maiores municípios produtores de petróleo, que respondem por 60% da produção do estado, são: Açu, Alto do Rodrigues, Areia Branca, Macau e Mossoró.

A produção atual de petróleo no Rio Grande do Norte é da ordem de 23 milhões/barris/ano, provenientes de mais de cinco mil poços produtores. Tal produtividade tem-se mostrado um fator limitante para investimentos em novos projetos de produção de petróleo por parte das grandes empresas petrolíferas. O maior interesse tem sido demonstrado por médias e pequenas empresas.

Os principais campos marítimos produtores de petróleo e gás natural são os de Agulha, Arabaiana, Pescada e Ubarana, atualmente operados por 27 plataformas marítimas de produção. A produção do gás natural é atualmente bastante expressiva, sendo totalmente proveniente do mar, superando 928 bilhões de metros cúbicos por ano.

As atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural na Bacia Potiguar são administradas pela Unidade de Negócios de Exploração e Produção do Rio Grande do Norte e Ceará da Petrobras, que é sediada em Natal.

Para centralizar toda a produção de petróleo e gás natural, a Petrobras implantou o Polo Industrial de Guamaré, próximo a Natal. Esse polo é constituído por modernas instalações industriais, onde são desenvolvidas as atividades de tratamento e processamento do petróleo e gás natural. Recentemente, foram iniciadas as obras de instalação da Refinaria Clara Camarões (Figura 4.16).



**Figura 4.16** - Vista geral do polo industrial de Guamaré.

A Petrobras, em 2008, inaugurou a Usina Termoaçú, em Alto do Rodrigues, com capacidade para geração de 340 megawatts de energia. Movida a gás natural, Termoaçú é considerada uma usina de cogeração, pois, além da energia elétrica, produzirá vapor que será injetado nos campos produtores de petróleo de alta viscosidade para permitir o aumento de sua produção.

### Turfa

A turfa foi identificada por Caldasso et al. (1981) durante a execução do Projeto Turfa do Nordeste Oriental elaborado pela CPRM/SGB, nos vales e baixadas aluviais do litoral oriental do Rio Grande do Norte.

Foram identificadas turfeiras nos baixos cursos dos rios Punaú, Maxaranguape, Ceará-Mirim, Mudo-Guajiru e Potengi, que drenam o litoral norte do estado, e nos rios Pium, Trairi, Araraí, Jacu, Curimataú e Guaju, no litoral sul.

A turfa identificada apresenta uma textura fibrosa a fibrolenhosa, de caráter esponjoso, cor castanha, saturada em água, com fibras finas e curtas, aspecto de palha, podendo encerrar quantidades variáveis de argilas, as quais diminuem o poder calorífico da turfa. Este aumenta com o maior grau de decomposição e menor conteúdo de cinzas (de argilas). Em função desse aspecto, as turfás podem ser classificadas em: turfa energética, quando o conteúdo de cinzas for menor que 25% e o seu poder calorífico maior que 3.500 cal/g; em condições inferiores, a turfa é do tipo não-energética ou agrícola.

Dentre as 11 ocorrências de turfás cadastradas, as dos vales dos rios Maxaranguape e Ceará-Mirim foram estudadas pela CPRM/SGB, sendo a turfa do rio Ceará-Mirim considerada a mais promissora. Nessa ocorrência foram cubadas reservas (medidas) de 1.182 mil toneladas em base seca de turfa, com um teor médio de cinzas de 32,6% e poder calorífico superior em base seca médio de 3.600 cal/g.

### ECONOMIA MINERAL

Sob esse tema, dois indicadores que medem o comportamento e a evolução do setor mineral são analisados, tais como: valor da produção mineral e exportação de bens minerais. No primeiro caso, será focado o período compreendido entre os anos de 2000 a 2005; no segundo caso, de 2000 e 2007.

O valor da produção mineral corresponde ao somatório do valor de venda das produções brutas e beneficiadas dos bens minerais realizadas pela indústria extrativa mineral.

A análise do valor da produção mineral do estado, no período compreendido entre os anos de 2000 a 2005 (Tabela 4.1; Figura 4.17), sem a participação do petróleo e gás

natural, mostra uma tendência extremamente positiva, com um crescimento expressivo de 494,4% nesses seis anos. O valor da produção mineral apresentou uma evolução de R\$90,78 milhões, no ano de 2000, para R\$539,59 milhões, em 2005, o que corresponde a uma taxa média anual de crescimento de 82,4%.

**Tabela 4.1** - Produção mineral do Rio Grande do Norte no período de 2000 a 2005 (a preço de mercado corrente em R\$1.000).

Ano	Valor da Produção Mineral (R\$)	Evolução (%)
2000	90.783	-
2001	169.012	86,2
2002	228.299	35,0
2003	286.433	25,5
2004	396.884	38,5
2005	539.598	35,9

Fonte: DNPM (2006).

Esse crescimento foi proporcionado, principalmente, pelo aumento da produção de quatro bens minerais não-metálicos, que se incluem na classe dos minerais e rochas industriais e que apresentaram os melhores resultados no valor da produção no intervalo entre 2000 e 2005: rochas ornamentais (566%), sal marinho (360%), calcário (212%) e água mineral (48,5%).

O sal marinho, sem a participação do petróleo e gás natural, constitui o bem mineral mais importante, liderando a produção mineral do estado. Ele representou, em média, no período considerado, 75% do valor da produção mineral.

O crescimento da produção mineral (Tabela 4.1) não retrata a real situação, pois não foram incluídas as produções de minério de ferro da mina do Pico do Bonito (Jucurutu), de feldspato, caulim e água-marinha.

Há, atualmente, uma grande demanda nacional do feldspato e do caulim produzido no estado, que é suprida pelos segmentos de revestimento cerâmico (principalmente porcelanatos) e de colorífico. O mesmo ocorre com a água-marinha – sobre a produção e a comercialização não há



**Figura 4.17** - Valor da produção mineral do Rio Grande do Norte – 2000/2005. Fonte: DNPM (2006).

um efetivo controle. Assim, como esses três últimos bens minerais são principalmente produzidos por atividade garimpeira (informal), os dados são desconhecidos e de difícil obtenção.

Outro fator que influenciará fortemente o crescimento da produção mineral é a ampliação da produção de calcário e minerais metálicos, caso da reativação da mineração de scheelita, em Currais Novos, Bodó e Lages, e da produção do minério de ferro da mina do Pico do Bonito (Jucurutu).

O Rio Grande do Norte detém as maiores reservas (medidas + indicadas) oficiais de calcário do Nordeste brasileiro, avaliadas em 4,46 bilhões de toneladas. Já existem estudos para viabilizar a sua produção em larga escala, tanto para cimento quanto para cal. Os grupos cimenteiros Votorantim, Cimento Tupi e Lafarge têm manifestado interesse. Até o momento, os dois primeiros já asseguraram a instalação de novas fábricas de cimento entre as regiões de Mossoró, Baraúnas e Serra do Mel. A empresa multinacional belga SCR Sibelco adquiriu uma mina de calcário, em Governador Dix-Sept Rosado, para produzir cal. A Cia. Vale planeja também produzir cal no Rio Grande do Norte. O objetivo dessas duas empresas é abastecer as usinas siderúrgicas implantadas e em implantação em São Luís (Maranhão), Marabá (Pará) e no Ceará, que são grandes consumidoras de cal. Esse aspecto abre a possibilidade para eventual demanda da cal produzida no estado.

A reativação da mineração de scheelita (minério de tungstênio) já proporcionou, em 2004, o reinício das operações de antigas minas, como Brejuí, Barra Verde e Bodó, e de diversos garimpos, decorrente da elevação do preço do quilograma do concentrado da scheelita, valorizado no mercado interno em torno de 330% (de R\$6,50/kg para R\$28,0/kg). Ao longo dos anos seguintes até o final de 2008, o preço do quilograma do concentrado manteve-se

estabilizado, o que possibilita o prosseguimento da atividade da mineração da scheelita.

A estabilização desse preço tem uma forte sustentação na continuidade da política econômica chinesa, o maior produtor e exportador mundial do concentrado de minério de tungstênio. Em virtude de seu crescimento econômico, a China adotou medidas internas para controlar sua oferta, restringindo a produção de suas principais minas e alterando gradualmente as cotas de exportação do concentrado no mercado internacional. Tal medida causou diminuição na oferta mundial; em consequência, ocorreu elevação do preço e originou uma demanda que abriu espaços para que outros países explorassem as suas minas, entre eles o Brasil.

A Mhag Serviços e Mineração, que opera a Mina do Pico do Bonito, almeja ampliar sua atual produção (50 mil toneladas/mês), bem como implantar uma unidade de pelotização. A empresa também deverá dar início à pesquisa de novas áreas de minério de ferro no estado.

No cenário regional, uma comparação do valor da produção entre os estados do Nordeste nos anos de 2000 e 2005 (Tabela 4.2; Figura 4.18) mostra o crescimento da produção mineral do Rio Grande do Norte, sem a participação de petróleo e gás natural.

A análise comparativa constata que o Rio Grande do Norte passa da sexta posição em 2000 para a segunda posição do valor da produção mineral do Nordeste em 2005, superado apenas pela Bahia.

Outro fator que contribui para esse desempenho é a formulação de políticas públicas para a geologia e a mineração atualmente em vigor em âmbitos federal e estadual.

A balança comercial dos bens minerais voltou a crescer e a ocupar mais espaço na economia potiguar. Historicamente, o sal marinho sempre teve representatividade na exportação dos bens minerais do Rio Grande do Norte,

**Tabela 4.2** - Valores da produção mineral entre os estados do nordeste brasileiro, nos anos de 2000 e 2005 (a preço de mercado corrente em R\$1.000).

Estado	2000	%	2005	%
Alagoas	36.973	2,6	67.844	2,6
Bahia	498.480	35,5	1.010.663	38,7
Ceará	173.514	12,4	150.170	5,8
Maranhão	41.779	3,0	68.712	2,6
Paraíba	189.637	13,5	183.091	7,0
Pernambuco	156.047	11,1	134.537	5,2
Piauí	33.462	2,4	50.001	1,9
Rio Grande do Norte	90.783	6,5	539.598	20,7
Sergipe	183.689	13,0	405.231	15,5
Nordeste	1.404.364	100,0	2.609.851	100,0

Fonte: DNPM (2006).

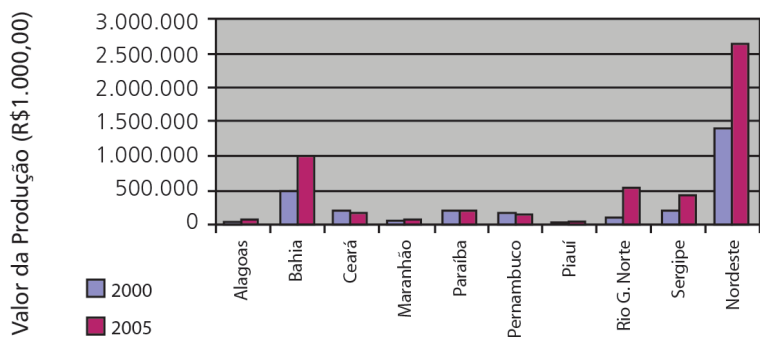


Figura 4.18 - Comparação do valor da produção mineral entre os estados do nordeste brasileiro – 2000/2005. Fonte: DNPM (2006).

porém, atualmente, há uma diversificação de outros produtos minerais, principalmente oriundos da região do Seridó. As rochas ornamentais, representadas pelos ortognaisses/migmatitos, metaconglomerados e pegmatitos; a scheelita (na década de 1970, ela representava o principal produto da pauta de exportação do estado); as gemas (pedras preciosas), com destaque para a indicolita (turmalina-paraíba) e, mais recentemente, a esmeralda; e o minério de ferro compõem o novo elenco de produtos que estão ganhando o mercado internacional.

A exportação dos bens minerais representou, entre os anos de 2000 e 2006, um acréscimo de 59,8% em valor (de US\$8,94 milhões para US\$14,29 milhões).

As rochas ornamentais representaram o maior crescimento, passando de US\$49.163 para US\$3.273.565 nesse mesmo intervalo. Em relação ao total exportado pelo estado, a contribuição dos bens minerais em 2006 representou 4,1%, não considerando a participação do petróleo e do minério de ferro.

Em 2007, com os dados disponíveis de janeiro a junho, haviam sido exportados cerca de US\$14,90 milhões, superando o ano de 2006. O minério de ferro lidera a estatística, com US\$7,0 milhões, seguindo-se o sal marinho (US\$4,32 milhões), as rochas ornamentais (US\$2,35 milhões) e a scheelita (US\$1,23 milhão).

O setor mineral do Rio Grande do Norte está em plena revitalização, em franco desenvolvimento e com grandes perspectivas de ampliar as exportações, considerando que:

- Grupos ceramistas do país, atraídos pela disponibilidade do gás industrial, estão se instalando na região de Mossoró. Um deles, o Grupo Itagrés, de Santa Catarina, implantou a empresa Porcelanatti Revestimentos Cerâmicos para produzir porcelanato. Outras também manifestaram interesse, como a empresa paraibana Cerâmica Santa Aliança, para produção de revestimento e louça sanitária, e a gaúcha Porcelana Viva, para produção de porcelana fina para mesa e decoração.

- A empresa multinacional suíça VonRoll pretende instalar, em Currais Novos, uma unidade industrial para beneficiar mica, que é utilizada em isolantes elétricos.

A meta é beneficiar 250 toneladas/mês de mica.

- As empresas exploradoras de sheelita das regiões de Currais Novos, Bodó e Lages encontram-se em fase de ampliação da exploração em suas minas.

- A Companhia Nacional de Álcalis, com o fechamento da fábrica de barrilha de Arraial do Cabo, no Rio de Janeiro, admite concluir e ativar o projeto da Alcanorte, em Macau. Mas, para colocar em funcionamento a planta industrial, será necessário um aporte de capitais da ordem de US\$70 a US\$100 milhões.

- As empresas Mhag Serviços e Mineração, Companhia Agro-Industrial Igarassu (Votorantim), Cimento Tupi, Lafarge e Cia. Vale já manifestaram interesse em um projeto que prevê o transporte de granéis sólidos por linha férrea até uma central de estoque localizada em Porto do Mangue e o embarque em navios por correias transportadoras de longa distância (mineroduto), para escoar as futuras produções de minério de ferro, cimento e cal destinadas à exportação.

- Estudos/pesquisas promissoras para metais básicos na região do agreste do estado para níquel, cobre, ferro e ouro, dentre outros bem minerais.

## REFERÊNCIAS

ANGELIM, L. A. A. et al. **Geologia e recursos minerais do estado do Rio Grande do Norte**. Escala 1:500.000. Texto explicativo dos mapas geológico e de recursos minerais do estado do Rio Grande do Norte. Recife: CPRM, 2006. 119 p.

BARRETO, S. B. **Caracterização químico-mineralógica dos berilos de Tenente Ananias – RN**. 1991. 194 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1991.

BEURLEN, H.; BUSH, K. Protominério de tungstênio ortoanfíbólico na província scheelitífera do Seridó, Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE GEOLOGIA, 50., 1982, Argentina. **Actas**. Buenos Aires: Servicio Geológico Nacional, 1982. 4 v. v. 2. p. 69-81.

BEURLEN, H.; SILVA, M. R. R. da; SOARES, D. R. Ametista da província pegmatítica da Borborema: gênese e confirmação da procedência através do estudo de inclusões fluidas. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 19., 2001, Natal. **Resumos expandidos**. Natal: SBG, 2001. 369 p. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 17). p. 228-229.

CALDASSO, A. L. da S. et al. **Projeto turfa do nordeste oriental**. Etapa I. Relatório Final. Recife: DNPM/CPRM, 1981. 3 v. il.

- DINIZ, R. F. **Projeto gipsita/argila**. Governador Dix-Sept Rosado – RN. Relatório de pesquisa (fase I). Natal: CDM, 1982. 67 p. 3 mapas in bolso.
- DNPM. **Anuário mineral brasileiro 2006**. Brasília: DNPM. v. 34. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=789>>. Acesso em: 30 jul. 2009.
- FERREIRA C. A.; SANTOS, E. J. **Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil**. Jaguaribe SE, Folha SC.24-Z. Escala 1:500.000. Brasília: CPRM, 2000. CD-ROM.
- FERREIRA, A. C. M.; SOARES, D. R.; FERREIRA, V. P. Sobre as turmalinas deficientes em álcalis de pegmatitos da região do Seridó – RN/PB. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 19., 2001, Natal. **Resumos expandidos**. Natal: SBG, 2001. 369 p. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 7).p. 198-199.
- FERREIRA, C. A.; HORIKAWA. Y.; SILVA, S. M. P. **Projeto cadastramento dos recursos minerais do Rio Grande do Norte**. Relatório final. Recife: CPRM/Governo do Estado do Rio Grande do Norte, 1977. 5 v. il.
- FONSECA, V. P. da et al. Análise morfotectônica preliminar da área da Grota da Ferveadeira, Serra de Santana-RN. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 16., Recife, 1995. **Atas**. Recife: SBG, 1995. 2 v. il. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 14), v. 1, p. 177-180.
- FRANÇA, F. A. B. de. A metalogenia e os recursos minerais do Rio Grande do Norte. In: SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO RIO GRANDE DO NORTE. **Avaliação e diagnóstico do setor mineral do estado do Rio Grande do Norte**. Natal, 2005. Cap. 5. p. 136-187.
- JOHNSTON JR, W. D. **Os pegmatitos berilo-tantalíferos da Paraíba e Rio Grande do Norte, no Nordeste do Brasil**. Rio de Janeiro: DNPM/DFPM, 1945. 81 p. il. (Boletim, 72).
- LIMAVERDE, J. A. **Produção, industrialização e comércio de gemas no Nordeste**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil/ETENE, 1980. 132 p.
- MELO JR., G.; LEGRAND, J. M. Mineralizações auríferas em rochas calciossilicáticas: caso da província scheelitífera da Borborema (RN-PB). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 15., 1993, Natal. **Atas**. Natal: SBG, 1993. 382 p. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 13). p. 189-191.
- MELO Jr., G.; LEGRAND, J. N.; SILVA, W. L.; SOUZA NETO, J. A. Origin and classification of gold mineralization in the Serido Fold Belt and basement rocks, Northeast of Brazil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39., 1996, Salvador. **Anais**. Salvador: SBG, 1996. 7 v., v. 7, p. 221-224.
- MILANI, J. E.; ARAÚJO, L. M. de. Recursos minerais energéticos: petróleo. In: BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. H. (Ed.). Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas & SIG. Brasília: CPRM, 2003. 673 p. il. DVD-ROM. p. 541-575.
- MOERI, E. N.; KLOECHNER, J. S. Mineralizações scheelitíferas na região de Santa Luzia – PB. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 9., 1979, Natal. **Atas**. Natal: SBG, Núcleo Nordeste, 1979. 638 p. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 7). p. 283-292.
- MORAES, J. F. S. de. **A ocorrência de rubi no município de Antonio Martins, estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM, 2000. 8 p. (Relatório Interno).
- MORAES, J. F. S. de. **Gemas do estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM/SINTEC/SENAI/ SEBRAE/FUNPEC, 1999. 72 p. il. 1 mapa in bolso.
- NESI, J. de R.; CARVALHO, V. G. D. de. **Minerais industriais do estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM/SINTEC/SEBRAE/SENAI/CEFET/FUNPEC, 1999. 156 p. il. 1 mapa in bolso.
- RAO, A. B.; ADUSUMILLI, M. S.; CASTRO, C.; ADDÁRIO, R. **Characteristics of the gem tourmaline deposits serra das Queimadas sub-province, ENE Brazil**. International Geological Review. Invite paper (Communicated). 1997.
- RÊGO, J. M. do. Depósito de água marinha da região de Tenente Ananias, Rio Grande do Norte. In: SCHOBENHAUS, C.; QUEIROZ, E.T. de; COELHO, C. E. S. (Ed.). **Principais depósitos minerais do Brasil**. Brasília: DNPM/CPRM, 1991. v. 4a. p. 327-337.
- RÊGO, J. M. do; CARVALHO, O. O.; LEITE, J. Y. P. **Perfil da indústria da cal no Rio Grande do Norte**. Natal: FIERN/SENAI, 2000. 53 p. il.
- SANTOS, E. J. dos. **Contribuição à geologia da Quadrícula de Açu**. Recife: SUDENE, 1968. 116 p. il. (Série Geologia Regional, 6).
- SANTOS, E. J. dos; BRITO NEVES, B. B. de. Província Borborema. In: ALMEIDA, F. F. M. de; HASUI, Y. **-cambriano do Brasil**. São Paulo: Edgard Blucher, 1984. 378 p. Cap. 5. p. 123-186.

SOARES, D. R.; FERREIRA, A. C. M. Pegmatito turmalínífero dos Quintos: aspectos petrológicos e mineralógicos. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 18., 2000, Recife. **Resumos expandidos**. Recife: SBG, 2000. 187 p. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 16). p. 186.

SVISERO, D. P.; FRANCO, R. R. A província gemológica brasileira. In: SCHOBENHAUS, C.; QUEIROZ, E.T. de; CO-

ELHO, C. E. S. (Ed.). **Principais depósitos minerais do Brasil**. Brasília: DNPM/CPRM, 1991. v. 4a. p. 9-6.

XAVIER, C. B.; AQUINO, A. A. **Projeto cadastramento e caracterização tecnológica dos agregados para construção civil do Rio Grande do Norte**. Natal: SINTEC/SENAI/ETFN/UFRN/SINDUSCON, 1998. 7 p. Anexos.

# 5

## POTENCIAL PETROLÍFERO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Kátia da Silva Duarte (*ksduarte@anp.gov.br*)<sup>1</sup>

Cintia Itokazu Coutinho (*ccoutinho@anp.gov.br*)<sup>1</sup>

Bernardo Faria de Almeida (*bfalmeida@anp.gov.br*)<sup>1</sup>

Antenor de Faria Muricy Filho (*amuricy@anp.gov.br*)<sup>1</sup>

Luciene Pedrosa (*lpedrosa@anp.gov.br*)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

### SUMÁRIO

Introdução .....	69
Bacia Pernambuco-Paraíba .....	74
Bacia Potiguar .....	75
Referências .....	76





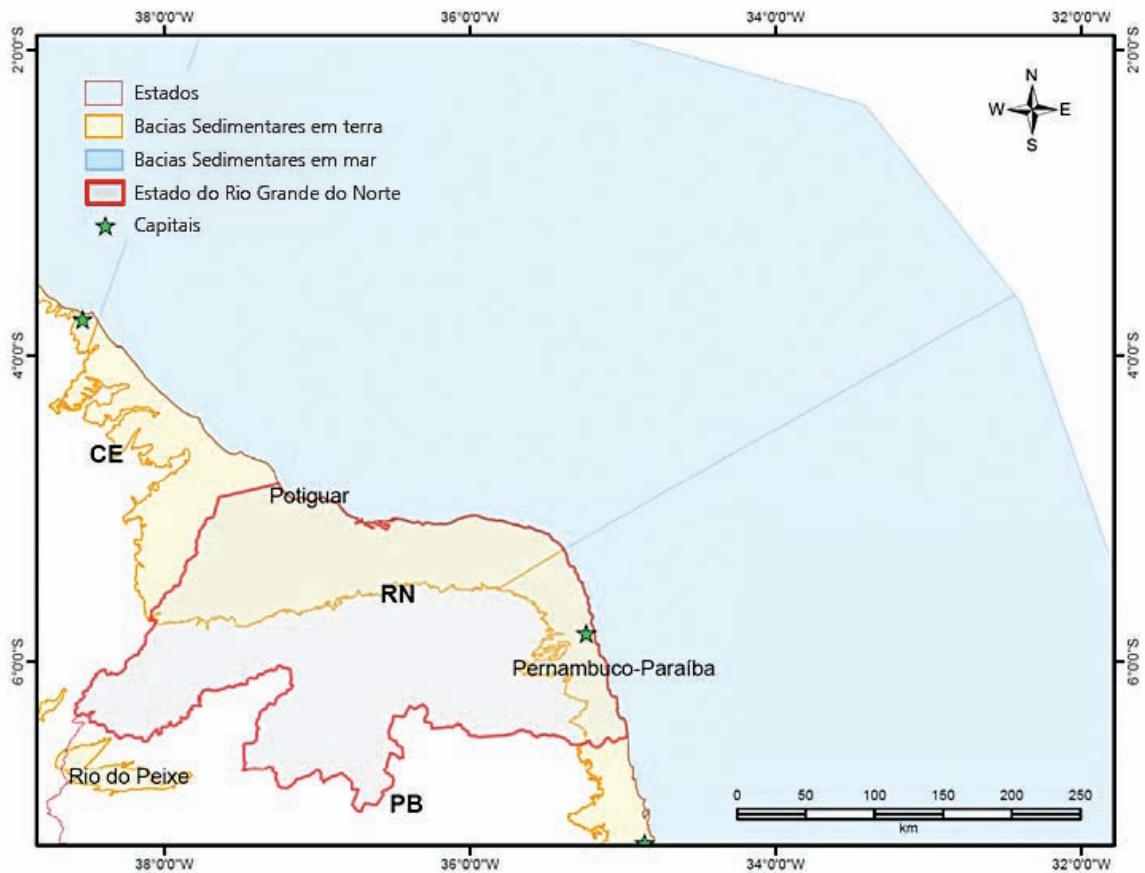
## INTRODUÇÃO

O potencial petrolífero de uma região está primariamente relacionado à existência, extensão e espessura de seu pacote sedimentar. Nesse aspecto, o estado do Rio Grande do Norte abriga, em seu território, duas bacias sedimentares: a mais importante corresponde a uma grande parte da porção terrestre e marítima da Bacia Potiguar, mas também corresponde à porção norte da Bacia Pernambuco-Paraíba (Figura 5.1).

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 Rio Grande do Norte 57 concessões exploratórias e 82 concessões de produção. Destas, 11 estão em fase de desenvolvimento e 71 em produção (Figura 5.2; Tabela 5.1).

Ao longo da história de exploração da região, foi coletado um volume considerável de dados geológicos e geofísicos, cuja localização é apresentada nas figuras 5.3 e 5.4.

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, objetiva a aquisição de dados por meio de aerolevantamentos geofísicos, levantamentos geoquímicos marítimos e terrestres, assim como de dados sísmicos de dimensões regionais em diferentes bacias, com foco nas bacias de nova fronteira exploratória (que não é o caso da Bacia Potiguar, que já se encontra em plena produção). O PPA de G&G também promove estudos como o que redefiniu os limites geológicos da Bacia Pernambuco-Paraíba, estando previsto para essa bacia um levantamento sísmico em 2011.



**Figura 5.1** - Bacias sedimentares existentes no estado do Rio Grande do Norte e área marítima adjacente.

Nota: As bacias marítimas descritas neste capítulo não representam necessariamente a região que corresponde à divisão das participações governamentais destinadas ao estado do Rio Grande do Norte e seus municípios.

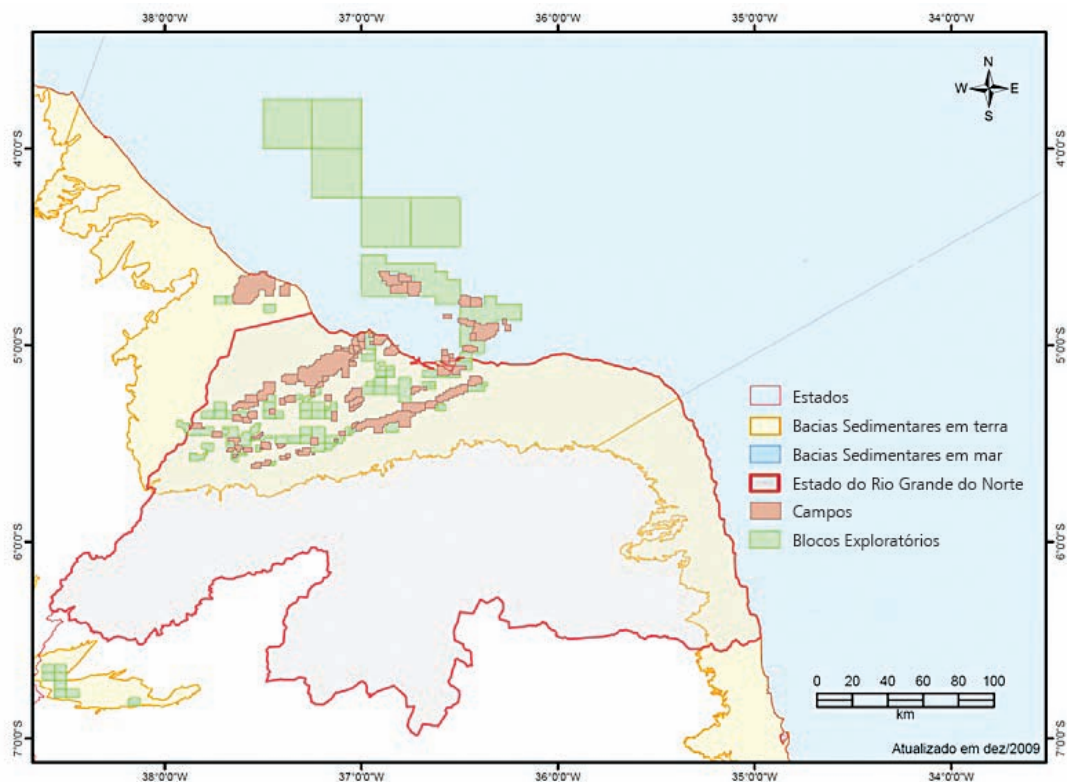


Figura 5.2 - Áreas concedidas como blocos e campos no estado do Rio Grande do Norte e área marítima adjacente.

Tabela 5.1 - Áreas concedidas para a exploração e produção de petróleo no estado do Rio Grande do Norte e área marítima adjacente.

Blocos Exploratórios					
Contrato	Bacia	Nº Blocos	Assinatura	Licitação	Operador
BT-POT-4	Potiguar	1	15-09-2000	BID 2	Petrobras
BT-POT-3	Potiguar	1	15-09-2000	BID 2	Petrosynergy
BT-POT-5	Potiguar	1	28-09-2001	BID 3	Petrosynergy
BM-POT-11	Potiguar	1	02-09-2002	BID 4	Petrobras
BM-POT-13	Potiguar	1	02-09-2002	BID 4	Petrobras
BT-POT-10	Potiguar	1	30-09-2002	BID 4	Potióleo
BT-POT-8	Potiguar	1	02-09-2002	BID 4	Petrobras
BT-POT-9	Potiguar	1	02-09-2002	BID 4	Petrobras
BT-POT-29	Potiguar	3	24-11-2004	BID 6	Petrogal
BT-POT-32	Potiguar	4	24-11-2004	BID 6	Petrobras
BT-POT-35	Potiguar	1	24-11-2004	BID 6	Petrobras
BT-POT-39A	Potiguar	1	24-11-2004	BID 6	Petrobras
BM-POT-16	Potiguar	2	12-01-2006	BID 7	Petrobras
BM-POT-17	Potiguar	3	12-01-2006	BID 7	Petrobras
BT-POT-50	Potiguar	2	12-01-2006	BID 7	Petrobras
BT-POT-51	Potiguar	3	12-01-2006	BID 7	Petrogal
BT-POT-53	Potiguar	1	12-01-2006	BID 7	Petrosynergy
BT-POT-55	Potiguar	3	12-01-2006	BID 7	Starfish

Blocos Exploratórios					
Contrato	Bacia	Nº Blocos	Assinatura	Licitação	Operador
BT-POT-56	Potiguar	2	12-01-2006	BID 7	Petrobras
BT-POT-57	Potiguar	2	12-01-2006	BID 7	Petrobras
BT-POT-60	Potiguar	1	12-01-2006	BID 7	Petrosynergy
BT-POT-61	Potiguar	2	12-01-2006	BID 7	Quantra
BT-POT-62	Potiguar	1	12-01-2006	BID 7	Petrobras
BT-POT-63	Potiguar	1	12-01-2006	BID 7	Aurizônia
BT-POT-65	Potiguar	2	12-03-2008	BID 9	RMC
BT-POT-69	Potiguar	1	05-06-2008	BID 9	Comp E&P
POT-T-515_R10	Potiguar	1	30-04-2009	BID 10	Petrobras
POT-T-556_R10	Potiguar	1	30-04-2009	BID 10	Partex Brasil Ltda.
POT-T-560_R10	Potiguar	1	30-04-2009	BID 10	Petrobras
POT-T-563_R10	Potiguar	1	30-04-2009	BID 10	Petrogal Brasil Ltda.
POT-T-564_R10	Potiguar	1	30-04-2009	BID 10	Petrobras
POT-T-600_R10	Potiguar	1	30-04-2009	BID 10	Petrobras
POT-T-601_R10	Potiguar	1	30-04-2009	BID 10	Partex Brasil Ltda.
POT-T-602_R10	Potiguar	1	30-04-2009	BID 10	Petrobras
POT-T-603_R10	Potiguar	1	30-06-2009	BID 10	Sipet Agropastoril Ltda.
POT-T-608_R10	Potiguar	1	30-04-2009	BID 10	Petrogal Brasil Ltda.
POT-T-609_R10	Potiguar	1	30-04-2009	BID 10	Petrobras
POT-T-610_R10	Potiguar	1	30-04-2009	BID 10	Petrobras
POT-T-699_R10	Potiguar	1	30-04-2009	BID 10	Petrobras
POT-T-743_R10	Potiguar	1	30-04-2009	BID 10	Petrogal Brasil Ltda.
		57			

Campos					
Nome	Bacia	Fluido Principal	Situação	Descoberta	Operador Contrato
ACAUÃ	Potiguar	ÓLEO	Produção	15/7/2005	Petrobras
AGULHA	Potiguar	ÓLEO	Produção	9/6/1975	Petrobras
ALTO ALEGRE	Potiguar	ÓLEO	Desenvolvimento	9/7/1993	Petrobras
ALTO DO RODRIGUES	Potiguar	ÓLEO	Produção	16/6/1981	Petrobras
ANDORINHA	Potiguar	ÓLEO	Desenvolvimento	5/10/2007	Petrogal
ANGICO	Potiguar	ÓLEO	Produção	14/9/2000	Petrobras
ARABAIANA	Potiguar	ÓLEO	Produção	29/11/1986	Petrobras
ARAÇARI	Potiguar	ÓLEO	Produção	13/8/2007	Petrosynergy
ARATUM	Potiguar	ÓLEO	Produção	9/12/1982	Petrobras
ASA BRANCA	Potiguar	ÓLEO	Produção	29/5/2001	Petrobras
BAIXA DO ALGODÃO	Potiguar	ÓLEO	Produção	31/10/1986	Petrobras
BAIXA DO JUAZEIRO	Potiguar	ÓLEO	Produção	10/5/1995	Petrobras
BARRINHA	Potiguar	ÓLEO	Produção	6/5/1990	Petrobras
BENFICA	Potiguar	ÓLEO	Produção	27/9/1997	Petrobras
BIQUARA	Potiguar	GÁS	Produção	12/5/1992	Petrobras
BOA ESPERANÇA	Potiguar	ÓLEO	Produção	26/7/1997	Petrobras
BOA VISTA	Potiguar	ÓLEO	Produção	18/8/1994	Petrobras

Campos					
Nome	Bacia	Fluido Principal	Situação	Descoberta	Operador Contrato
BREJINHO	Potiguar	ÓLEO	Produção	12/12/1986	Petrobras
CACHOEIRINHA	Potiguar	ÓLEO	Produção	20/8/1986	Petrobras
CANTO DO AMARO	Potiguar	ÓLEO	Produção	18/11/1985	Petrobras
CARCARÁ	Potiguar	(não informado)	Produção	8/10/2008	Odebrecht Óleo e Gás
CARDEAL	Potiguar	(não informado)	Produção	16/10/2007	Partex
CIOBA	Potiguar	ÓLEO	Produção	3/1/1982	Petrobras
COLIBRI	Potiguar	(não informado)	Produção	3/10/2004	Partex
DENTÃO	Potiguar	ÓLEO	Produção	31/7/1987	Petrobras
ESTREITO	Potiguar	ÓLEO	Produção	25/2/1982	Petrobras
FAZENDA CANAAN	Potiguar	ÓLEO	Produção	15/12/1991	Petrobras
FAZENDA CURRAL	Potiguar	ÓLEO	Produção	15/10/1988	Petrobras
FAZENDA JUNCO	Potiguar	ÓLEO	Produção	25/10/1990	Petrobras
FAZENDA MALAQUIAS	Potiguar	ÓLEO	Produção	24/8/1989	Petrobras
FAZENDA POCINHO	Potiguar	ÓLEO	Produção	23/9/1982	Petrobras
GUAÍUBA	Potiguar	GÁS	Desenvolvimento	4/10/1990	Petrobras
GUAJÁ	Potiguar	GÁS	Desenvolvimento	13/10/2000	Petrobras
GUAMARÉ	Potiguar	ÓLEO	Produção	9/12/1982	Petrobras
IRAÚNA	Potiguar	(não informado)	Desenvolvimento	26/12/2006	Petrobras
IRERÊ	Potiguar	(não informado)	Desenvolvimento	4/5/2005	Petrosynergy
JAÇANÃ	Potiguar	ÓLEO	Produção	4/7/2005	Petrobras
JANDUÍ	Potiguar	ÓLEO	Produção	31/10/1985	Petrobras
JOÃO DE BARRO	Potiguar	ÓLEO	Produção	1/10/2004	Aurizônia Petróleo
JUAZEIRO	Potiguar	ÓLEO	Produção	28/9/1990	Petrobras
LAGOA AROEIRA	Potiguar	ÓLEO	Produção	6/7/1989	Petrobras
LESTE DE POÇO XAVIER	Potiguar	ÓLEO	Produção	10/2/1998	Petrobras
LIVRAMENTO	Potiguar	ÓLEO	Produção	28/3/1986	Petrobras
LORENA	Potiguar	ÓLEO	Produção	2/8/1984	Petrobras
MACAU	Potiguar	ÓLEO	Produção	16/8/1982	Petrobras
MONTE ALEGRE	Potiguar	ÓLEO	Produção	13/11/1981	Petrobras
MORRINHO	Potiguar	ÓLEO	Produção	28/6/1994	Petrobras
MOSSORÓ	Potiguar	ÓLEO	Produção	6/11/1979	Petrobras
NOROESTE DO MORRO ROSADO	Potiguar	ÓLEO	Produção	28/7/1987	Petrobras
OESTE DE UBARANA	Potiguar	GÁS	Produção	23/3/1985	Petrobras
PAJEÚ	Potiguar	ÓLEO	Produção	1/11/1995	Petrobras
PARDAL	Potiguar	ÓLEO	Desenvolvimento	29/10/2007	Potióleo
PEDRA SENTADA	Potiguar	GÁS	Produção	9/10/1997	Petrobras
PERIQUITO	Potiguar	ÓLEO	Produção	20/8/1986	Aurizônia Petróleo
PESCADA	Potiguar	GÁS	Produção	24/10/1980	Petrobras
PINTASSILGO	Potiguar	ÓLEO	Produção	1/12/2004	Petrobras
PITIGUARI	Potiguar	GÁS	Produção	1/10/2004	Petrosynergy
POÇO VERDE	Potiguar	ÓLEO	Produção	8/6/1992	Petrobras
POÇO XAVIER	Potiguar	ÓLEO	Produção	13/12/1987	Petrobras
PONTA DO MEL	Potiguar	ÓLEO	Produção	28/3/1987	Petrobras
PORTO CARÃO	Potiguar	ÓLEO	Produção	17/1/1992	Petrobras

Campos					
Nome	Bacia	Fluido Principal	Situação	Descoberta	Operador Contrato
REDONDA	Potiguar	ÓLEO	Produção	5/10/1985	Petrobras
REDONDA PROFUNDO	Potiguar	ÓLEO	Produção	31/10/1990	Petrobras
RIACHO ALAZÃO	Potiguar	(não informado)	Desenvolvimento	1/4/1993	Petrobras
RIACHO DA FORQUILHA	Potiguar	ÓLEO	Produção	18/12/1988	Petrobras
RIACHO VELHO	Potiguar	ÓLEO	Produção	30/7/1988	Genesis 2000
RIO MOSSORÓ	Potiguar	ÓLEO	Produção	1/4/1984	Petrobras
ROLINHA	Potiguar	ÓLEO	Produção	3/5/2007	Potióleo
SABIÁ	Potiguar	ÓLEO	Desenvolvimento	28/7/1997	Petrobras
SALEMA BRANCA	Potiguar	ÓLEO	Desenvolvimento	18/3/2003	Petrobras
SALINA CRISTAL	Potiguar	ÓLEO	Produção	24/8/1982	Petrobras
SANHAÇU	Potiguar	(não informado)	Desenvolvimento	11/12/2007	Petrobras
SÃO MANOEL	Potiguar	(não informado)	Produção	21/6/1987	Arclima Engenharia
SERRA	Potiguar	ÓLEO	Produção	20/8/1996	Petrobras
SERRA DO MEL	Potiguar	ÓLEO	Produção	1/6/1997	Petrobras
SERRA VERMELHA	Potiguar	ÓLEO	Produção	23/6/1986	Petrobras
SERRARIA	Potiguar	ÓLEO	Produção	26/9/1982	Petrobras
SIRI	Potiguar	ÓLEO	Produção	21/9/1997	Petrobras
TRÊS MARIAS	Potiguar	ÓLEO	Produção	29/9/1986	Petrobras
UBARANA	Potiguar	ÓLEO	Produção	14/11/1973	Petrobras
UPANEMA	Potiguar	ÓLEO	Produção	10/12/1984	Petrobras
VARGINHA	Potiguar	ÓLEO	Produção	27/12/1997	Petrobras

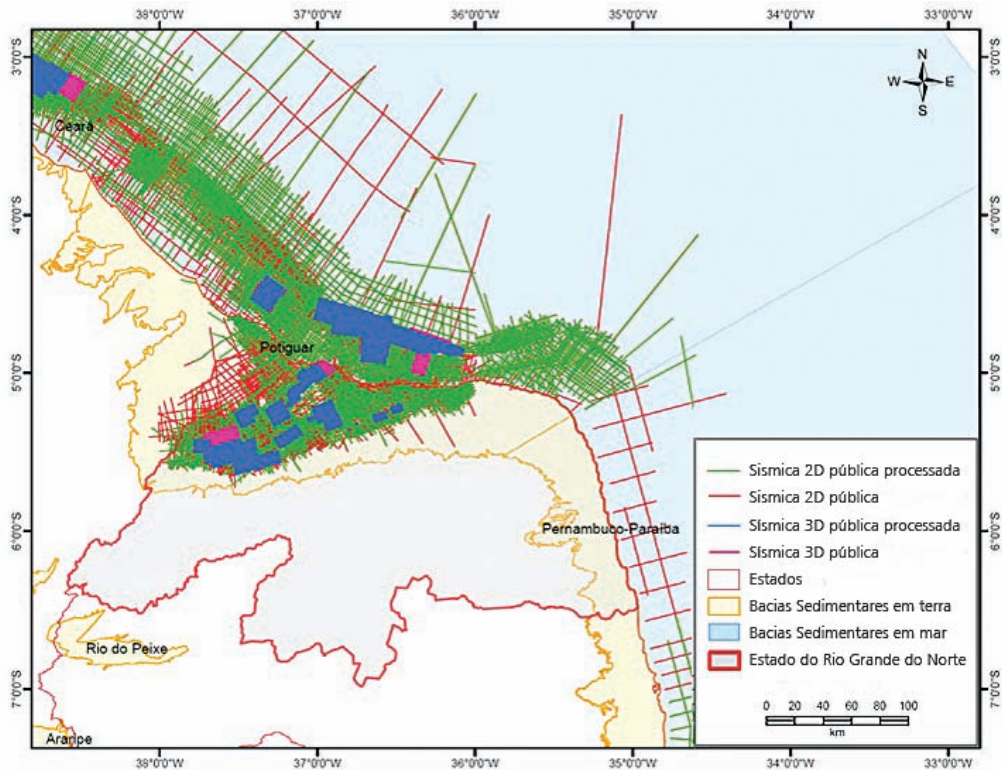


Figura 5.3 - Levantamentos sísmicos no estado do Rio Grande do Norte.

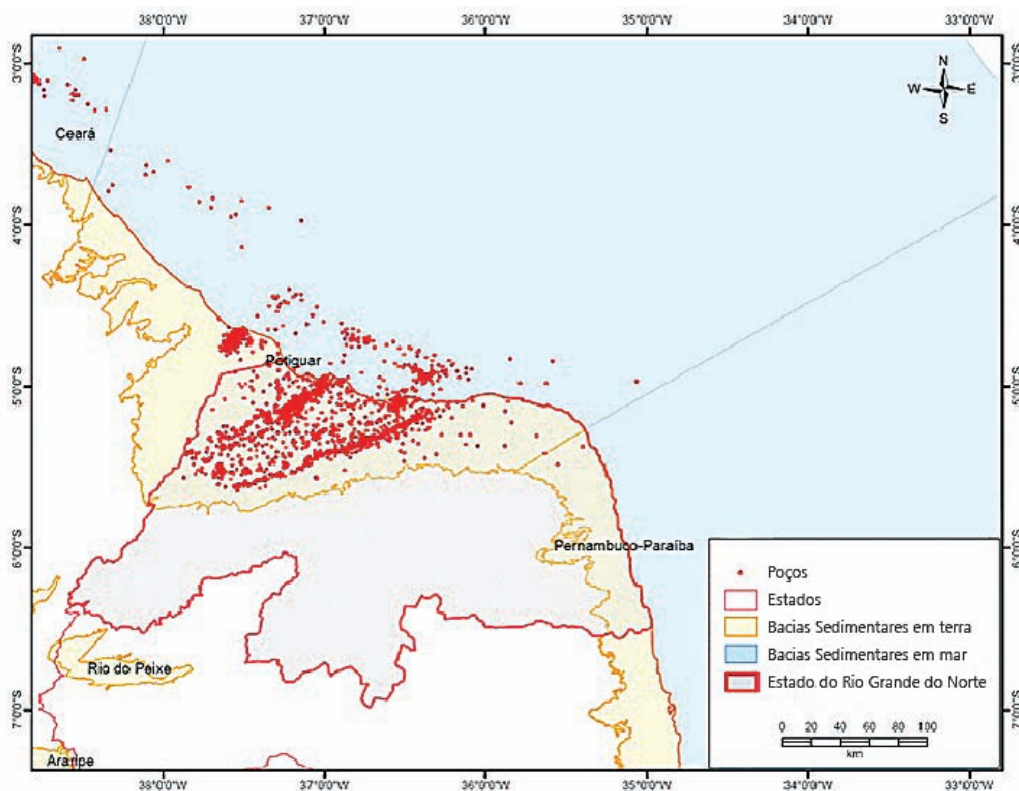


Figura 5.4 - Poços perfurados no estado do Rio Grande do Norte.

## BACIA PERNAMBUCO-PARAÍBA

A Bacia Pernambuco-Paraíba ocupa uma estreita faixa costeira dos estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte.

A bacia encontra-se em estágio inicial de pesquisa e enquadra-se perfeitamente na categoria de fronteira exploratória, configurando-se como o segmento da margem continental brasileira menos amostrado e investigado pela indústria de petróleo.

O esforço exploratório para pesquisa de hidrocarbonetos na área original da bacia, que compreende a área adjacente aos estados de Pernambuco e Paraíba, corresponde a levantamento de 9.921 e 20.432 km lineares de perfis gravimétricos e magnetométricos, respectivamente, na aquisição de 8.974 km de sísmica de reflexão 2D (destes, 1.429 km foram adquiridos por companhias sob contrato de risco) e na perfuração de três poços: dois pela Petrobras e um que objetivou o abastecimento de água de Recife. Um dos poços foi perfurado em 1982 e atingiu a profundidade de 3.000 m em um semigráben ao sul de Recife. O conhecimento estratigráfico da Bacia Pernambuco-Paraíba teve início em estudos de geologia de superfície efetuados na faixa de afloramentos ao longo da costa nordestina pela Petrobras (FEIJÓ, 1994) e Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Mais recentemente, desenvolveu-se consideravelmente como resultado do estudo de Jardim de Sá et al. (2003).

Os dados que deram suporte a tal conhecimento relacionam-se a três poços exploratórios (para petróleo) perfurados em Pernambuco, além de outros poços mais rasos perfurados com diferentes finalidades, como também a uma malha sísmica 2D de 13.287 km. Segundo FEIJÓ (1994), as seções sísmicas registradas na plataforma e no talude continentais permitem a individualização de sequências deposicionais similares às das demais bacias costeiras, porém com diferentes espessuras.

O primeiro poço, 2-IST-1-PE, foi perfurado em 1961 na Ilha de Itamaracá e alcançou o embasamento depois de atravessar 400 m de rochas sedimentares neocretáceas. O segundo poço, 2-CPE-1-PE, perfurado em 1982 na região do Cupe, em Pernambuco, atravessou 3.000 m de rochas sedimentares e vulcânicas eocretáceas, sem atingir o embasamento. O terceiro poço (9-JG-1-PE) foi perfurado em 1995, a 7,2 km a sul de Recife, atingindo a profundidade de 1.100 m.

Em 2003, foi concluído o estudo "Projeto de Avaliação do Potencial Petrolífero da Bacia Pernambuco-Paraíba", objeto de contrato entre a ANP e a Fundação Norte-Riograndense de Pesquisa e Cultura (FUNPEC), gerida pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Nesse trabalho, foram utilizadas duas metodologias distintas de análise de risco exploratório, em que foram estimados os volumes potencialmente disponibilizados para migração na bacia e os volumes potencialmente acumulados nos possíveis *plays* identificados na Bacia Pernambuco-Paraíba.

Igualmente, foi concluído o levantamento de geoquímica *piston core* na porção marítima, que identificou evidências de hidrocarbonetos na porção submersa da bacia, entre o Alto de Touros (Rio Grande do Norte) e o limite com o estado de Alagoas. As anomalias da razão  $C1/(C2 + C3 + C4 + C5)$  isto é, faixa metano-pentano, indicaram a possibilidade de ocorrência de hidrocarbonetos leves na porção submersa ao longo do setor amostrado, nas áreas norte e central da Sub-Bacia de Pernambuco e na porção meridional da Sub-Bacia da Paraíba. Tais anomalias geoquímicas são interpretadas como indicadoras de processos de geração e migração de hidrocarbonetos, possivelmente provenientes dos níveis mais profundos da porção submersa da bacia.

A análise dos dados geofísicos da área indica a ocorrência de depocentros significativos na Sub-Bacia de Pernambuco, locais potenciais de ocorrência das chamadas *cozinhas de geração* de óleo e gás (JARDIM DE SÁ et al., 2003).

## BACIA POTIGUAR

A Bacia Potiguar situa-se no extremo nordeste da margem continental brasileira, incluindo uma parte emersa e outra submersa. Encontra-se distribuída em sua maior parte no estado do Rio Grande do Norte e, parcialmente, no estado do Ceará (Figura 5.1). Segundo relatório de integração elaborado por Sampaio et al. (1998), geologicamente a bacia faz limite, a leste, com a Bacia Pernambuco-Paraíba; a noroeste, com a Bacia do Ceará, pelo Alto de Fortaleza, e, ao sul, com rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino.

Ainda segundo Sampaio et al. (1998), os primeiros estudos geológicos na Bacia Potiguar foram realizados a partir de 1945, com mapeamento de superfície, gravimetria e magnetometria. A partir desse estudo foram perfurados dois poços na parte emersa da bacia em 1956, os quais revelaram fracos indícios de hidrocarbonetos. Em razão desses resultados, a porção emersa da bacia foi temporariamente descartada para novos esforços exploratórios. As atividades exploratórias foram retomadas na década de 1970, inicialmente com aquisição sísmica marítima em 1971 e, posteriormente, com aquisição sísmica terrestre em 1974. Desse esforço resultaram as descobertas dos campos de Ubarana, em 1973, e de Agulha, em 1975, ambos na plataforma continental.

Na parte emersa da bacia, dois eventos posteriores a essas descobertas marítimas mudaram consideravelmente o panorama exploratório: a descoberta dos campos de Mosoró (1979) e Fazenda Belém (1980), que desencadearam uma intensa campanha exploratória, com destaque para o período 1981-1988. Como resultado dessas atividades, foram descobertas dezenas de campos petrolíferos, muitos dos quais alinhados no Sistema de Falhas de Carnaubais, como os campos de Alto do Rodrigues, Estreito, Fazenda Pocinho e Guamaré, além dos de Serraria, Lorena, Upanema, Canto do Amaro (o maior de todos) em outras partes da bacia (Figura 5.2).

Na parte marítima, foram descobertos os campos de Pescada e Arabaiana (gás) e Aratum (óleo), além de outros menores. Todo o esforço exploratório anteriormente mencionado deve-se à Petrobras, porém, durante a década de 1970, quatro campos de óleo foram descobertos por empresas sob contrato de risco.

Atualmente, a bacia possui uma ampla cobertura sísmica 2D e 3D. Até janeiro de 2010, haviam sido perfurados 7.613 poços, dos quais 1.212 exploratórios (682 pioneiros, 8 stratigráficos, 412 extensões, 102 pioneiros adjacentes, 2 de jazidas mais rasas e 6 de jazidas mais profundas) e 6.401 de desenvolvimento (6.140 de desenvolvimento, 97 de injeção e 164 especiais).

Como resultado da intensa atividade exploratória, foram descobertos 82 campos de óleo e gás, sendo 68 em terra e 14 no mar. Devido ao atual estágio de exploração e aos resultados obtidos, essa bacia é considerada madura, principalmente em terra, existindo, porém, muitas oportunidades exploratórias de descobertas.

Com base nos trabalhos de Araripe e Feijó (1994), Bruhn et al. (1988), Mello (2001) e Trindade et al. (1992), a Bacia Potiguar apresenta dois intervalos de rochas geradoras: o primeiro corresponde aos sedimentos lacustres da Formação Pendência (Neocomiano); o segundo é representado por folhelhos pretos carbonáticos e margas depositados em ambiente transicional a marinho, hipersalino, da Formação Alagamar (Aptiano). As rochas geradoras, tanto do Neocomiano como do Aptiano, estão distribuídas nas porções emersas e submersas da bacia, porém com diferentes graus de maturação. Os principais reservatórios da Bacia Potiguar são sedimentos clásticos depositados nas fases rifte, transicional e drifte, desde os arenitos da Formação Pendência até os turbiditos da Formação Ubarana (esta restrita à parte submersa da bacia).

A história de soterramento e de maturação indica que a geração de hidrocarbonetos na Bacia Potiguar se iniciou provavelmente entre o Neocretáceo e o Eoterciário. Dados petrofísicos sugerem que os reservatórios sin-rifte não sofreram alteração diagenética com o soterramento, indicando que o *timing* da migração teria sido favorável à preservação de sua qualidade. A atividade tectônica posterior, associada a movimentos transcorrentes registrados entre o Aptiano e o Campaniano, possibilitou a migração de hidrocarbonetos para reservatórios (turbiditos) do Cretáceo Superior e do Terciário.

O grande número de campos de óleo já descobertos na parte terrestre, com graus API variando de 15° a 30°, sugere que a migração lateral a grande distância, oriunda das partes marinhas mais profundas, desempenhou papel primordial nesse sistema petrolífero. Os selos para os reservatórios arenosos das sequências rifte e drifte são constituídos, em geral, por folhelhos intercalados. Para a sequência transicional, os selos são formados por folhelhos lagunares e margas. As armadilhas para a sequência rifte são estruturais quando associadas a blocos basculados contra falhas selantes, e de caráter stratigráfico quando

relacionadas a discordâncias. Para a sequência transicional, as armadilhas estão predominantemente associadas a dobras originadas por compactação diferencial e a estruturas dômicas formadas por falhas transcorrentes. Para a sequência drifte, as armadilhas também são definidas por dobras de compactação diferencial e truncamentos contra discordâncias; já os turbiditos do Neocretáceo e do Terciário exibem armadilhas de caráter principalmente estratigráfico.

Diante das condições geológicas peculiares da Bacia Potiguar, tanto em mar quanto em terra, entende-se que a região é privilegiada e estratégica em termos de potencial petrolífero.

## REFERÊNCIAS

- 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.
- ARARIPE, P. T.; FEIJÓ, F. J. 1994. Carta estratigráfica da bacia Potiguar. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, jan./mar. 1994.
- BRUHN, C. H. L.; CAINELLI, C.; MATOS, R. M. D. Habitat do petróleo e fronteiras exploratórias nos "riftes" brasileiros. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2/4, p. 217-253, abr./dez., 1988.
- FEIJÓ, F. J. Bacia Pernambuco-Paraíba. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 143-147, 1994.
- JARDIM DE SÁ, E. F. et al. (Coord.). **Avaliação do potencial petrolífero da bacia Pernambuco-Paraíba**. Relatório Final. Natal: ANP/UFRN/FUNPEC. 2003. Texto, anexos e mapas. CD-ROM.
- MELLO, M. R. Petroleum systems of the Brazilian marginal basins: an overview. In: AAPG ANNUAL CONVENTION, 2001, Denver. **Abstracts...** Tulsa: AAPG, 2001.
- 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.
- TRINDADE, L. A. F.; BRASSEL, S. C.; SANTOS NETO, E. V. Petroleum migration and mixing in the Potiguar basin, Brazil. **AAPG Bull.**, v. 76, n. 12, p. 1903-1924, 1992.



# 6

## RELEVO

Marcelo Eduardo Dantas (*marcelo.dantas@cprm.gov.br*)

Rogério Valença Ferreira (*rogerio.ferreira@cprm.gov.br*)

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

### SUMÁRIO

Introdução .....	79
Domínios geomorfológicos do Estado do Rio Grande do Norte .....	79
Planície Costeira do Rio Grande do Norte.....	81
Vales dos Rios Piranhas-Açu e Apodi .....	82
Tabuleiros Costeiros .....	82
Baixos Platôs da Bacia Potiguar .....	84
Depressão Sertaneja .....	86
Planaltos Residuais Sertanejos.....	88
Planalto da Borborema .....	90
Referências.....	91



## INTRODUÇÃO

O relevo terrestre é uma expressão resultante do conjunto de processos associados às dinâmicas interna e externa que vem atuando na superfície da Terra ao longo do tempo geológico, modelando as formas que observamos na paisagem.

Os processos internos (ou endógenos) estão relacionados às atividades que envolvem movimentos ou variações físicas e químicas das rochas que ocorrem no interior da Terra, tais como: mobilização do magma, formando vulcões e intrusões plutônicas; orogênese (movimentos intensos com dobramentos e falhamentos); epirogênese (movimentos verticais lentos); terremotos (todos esses processos estão associados à teoria da tectônica de placas). Esses processos levam à formação dos relevos estruturais, a exemplo das cadeias montanhosas e dos planaltos sedimentares soerguidos.

Já os processos externos (ou exógenos) relacionam-se à ação da atmosfera (precipitação, ventos e temperatura) e dos organismos vivos sobre as rochas, levando à sua desintegração, por meio de intemperismo físico e/ou químico, seguido por erosão, transporte e deposição dos fragmentos de rocha. Esses processos esculparam as formas dos relevos estruturais, resultando em relevos de formas derivadas.

## DOMÍNIOS GEOMORFOLÓGICOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

O estado do Rio Grande do Norte apresenta uma grande variedade de formas de relevo, esculpidas em sedimentos da Bacia Potiguar e terrenos mais antigos do embasamento cristalino.

A evolução do relevo do território potiguar foi condicionada por um conjunto de fatores que interferiram na geomorfogênese, tais como a estrutura geológica, a evolução morfoclimática e os processos atuais, resultando em diversificada variedade de paisagens.

Os condicionantes tectonoestruturais estão marcados por terrenos das coberturas continentais cenozoicas, bacias sedimentares mesozoicas (notadamente a Bacia Potiguar) e embasamento cristalino, subdividido nas unidades: Magmatismo Brasileiro, Domínio Jaguaribeano, Domínio Rio Piranhas-Seridó e Domínio São José do Campestre.

Tomando-se como base a classificação dos domínios morfoclimáticos do Brasil (AB'SABER, 1969), o relevo do Rio Grande do Norte está inserido em dois domínios e uma faixa de transição:

- Domínio de Mares de Morros: Corresponde aos Tabuleiros Costeiros do Nordeste Oriental.

- Domínio das Depressões Intermontanas e Interplanálticas das Caatingas: Constituído por quatro padrões morfológicos principais: Superfícies de Aplainamento da Depressão Sertaneja; Chapadas Sustentadas por Rochas Sedimentares; Serras Isoladas; Planalto da Borborema.

Intercalando esses domínios, existe uma importante faixa de transição morfoclimática, do litoral úmido para o sertão semiárido, denominada Agreste Potiguar (Figura 6.1).

Com base na análise dos produtos de sensoriamento remoto disponíveis, perfis de campo e estudos geomorfológicos regionais anteriores (IBGE, 1995; ROSS, 1985, 1997), o estado do Rio Grande do Norte foi compartimentado em sete domínios geomorfológicos (Figura 6.2).

Neste capítulo são apresentados os diversos padrões de relevo do estado do Rio Grande do Norte, em um total de 17, que estão inseridos nos diversos domínios morfoclimáticos referidos e representados no Mapa de Padrões de Relevo do Estado do Rio Grande do Norte, que serviu de base para o mapa de geodiversidade do estado (Figura 6.3). A individualização dos diversos compartimentos de relevo foi obtida com base em análise de imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), com resolução de 90 m, e imagens GeoCover, onde foram agrupadas as unidades de relevo de acordo com a análise da textura e rugosidade das imagens. A escala de trabalho adotada foi a de 1:500.000.

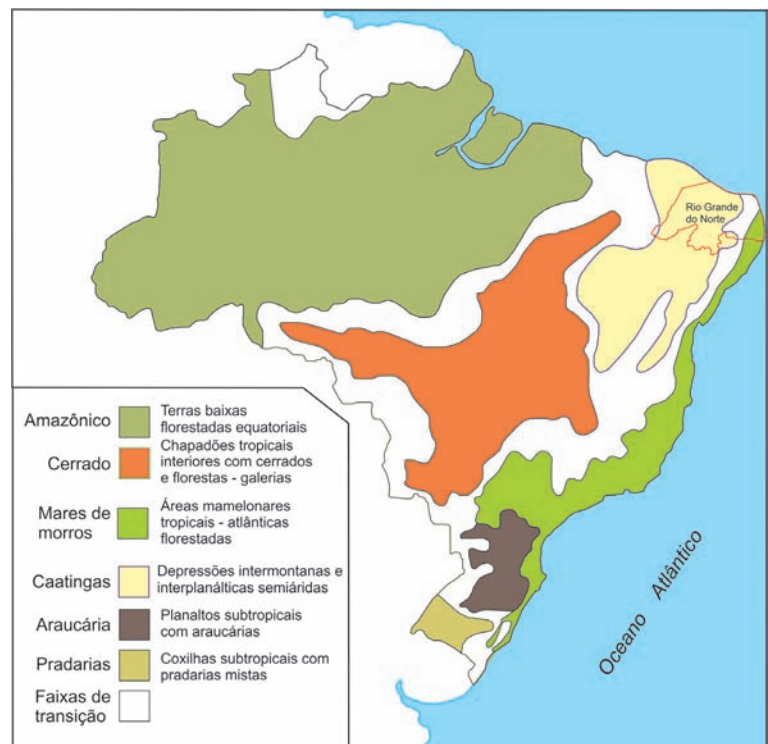


Figura 6.1 - Domínios morfoclimáticos do Brasil.  
Fonte: Ab'Saber (1969).

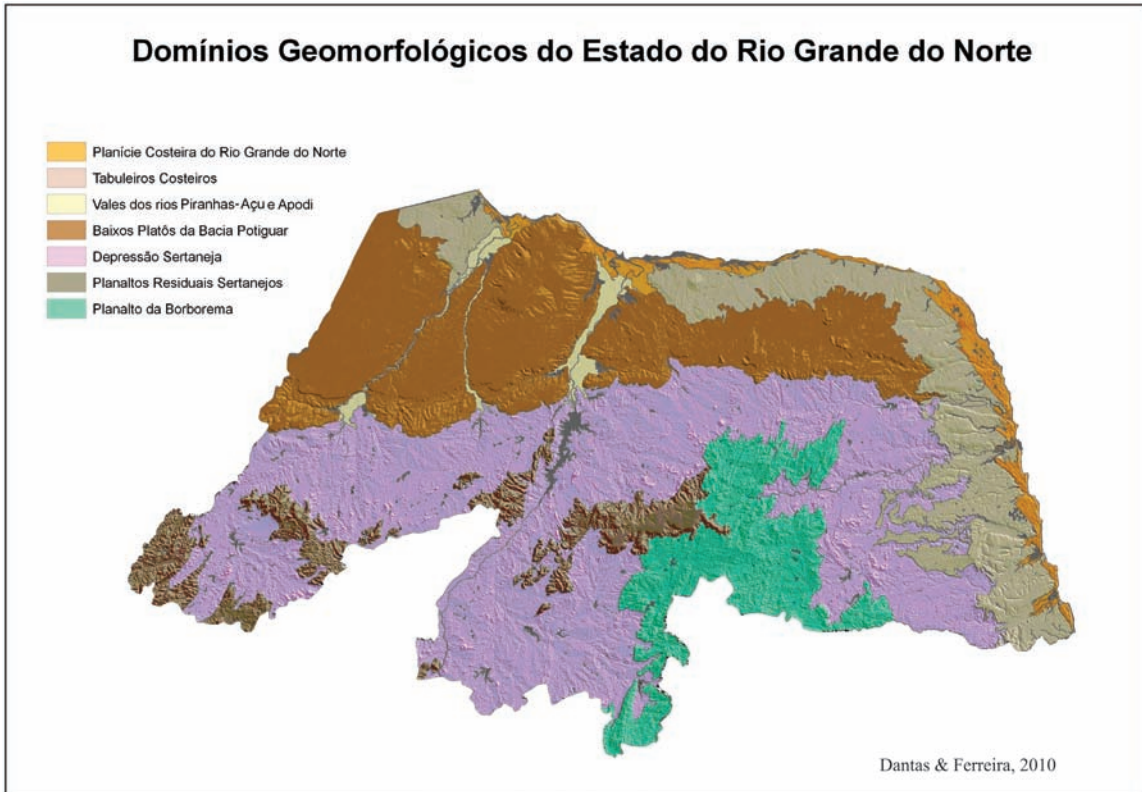


Figura 6.2 - Domínios geomorfológicos do estado do Rio Grande do Norte.

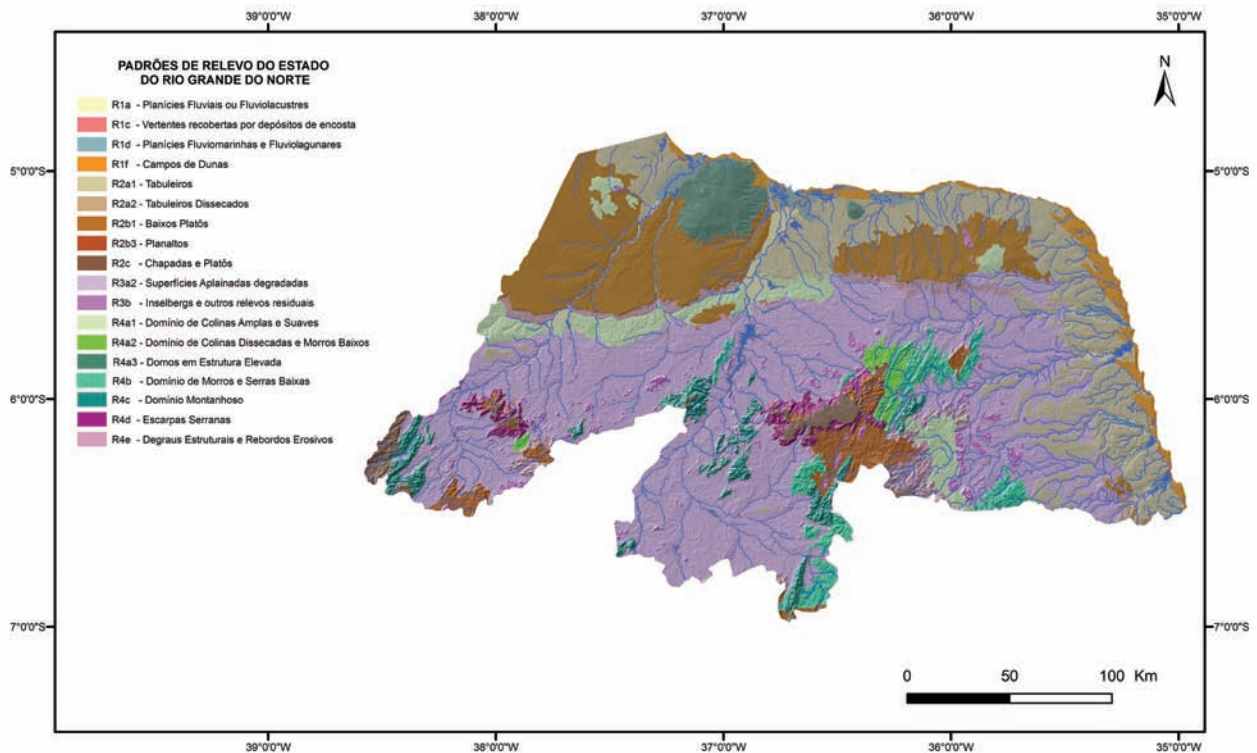


Figura 6.3 - Padrões de relevo do estado do Rio Grande do Norte.

## Planície Costeira do Rio Grande do Norte

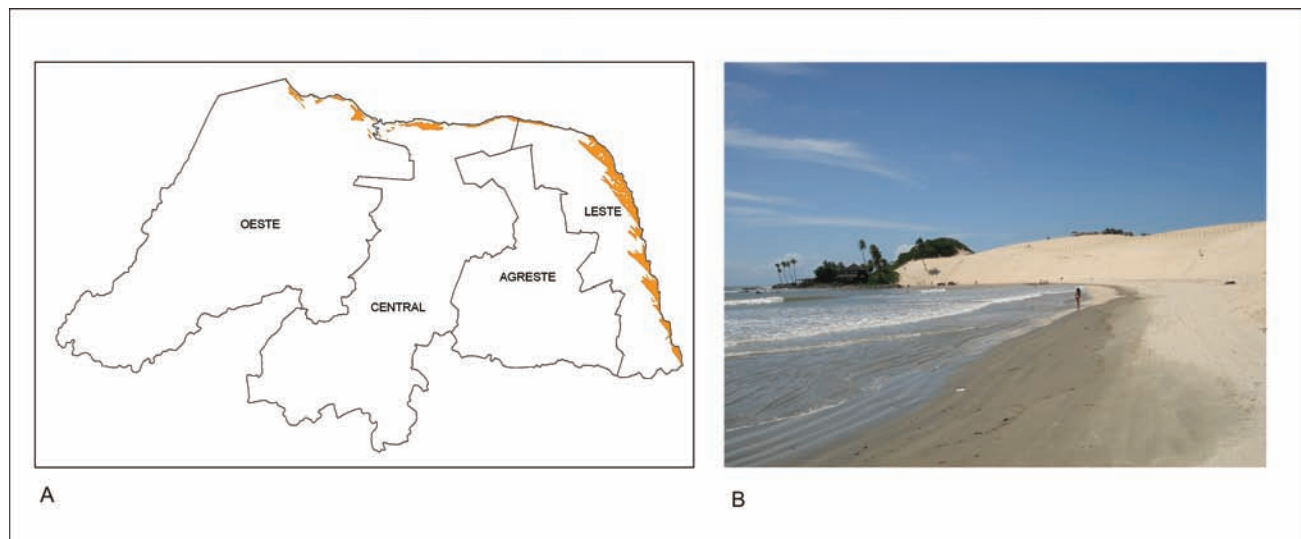
A Planície Costeira do Rio Grande do Norte abrange uma estreita, mas extensa franja ao longo do litoral potiguar, invariavelmente posicionada entre a linha de costa e os Tabuleiros Costeiros, sendo que estes estão, em grande parte, sustentados por rochas sedimentares pouco litificadas do Grupo Barreiras ou, em muito menor expressão, por rochas sedimentares das formações Tibau e Jandaíra. Por vezes, esses tabuleiros estão diretamente colocados junto à linha de costa, formando falésias com desnivelamentos superiores a 20 m de grande beleza cênica. Nesses trechos, localizados no litoral leste do estado, principalmente entre os municípios de Baía Formosa e Natal, as planícies costeiras são descontínuas ao longo do litoral. Esse domínio geomorfológico apresenta um diversificado conjunto de padrões de relevo deposicionais de origens eólica, fluvial e marinha, dentre os quais se destacam Campos de Dunas (**R1f**) e Planícies Fluviomarinhas (**R1d**), apresentando extensos manguezais.

A Planície Costeira do Rio Grande do Norte pode ser individualizada em duas seções principais: litoral leste, de clima úmido em zona de Mata Atlântica, com ocorrência de chuvas mais intensas ao longo do inverno, devido às precipitações promovidas pela massa Equatorial Atlântica (mEa) (clima As, segundo Köppen); litoral norte, de clima semiárido, em zona de Caatinga, com prolongada estiagem e um curto período chuvoso entre o verão e o outono, associado à atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (clima Bsh, segundo Köppen). O litoral leste se estende desde Baía Formosa até uma área compreendida entre o lendário Cabo de São Roque (notável ponto de inflexão da linha de costa nordeste brasileira e importante marco geográfico desde tempos coloniais) e Touros. O litoral norte, por sua vez, estende-se desde uma área compreendida entre Touros e São Miguel do Gostoso até Tibau.

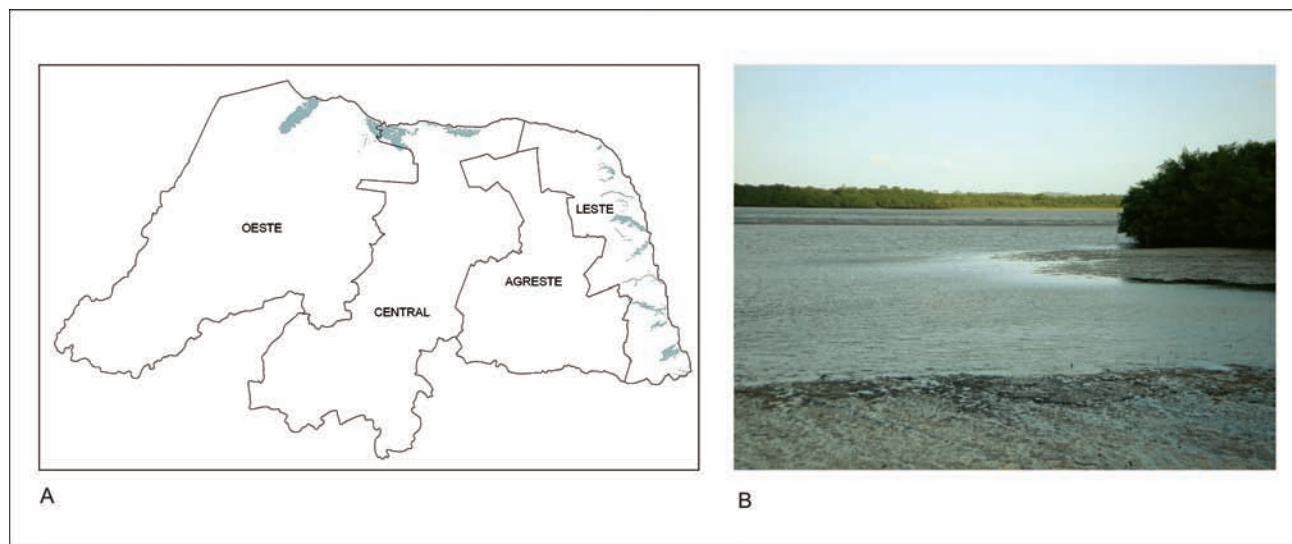
Os Campos de Dunas ocupam grande parte da planície costeira potiguar, tanto no litoral leste quanto no litoral norte, embora as acumulações eólicas mais expressivas abranjam um extenso trecho entre Tibau do Sul e Touros, no litoral leste (Figura 6.4). A remobilização eólica dos sedimentos arenosos marinhos é tão expressiva que não foram mapeadas planícies de cordões arenosos no litoral potiguar; muitas formações de dunas “cavalgam” as falésias do Grupo Barreiras e geram imensos campos eólicos sobre a superfície dos tabuleiros. Esse fato está associado à menor pluviosidade (e maior ação dos ventos e da erosão eólica) do litoral potiguar, em relação aos outros estados do Nordeste Oriental e, possivelmente, às condições paleoclimáticas pretéritas com aridez muito mais severa ao longo do Pleistoceno.

As dunas, associadas às praias e as falésias, formam um cenário geomorfológico de espetacular beleza cênica para todo o litoral leste potiguar, com excelente aproveitamento turístico. Localidades como Natal, Pipa e Genipabu representam áreas de atração de turismo internacional, com expressiva geração de emprego e renda para a população local.

Extensas áreas de manguezais também se desenvolvem ao longo de estuários e baixos cursos dos rios Cunhaú, Japi, Potengi, Ceará-Mirim, Maxaranguape, Caramupim (este, desaguando na ria afogada de Guamaré-Galinhos), Piranhas-Açu e Apodi (Figura 6.5). Apesar de os mangues consistirem em áreas de preservação permanente (APPs), de grande relevância para a biota costeira (área de reprodução de peixes, crustáceos e aves), expressivas áreas de manguezais foram destruídas para implantação de polos de carcinocultura (criação de camarão), assim como no litoral norte, nos baixos cursos dos rios Piranhas-Açu e Apodi, para produção de sal. Macau e Areia Branca constituem o mais importante polo salineiro do país.



**Figura 6.4** - (a) Localização da unidade Campo de Dunas (R1f) no Rio Grande do Norte; (b) dunas da praia de Genipabu, litoral norte do Rio Grande do Norte.



**Figura 6.5 - (a)** Localização da unidade Planícies Costeiras (R1d) no Rio Grande do Norte; **(b)** planície costeira com extensa área coberta de mangues em Cunhaú, litoral sul do Rio Grande do Norte.

Algumas das principais cidades do estado do Rio Grande do Norte, incluindo sua capital, além de diversas estâncias de veraneio, estão situadas no litoral, ocupando sua planície costeira, destacando-se: Natal, Baía Formosa, Tibau do Sul, Maxaranguape, Touros, São Miguel do Gostoso, Caiçara do Norte, Guamaré, Macau e Areia Branca. O intenso afluxo turístico sobre esses frágeis terrenos (seja sobre solos de mangue ou de dunas, com ocorrência de Gleissolos Sálícos e Neossolos Quartzarênicos, respectivamente) exige atenção especial quanto aos impactos ambientais decorrentes da expansão urbana e da “indústria do turismo” sobre essas áreas valorizadas, em especial, no que concerne ao saneamento ambiental (coleta e tratamento de efluentes domésticos e disposição de resíduos) e preservação da vegetação nativa.

### Vales dos Rios Piranhas-Açu e Apodi

Dentre as planícies fluviais do estado do Rio Grande do Norte, ênfase especial deve ser dada aos extensos fundos de vales dos rios Piranhas-Açu e Apodi, situados no norte do estado.

Essas unidades deposicionais recentes consistem de vastas planícies de inundação (**R1a**) em superfícies sub-horizontais, constituídas de depósitos arenoargilosos a argiloarenosos, com terrenos imperfeitamente drenados, sendo periodicamente inundados. Os solos desenvolvidos nessa unidade são Neossolos Flúvicos eutróficos e, subordinadamente, Planossolos hidromórficos e Vertissolos hidromórficos, com forte influência de transporte de sedimentos oriundos do intemperismo de calcários da Formação Jandaíra, apresentando, portanto, boa fertilidade natural. Os referidos terrenos estão francamente utilizados por atividades agrícolas, em especial, fruticultura e, subordinadamente, agricultura de subsistência, sendo essas atividades

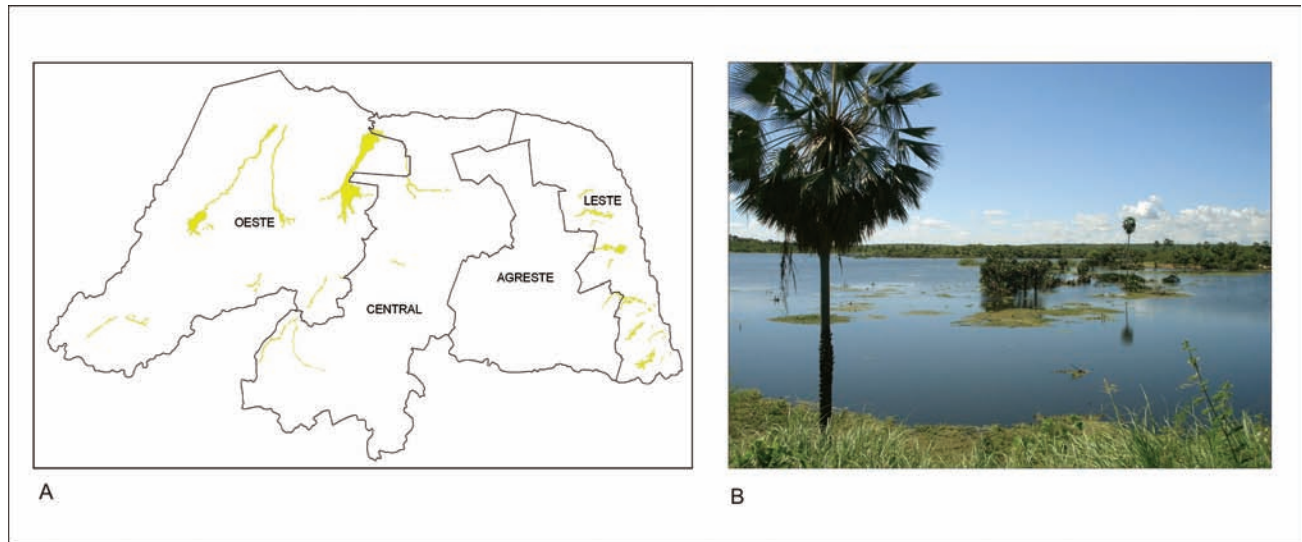
mais importantes nos trechos do médio/baixo curso dos rios Piranhas-Açu (cuja cidade-polo é Açu) e Apodi (cuja cidade-polo é Mossoró) (Figura 6.6). No vale do rio Piranhas-Açu, destacam-se as cidades de Açu, Ipanguaçu, Carnaubais, Alto do Rodrigues e Pendências, todas a jusante da barragem de Jucurutu. No vale do rio Apodi, por sua vez, destacam-se as cidades de Apodi, Felipe Guerra, Governador Dix-Sept Rosado e Mossoró.

### Tabuleiros Costeiros

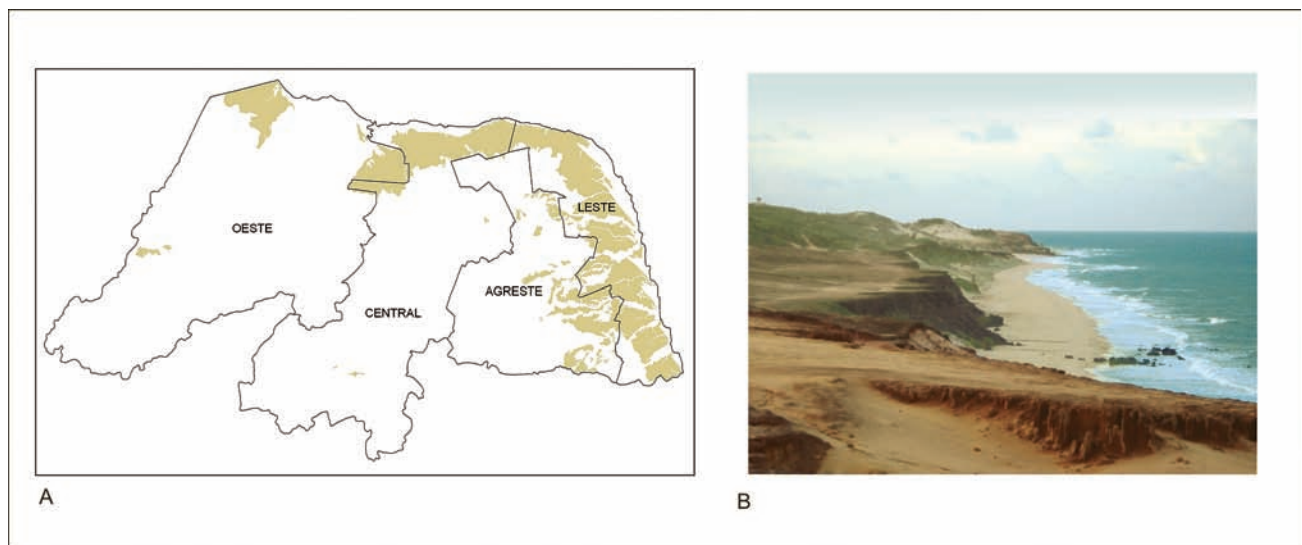
Os Tabuleiros Costeiros, seguindo denominação proposta por IBGE (1995), representam formas de relevo tabulares esculpidas em rochas sedimentares, em geral, pouco litificadas e dissecadas por uma rede de canais com baixa a moderada densidade de drenagem e padrão dendrítico, com predomínio de processos de pedogênese e formação de solos espessos e bem drenados, com baixa suscetibilidade à erosão (R2a1) (Figura 6.7).

Os tabuleiros estão posicionados em cotas entre 30 e 100 m, sendo que estas são crescentes à medida que essas formas de relevo avançam em direção ao interior. As amplitudes de relevo locais variam de 20 a 50 m, com geração de vastas superfícies planas a suavemente inclinadas nos topos. Próximo ao litoral, os tabuleiros estão frequentemente soto-postos aos campos de dunas e, por vezes, atingem a linha de costa, formando falésias. Os canais principais esculpem vales amplos e encaixados em forma de “U”, resultantes de processos de entalhamento fluvial e notável alargamento das vertentes do vale, via recuo erosivo de suas encostas.

Os Tabuleiros Costeiros são individualizados em duas seções principais: uma porção voltada para o litoral leste, de clima úmido a semiúmido em zona de Mata Atlântica transicional para o agreste; uma porção voltada para o litoral norte, de clima semiárido em zona de Caatinga.



**Figura 6.6 - (a)** Localização da unidade Planícies Fluviais (R1a) no estado do Rio Grande do Norte; **(b)** planície de alagamento em época de cheia, no vale do rio Piranhas-Açu (maio 2009).



**Figura 6.7 - (a)** Localização da unidade Tabuleiros Costeiros (R2a1) no estado do Rio Grande do Norte; **(b)** falésias limitando a superfície dos tabuleiros costeiros no litoral de Cunhaú.

Os Tabuleiros Costeiros do litoral leste estão invariavelmente embasados em rochas sedimentares pouco litificadas, de idade terciária, do Grupo Barreiras. Esses tabuleiros estão delimitados, a leste, pelas planícies costeiras e, a oeste, pelas superfícies aplainadas da Depressão Sertaneja.

Predominam solos espessos e de baixa fertilidade natural, tais como Latossolos Amarelos distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos e Neossolos Quartzarênicos. Esses solos planos e bem drenados, sob clima úmido, são propícios à expansão da monocultura canieira, restrita ao sul do estado, entre a divisa com o estado da Paraíba e a cidade de Canguaretama.

A maior parte dos tabuleiros está ocupada por pastagens para pecuária extensiva, assim como também

consistem em excelentes terrenos para a expansão urbana da Região Metropolitana de Natal. Destacam-se, nessa unidade, as cidades de Canguaretama, Goianinha, São José do Mipibu, Vera Cruz, Macaíba, Parnamirim, São Gonçalo do Amarante, Extremoz e Ceará-Mirim.

Os Tabuleiros Costeiros do litoral norte, por sua vez, estão embasados em rochas sedimentares, pouco litificadas, de idade terciária, dos grupos Barreiras e Tibau, e por calcários e calcarenitos da Formação Jandaíra (esta, pertencente à Bacia Potiguar). Esses tabuleiros estão compreendidos pelas planícies costeiras a norte; a sul, pelos baixos platôs da Bacia Potiguar.

Predominam solos espessos, arenosos e de baixa fertilidade natural, tais como Neossolos Quartzarênicos,

Latosolos Amarelos distróficos e Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos e, subordinadamente, Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos. Esses solos planos e bem drenados, sob clima semiárido, apresentam uma ocupação bem mais rarefeita. A única localidade de expressão nessa unidade é o município de Pedra Grande.

### Baixos Platôs da Bacia Potiguar

Os Baixos Platôs da Bacia Potiguar, englobados pelo IBGE (1995) no Domínio dos Tabuleiros Costeiros, foram neste trabalho individualizados por estarem posicionados em altitudes um pouco mais elevadas e inseridos em um contexto geológico-pedológico diferenciado e devido às suas expressivas potencialidades econômicas.

Representam formas de relevo tabulares esculpidas em rochas sedimentares litificadas da Bacia Potiguar e apresentam um padrão de dissecação muito incipiente em uma rede de baixíssima densidade de drenagem. Ocorre um amplo predomínio de processos de pedogênese e formação de solos espessos e bem drenados, com baixa suscetibilidade à erosão (R2b1) (Figura 6.8).

Esses baixos platôs estão posicionados em cotas que variam entre 80 e 250 m. Consistem em relevos de degradação, com superfícies ligeiramente mais elevadas que os terrenos adjacentes, ligeiramente dissecadas em forma de amplos topos tabulares e sulcados por esparsos vales aprofundados, resultantes da dissecação fluvial recente. Estão sob influência de clima subequatorial semiárido (Bsh) e vegetação de caatinga, cujo período chuvoso está associado ao deslocamento da ZCIT para o hemisfério Sul durante o auge do verão austral e início do outono.

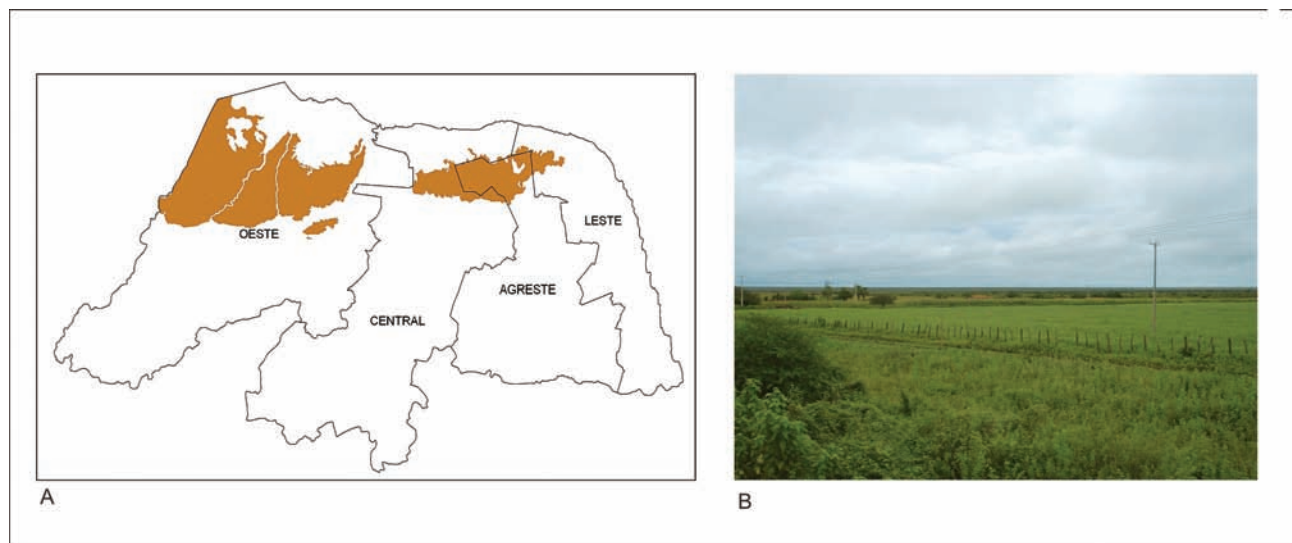
Esse domínio geomorfológico está delimitado, a norte, pelas planícies e tabuleiros costeiros do litoral norte e, a sul, pela Depressão Sertaneja. O contato entre os baixos platôs

da Bacia Potiguar e a Depressão Sertaneja é demarcado por um nítido rebordo erosivo (R4e) de aproximadamente 50 m de desnivelamento que separa as rochas sedimentares cretáceas do embasamento ígneo-metamórfico que constitui o piso da Depressão Sertaneja (Figura 6.9). Nas cercanias desse rebordo erosivo, é frequente a ocorrência de um relevo de colinas amplas e suaves (R4a1) (Figura 6.10).

Os Baixos Platôs estão invariavelmente embasados por calcários, calcarenitos, folhelhos e calcilutitos da Formação Jandaíra. Os rebordos erosivos, por sua vez, estão sendo escavados sob arenitos e siltitos da Formação Açú, unidade esta sotoposta à Formação Jandaíra. Predominam solos espessos, de alta fertilidade natural e elevado potencial agrícola, devido ao amplo domínio de rochas carbonáticas, tais como Cambissolos Háplicos eutróficos e, subordinadamente, Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos, Luvisolos Crômicos, Neossolos Litólicos eutróficos, Chernossolos Rêndzicos, Vertissolos Ebânicos carbonáticos (EMBRAPA, 2001).

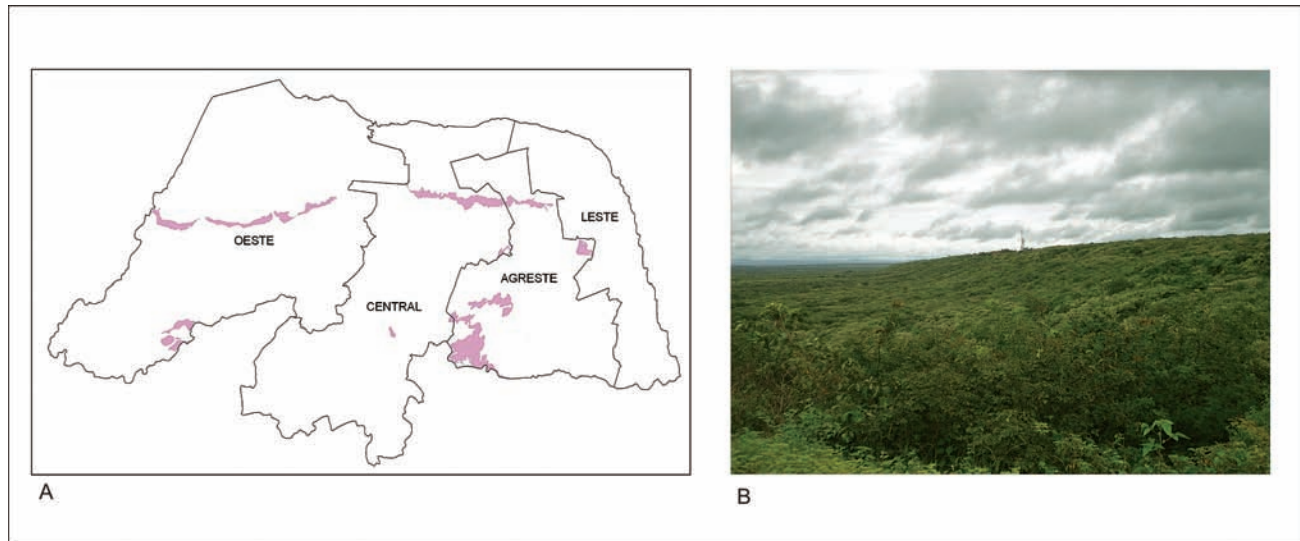
As extensas superfícies desses baixos platôs foram convertidas para fruticultura irrigada, em especial, na Chapada do Apodi, situada no oeste do estado, junto à divisa com o estado do Ceará. As rochas sedimentares da Bacia Potiguar, além de desenvolverem solos férteis, apresentam elevado potencial hidrogeológico, o que garante disponibilidade de água subterrânea abundante, armazenada em aquíferos confinados em região de escassez de água superficial. A Bacia Potiguar também representa uma unidade geotectônica com expressivas reservas de petróleo, fato este documentado na paisagem geográfica devido à presença disseminada de "cavalos-de-pau", que consistem em estruturas mecânicas que bombeiam o óleo para a superfície.

Destacam-se, ainda, formações dômicas (R4a3), de grande expressão areal em meio aos baixos platôs da Bacia Potiguar, que se elevam de dezenas de metros a mais de

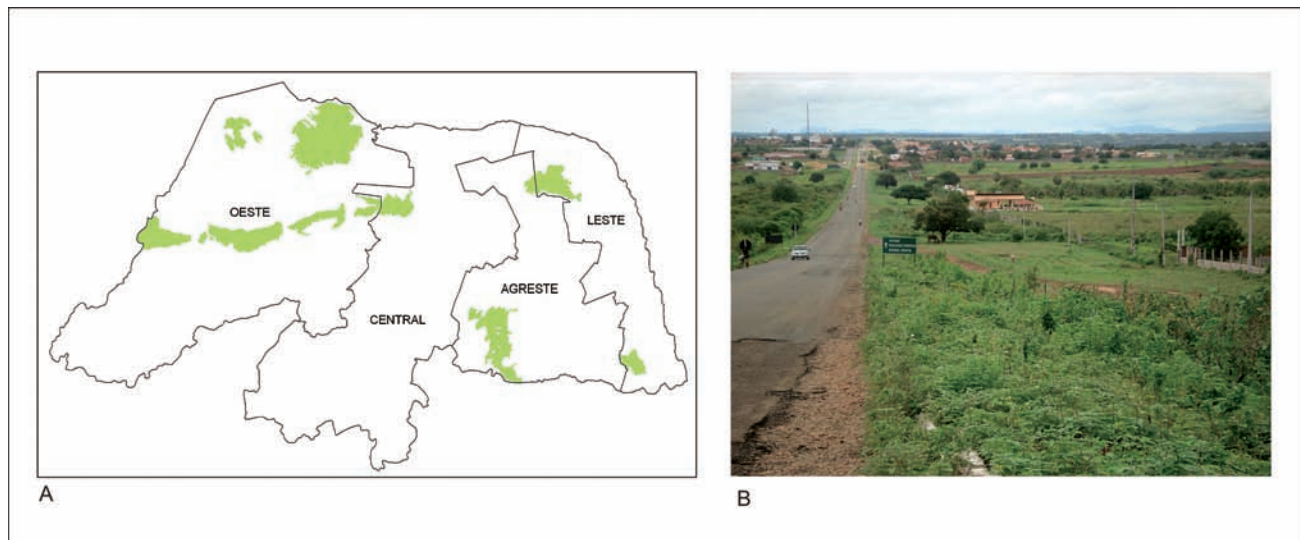


**Figura 6.8** - (a) Localização da unidade Baixos Platôs (R2b1) no estado do Rio Grande do Norte; (b) superfície dos baixos platôs no município de Felipe Guerra.





**Figura 6.9** - (a) Localização da unidade Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos (R4e) no estado do Rio Grande do Norte; (b) rebordo erosivo do baixo platô de Apodi.



**Figura 6.10** - (a) Localização da unidade Domínio de Colinas Amplas e Suaves (R4a1) no estado do Rio Grande do Norte; (b) colinas amplas e suaves no sítio urbano de Apodi.

100 m da superfície. Representam formas de relevo muito amplas, de suaves elevações, em forma de meia esfera, com modelado de extensas vertentes convexas e topos planos a levemente arredondados. Essa morfologia, que originou a serra do Mel e o Domo de Guimarães, deriva de processos de intrusão do Basalto Macau durante o Terciário que promoveram o arqueamento da superfície do terreno, podendo gerar estruturas dobradas do tipo braquianticlinais. Apresenta padrão de drenagem radial e centrífugo e um sistema de drenagem principal em processo inicial de entalhamento, sem deposição de planícies aluviais.

A serra do Mel, localizada entre os vales dos rios Piranhas-Açu e Apodi e alçada entre 100 e 150 m acima do nível da superfície da Bacia Potiguar, representa uma

nova fronteira agrícola do oeste do estado do Rio Grande do Norte, com produção em larga escala de caju, para exportação de sua castanha.

Tendo uma economia de base diversificada (fruticultura irrigada na Chapada do Apodi; produção de petróleo; agricultura de subsistência e fruticultura nas planícies fluviais; produção de castanha-de-caju na serra do Mel; indústria salineira em Macau e Areia Branca), a cidade de Mossoró tornou-se um importante polo regional calcado em uma economia dinâmica e pujante. Destacam-se, ainda, nessa unidade, as cidades de Jandaíra e Baraúna. As cidades de João Câmara, Ipangaçu e Apodi, por sua vez, localizam-se no sopé do rebordo erosivo que delimita a Bacia Potiguar.

## Depressão Sertaneja

A Depressão Sertaneja, seguindo denominação proposta por IBGE (1995), apresenta-se como uma depressão periférica em relação aos Baixos Platôs da Bacia Potiguar e compreende um diversificado conjunto de padrões de relevo com amplo predomínio de superfícies aplainadas com relevo plano e suavemente ondulado (R3a2) resultante de processos de arrasamento generalizado do relevo sobre diversos tipos de litologias. Essas vastas superfícies aplainadas encontram-se pontilhadas por *inselbergs* (R3b) e maciços montanhosos isolados (R2c), por vezes, desfeitos em um relevo de morros e serras baixas (R4b) (Figura 6.11).

As Superfícies Aplainadas da Depressão Sertaneja consistem em vastas superfícies arrasadas, invariavelmente em cotas baixas, entre 60 e 200 m, podendo atingir cotas entre 200 e 300 m nas regiões do alto vale do rio Apodi (nas cercanias da cidade de Pau dos Ferros) e do Seridó potiguar (nas cercanias das cidades de Jardim do Seridó e Acari). Inserem-se, também, no contexto das grandes depressões interplanálticas. Esse domínio é o mais extenso do território do Rio Grande do Norte e está embasado por rochas do embasamento ígneo-metamórfico pré-cambriano da Faixa de Dobramentos do Nordeste.

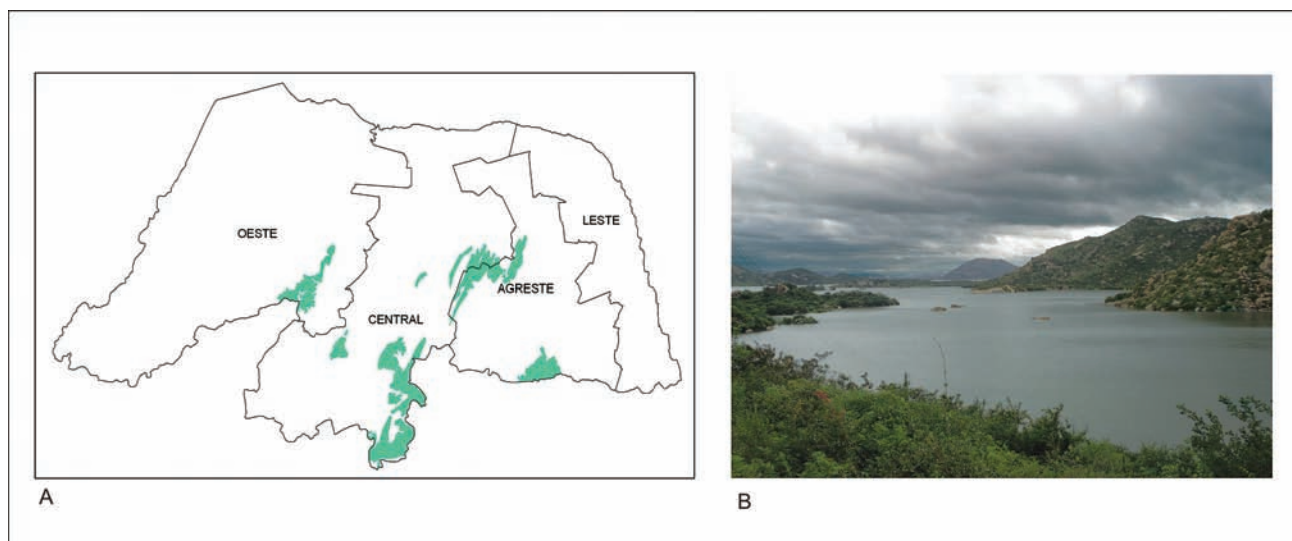
Há predomínio de um conjunto de solos rasos com fertilidade natural baixa a alta, em um ambiente de atuação dominante do intemperismo físico em um clima tropical semiárido (Bsh), com revestimento de vegetação de caatinga hiperxerófitas (Figura 6.12). Trata-se de típica paisagem do sertão nordestino.

A Depressão Sertaneja delimita-se, a leste, com os Tabuleiros Costeiros; a norte, com os rebordos erosivos da Bacia Potiguar; a sul, com o flanco setentrional do Planalto da Borborema. Esse domínio geomorfológico estende-se

indiscriminadamente por vastas superfícies através dos estados adjacentes, em especial, o Ceará e a Paraíba. Essas extensas zonas topograficamente rebaixadas abrangem as principais bacias hidrográficas do estado, como as bacias dos rios Apodi, Piranhas-Açu, Ceará-Mirim, Potengi e Japi. Essa rede de canais percorrendo, em grande extensão, os terrenos aplainados, com solos rasos de baixa capacidade de armazenamento de água e vegetação de caatinga em clima semiárido, explica o caráter intermitente de toda a rede de drenagem e a crônica escassez de água na maior parte do estado do Rio Grande do Norte (excetuando-se, apenas, o litoral oriental úmido). Isso também explica a profusão de barragens e açudes em toda a região, a despeito de parte da água estocada se perder pela evaporação. Mesmo na porção leste da Depressão Sertaneja, drenada pelos rios Potengi e Japi, em clima transicional entre o agreste semiúmido e a caatinga semiárida, os rios também são intermitentes. As planícies fluviais são, via de regra, pouco expressivas nesse domínio.

O perfil geológico-geomorfológico esquemático 1, abrangendo um perfil topográfico que percorre as cidades potiguares de Tibau do Sul, Tangará, Lagoa Nova, Currais Novos, Caicó, Martins e Pau dos Ferros, com direção aproximada E-W (Figura 6.13), exprime a superfície baixa desse domínio geomorfológico, estando rebaixado em relação ao Planalto da Borborema e aos platôs das serras de Santana e dos Martins.

Os *Inselbergs* são relevos residuais isolados, destacados na paisagem aplainada, remanescentes do arrasamento geral dos terrenos. Apresentam amplitude de relevo de 50 a 500 m, com inclinação das vertentes de 25° a 45°, apresentando ocorrência de paredões rochosos subverticais (60° a 90°). Os *inselbergs* aparecem na paisagem como montes isolados, elevando-se, em muitos casos, centenas de metros acima do piso da superfície regional. Em parte,



**Figura 6.11** - (a) Localização da unidade Domínio de Morros e Serras Baixas (R4b) no estado do Rio Grande do Norte; (b) alinhamento serrano em rochas do embasamento cristalino margeando o açude Gargalheiras no município de Acari.

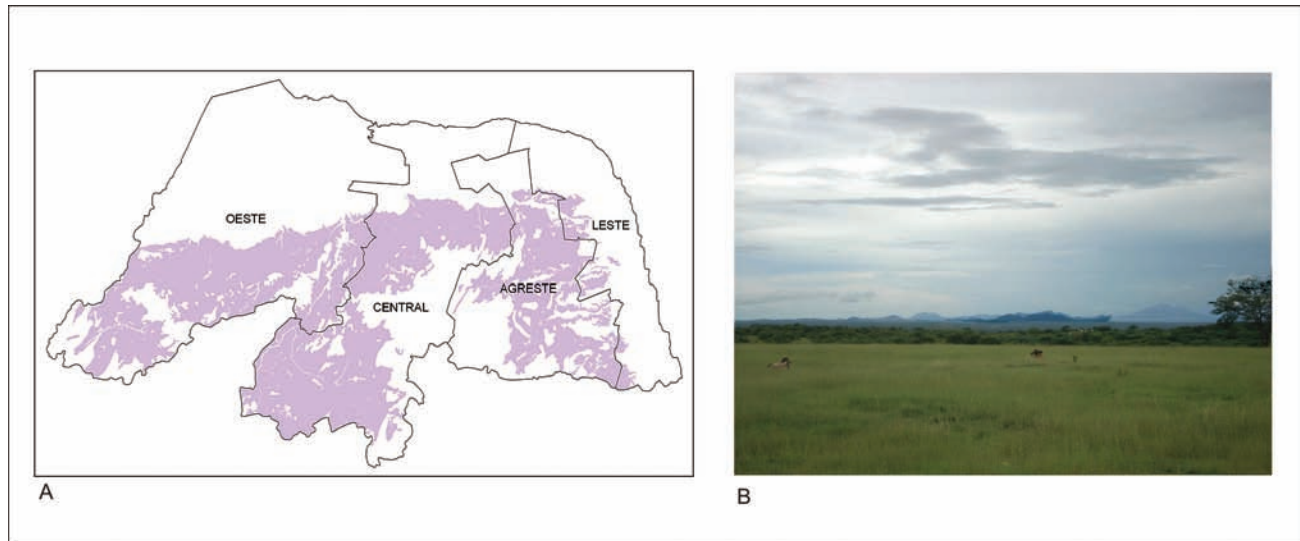


Figura 6.12 - (a) Localização da unidade Superfícies Aplainadas Degradadas (R3a2) no estado do Rio Grande do Norte; (b) superfície aplainada degradada em área ocupada por pastagens no município de Itaú.

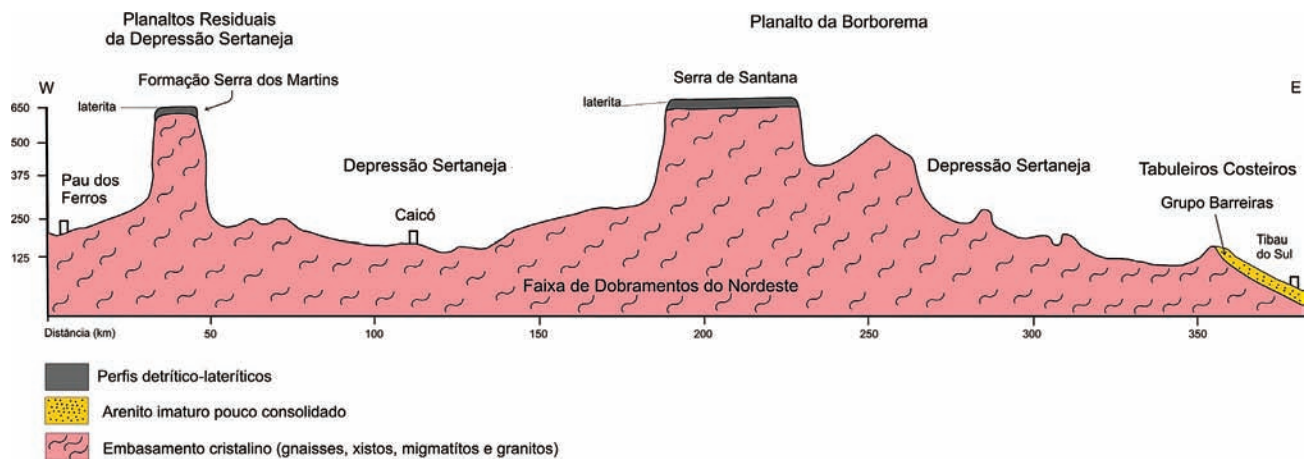


Figura 6.13 - Perfil geológico-geomorfológico esquemático do transect Tibau do Sul-Pau dos Ferros (RN).

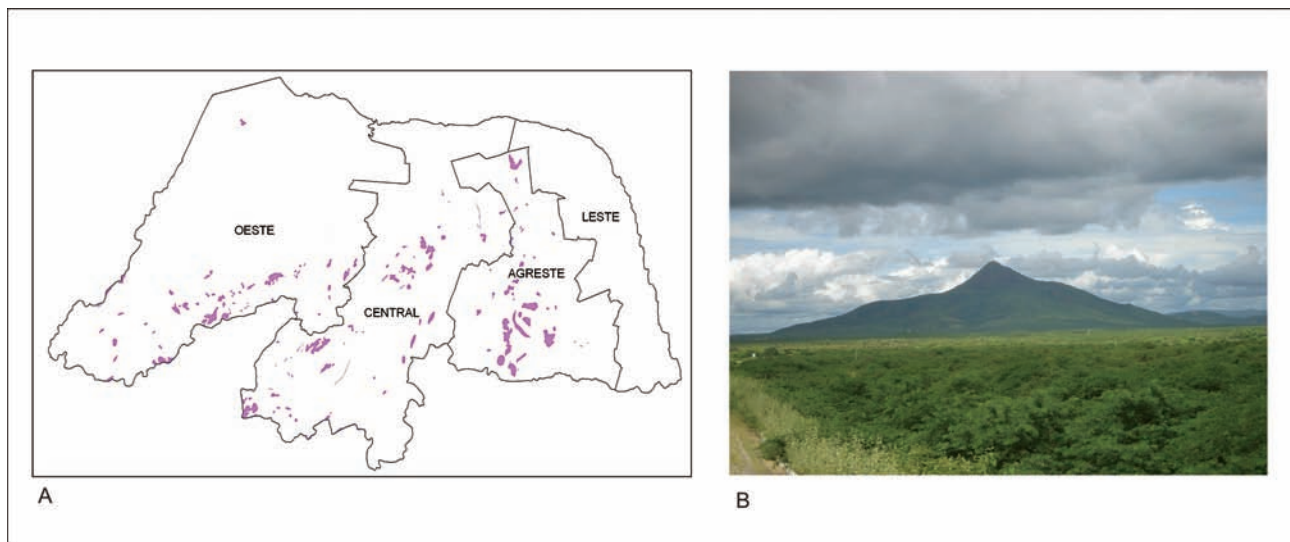
essas formas de relevo residual são originadas a partir da resistência diferencial ao intemperismo e à erosão de determinadas litologias (em especial, rochas graníticas ou *necks* vulcânicos – vide Pico do Cabugi) frente ao conjunto de litologias aflorantes em determinada região (Figura 6.14). A Depressão Sertaneja potiguar encontra-se disseminada de *inselbergs* e agrupamentos de *inselbergs* que, invariavelmente, destacam-se na paisagem monótona das superfícies aplainadas.

O substrato geológico pré-cambriano desse domínio é constituído por grande diversidade de litologias englobadas em quatro grandes domínios tectonoestruturais (ANGELIM et al., 2006): Domínio São José do Campestre, composto de migmatitos, quartzitos e metagranitos, dentre outros, do Núcleo Arqueano e de complexos paleoproterozoicos; Domínio Rio Piranhas-Seridó, composto de augengnaisses,

metagranitos e anfibolitos, dentre outros, do Embasamento Rio Piranhas e de xistos e mármore da Faixa Seridó; Domínio das rochas granitoides associadas ao magmatismo brasileiro; Domínio Jaguaribeano, composto por paragnaisses e ortognaisses, predominantemente.

Nessas superfícies, encontram-se solos pouco espessos, por vezes pedregosos e de moderada a boa fertilidade natural, tais como: Luvisolos Crômicos e Neossolos Litólicos eutróficos e, subordinadamente, Planossolos Nátricos, Neossolos Regolíticos, Planossolos Hidromórficos eutróficos e Afloramentos de Rocha (Lajedos) com ocupação por pecuária extensiva e agricultura de subsistência de baixa produtividade.

Destacam-se, nessa unidade, as cidades de Tangará, Lajes, Angicos, Jucurutu, Jardim de Pinhas, Caicó, Jardim do Seridó, Acari, Patu e Pau dos Ferros, dentre as principais.



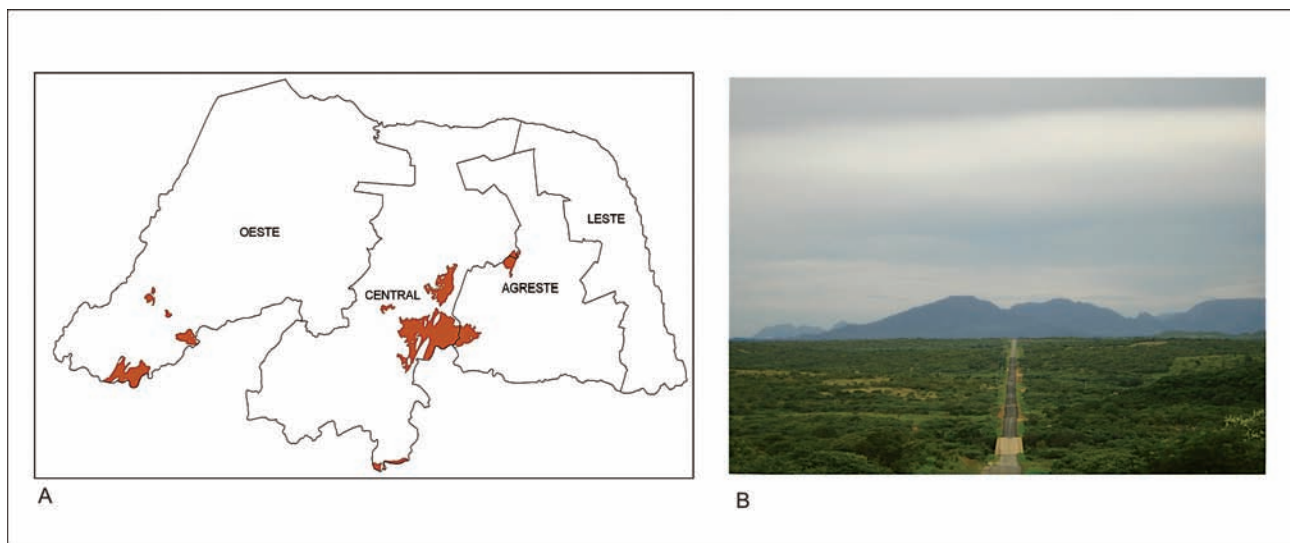
**Figura 6.14** - (a) Localização da unidade Inselbergs e outros relevos residuais (R3b) no estado do Rio Grande do Norte; (b) relevo residual em rochas basálticas, remanescentes de edifício vulcânico (pico do Cabuji, RN).

### Planaltos Residuais Sertanejos

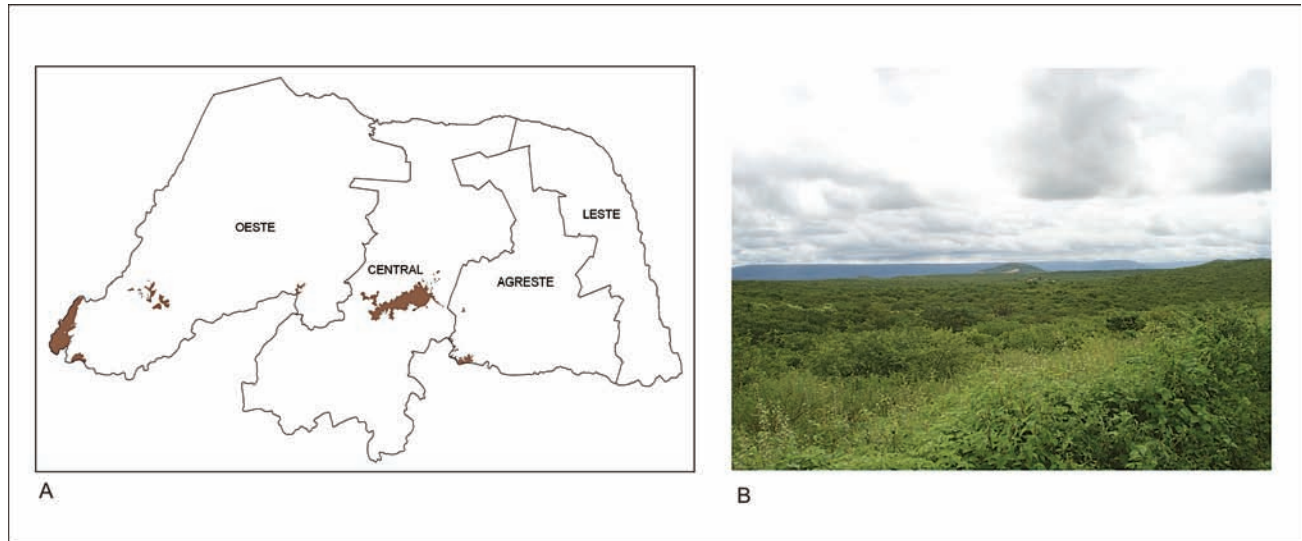
Os Planaltos Residuais Sertanejos (R2b3) representam relevos elevados em formas de platôs (R2c) ou maciços montanhosos (R4c), correspondendo, em geral, a rochas mais resistentes, remanescentes do aplainamento generalizado que ocorreu no Terciário. Apresentam-se, dessa forma, como feições residuais em meio às vastas superfícies de aplainamento da Depressão Sertaneja. Estão concentrados no extremo sudoeste do estado, com algumas unidades na região do Seridó.

Dentre os platôs alçados, destacam-se as serras dos Martins (Figura 6.15) e de Portalegre, no sudoeste do estado, e a serra de Santana (Figura 6.16), inclusa no Planalto da

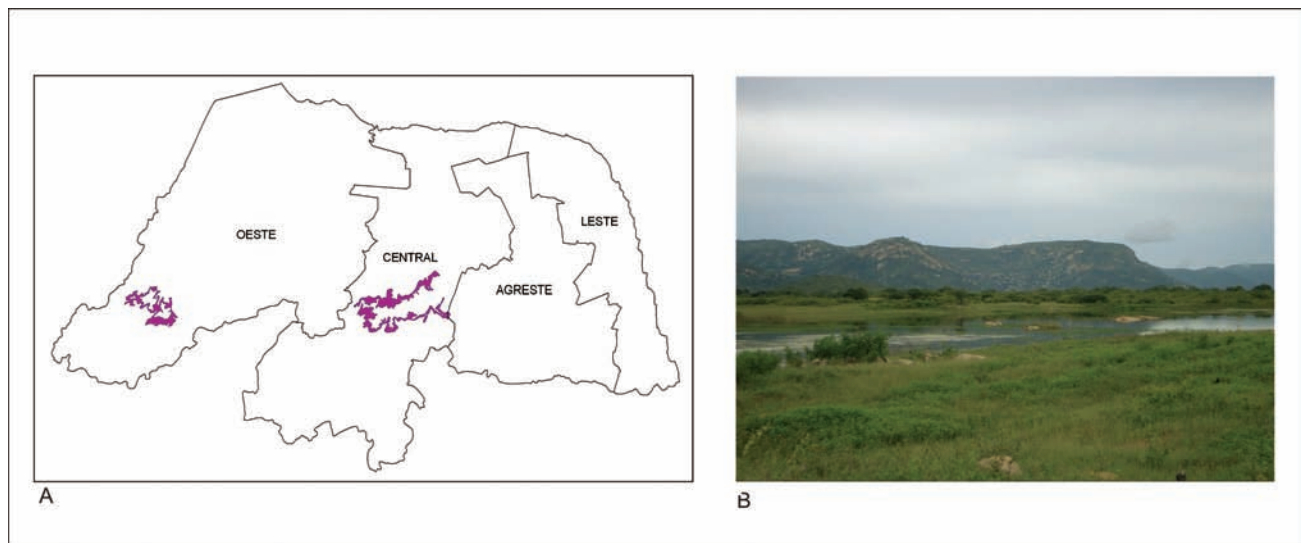
Borborema, na região central potiguar. Esses platôs consistem, portanto, em fragmentos de uma pretérita superfície cimeira capeada por arenitos laterizados de idade terciária da Formação Serra dos Martins, estando elevados em cotas que variam entre 700 e 800 m de altitude, sendo abruptamente delimitados por escarpas erosivas (R4d) (Figura 6.17), apresentando desnivelamentos totais sempre superiores a 300 ou 400 m e com deposição de rampas de colúvio e depósitos de tálus na base das escarpas (R1c) (Figura 6.18). Essas escarpas serranas apresentam vertentes com paredões rochosos abruptos e dissecados por uma densa rede de canais, demonstrando um ativo recuo erosivo diferencial, como observado junto ao Lineamento de Portalegre.



**Figura 6.15** - (a) Localização da unidade Planaltos (R2b3), no estado do Rio Grande do Norte; (b) vista parcial da face norte do planalto de Martins, onde se observam diversas superfícies de platô.



**Figura 6.16** - (a) Localização da unidade Chapadas e Platôs (R2c) no estado do Rio Grande do Norte; (b) platô da serra de Santana, em Lagoa Nova.



**Figura 6.17** - (a) Localização da unidade Escarpas Serranas (R4d) no estado do Rio Grande do Norte; (b) frente escarpada da face norte do planalto de Martins.

As Escarpas Serranas são relevos de degradação em qualquer litologia, com morfologia muito acidentada, compostas por vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, escarpadas, e topos de cristas alinhadas, com amplitude de relevo acima de 300 m e inclinação das vertentes de 25° a 45°, com ocorrência de paredões rochosos subverticais (60° a 90°), aguçados ou levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus.

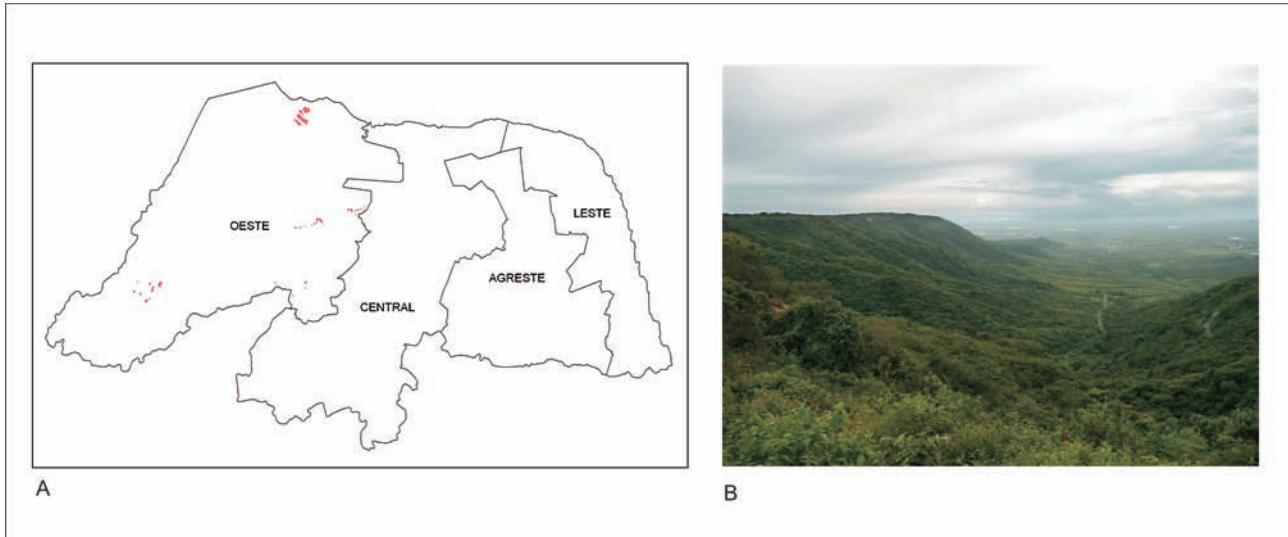
O sistema de drenagem principal apresenta-se em franco processo de entalhamento. Representam um relevo de transição entre duas superfícies distintas alçadas a diferentes cotas altimétricas.

Há predomínio, nessas unidades, de processos de morfogênese (formação de solos rasos em terrenos muito

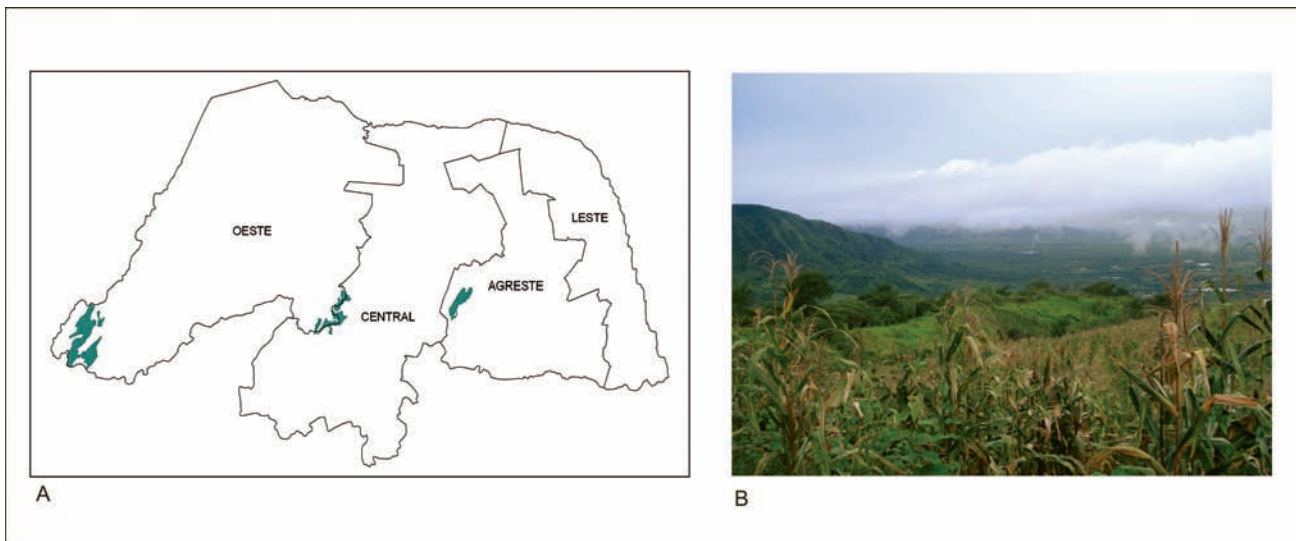
acidentados, em geral, com alta suscetibilidade à erosão). É bastante frequente a atuação de processos de erosão laminar e de movimentos de massa, com a geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes.

Nos topos, há predomínio de Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos, em clima tropical semiúmido (associado a chuvas orográficas de típicos brejos de altitude). Nas Escarpas Serranas, por sua vez, predominam Neossolos Litólicos e Afloramento de Rocha, em um embasamento granítico-gnáissico.

No extremo sudoeste do estado, ressaltam um conjunto de alinhamentos serranos com relevo montanhoso e alguns platôs elevados (serras do Câmara, do Miguel, das Porteiras e Areia Branca) (Figura 6.19), estando alçados



**Figura 6.18 - (a)** Localização da unidade Vertentes Recobertas por Depósitos de Encostas (R1c) no estado do Rio Grande do Norte; **(b)** depósitos de rampas de colúvio disseminados na encosta do planalto de Martins.



**Figura 6.19 - (a)** Localização da unidade Domínio Montanhoso (R4c) no estado do Rio Grande do Norte; **(b)** vista de maciço montanhoso na região de Pau dos Ferros.

em cotas que variam entre 500 e 800 m de altitude. Esse conjunto serrano caracteriza-se por um relevo com vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, escarpadas, e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus e um sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento.

As litologias predominantes são rochas graníticas intrusivas, de idade neoproterozoica, e ortognaisses e paragnaisses de idade paleoproterozoica do Grupo Jaguaretama. Há predomínio de solos pouco profundos e de moderada a boa fertilidade natural, tais como: Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos e Neossolos Litólicos eutróficos, em clima de brejos de altitude.

### Planalto da Borborema

O Planalto da Borborema, seguindo denominação proposta por IBGE (1995), está localizado na porção oriental do Nordeste brasileiro, ocupando extensa área que abrange parte dos estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Trata-se de um relevo de degradação em um maciço cristalino pré-cambriano, de direção geral NNE-SSW, com vastas superfícies planálticas (R2b3) alçadas em cotas que variam entre 450 e 1.000 m de altitude, destacando-se nitidamente em relação às áreas circundantes (MORAES NETO e ALKMIN, 2001).

No estado do Rio Grande do Norte, o Planalto da Borborema consiste de parte do seu rebordo norte, com

amplitude de relevo variando de 300 a 700 m. Por se tratar de uma área bastante dissecada por processos erosivos, essa morfologia planáltica compreende um diversificado conjunto de padrões de relevo composto de morros e serras de cotas mais baixas (R4b), pequenas cristas e esparsas superfícies planálticas (R2b3) com platôs (R2c) recobertos por coberturas cenozoicas, delimitados por curtos rebordos erosivos (R4e) e escarpas serranas (R4d), com alguns segmentos de relevo montanhoso destacados (R4c), representando relevos residuais remanescentes do grande planalto. No extremo norte da área planáltica, encontra-se entremeando o domínio serrano, um conjunto de colinas dissecadas (R4a2) com as cotas mais baixas desse conjunto de relevos (Figura 6.20).

Nos planaltos, predominam os processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão). Apresentam ocorrências erosivas esporádicas, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas).

A vertente leste – ou vertente atlântica –, drenada pelos rios Potengi, Salgado e Japi em direção à Zona da Mata Nordestina, representa uma área um pouco mais úmida situada na vertente a barlavento da Borborema, em ambiente de agreste, com agricultura de subsistência intensiva. Devido a essa barreira orográfica, os ventos alísios de leste (Massa Equatorial Atlântica), impelidos a galgar o planalto, promovem maior pluviosidade, em especial, no inverno.

A vertente oeste – ou vertente interiorana – é drenada pelo rio Piranhas-Açu para a Depressão Sertaneja em localidades como Caicó. Essa região é regionalmente conhecida como Seridó, área de progressivo processo de desertificação devido à perda completa da exígua cobertura de solo e exposição irreversível da rocha aflorante. Trata-se de área

semiárida, situada na vertente a sotavento da Borborema. Nesse caso, os ventos alísios ultrapassam o Planalto da Borborema sem umidade em pleno domínio da caatinga (DANTAS et al., 2008).

No Planalto da Borborema, predominam Luvisolos Crômicos, Neossolos Litólicos eutróficos e Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos.

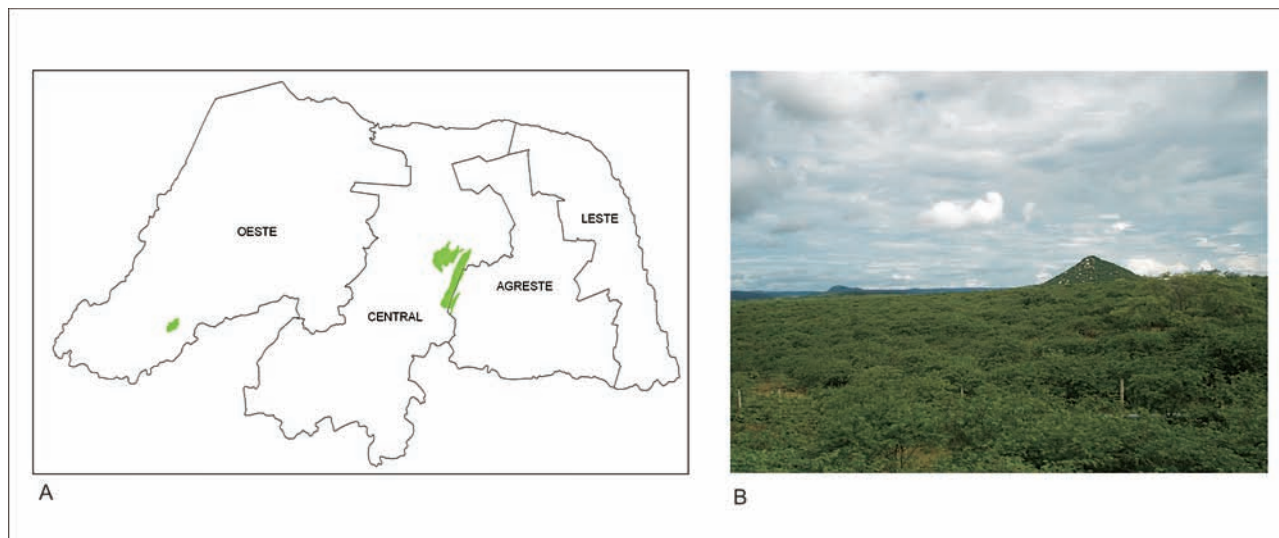
Destacam-se, nessa unidade, as cidades de Currais Novos, Campo Redondo, Cerro Corá e Jaçanã. A apropriação econômica do território é exercida pela atividade agropecuária em toda sua extensão e pela mineração da scheelita no município de Currais Novos, importante atividade econômica que se instalou na área desde a década de 1940. A produção do concentrado de scheelita é oriunda de minas e garimpos que ocorrem principalmente em rochas metamórficas do Grupo Seridó.

## REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil. **Orientação**, São Paulo, n. 3, p. 45-48, 1969.

ANGELIM, L. A. A. et al. **Geologia e recursos minerais do estado do Rio Grande do Norte**. Escala 1:500.000. Texto explicativo dos mapas geológico e de recursos minerais do estado do Rio Grande do Norte. Recife: CPRM, 2006, 119 p.

DANTAS, M. E.; ARMESTO, R. C. G.; ADAMY, A. Origem das paisagens. In: **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro**. SILVA, Cassio Roberto da (Ed.). Rio de Janeiro: CPRM, 2008. 264 p. il. p. 34-56.



**Figura 6.20 - (a)** Localização da unidade Colinas Dissecadas e Morros Baixos (R4a2) no estado do Rio Grande do Norte; **(b)** colinas dissecadas no município de Lages.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Mapa de solos do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. 1 mapa color., 107 cm x 100 cm, escala 1:5.000.000.

IBGE. **Mapa geomorfológico do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1995. Escala 1:5.000.000.

MORAES NETO, J. M.; ALKMIN, F. F. A deformação das coberturas terciárias do planalto da Borborema

(PB-RN) e seu significado tectônico. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 95-106, 2001.

ROSS, J. L. S. Os fundamentos da geografia da natureza. In: ROSS, J. L. S. (Org.). **Geografia do Brasil**. São Paulo: EFUSP, 1997. p. 13-65.

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



# 7

## CLIMA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

José Ueliton Pinheiro (*ueliton-emparn@rn.gov.br*)

Gilmar Bristot (*gilmar-emparn@rn.gov.br*)

Leandson Roberto Fernandes de Lucena (*leandson@geofisica.ufrn.br*)

EMPARN – Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte

### SUMÁRIO

Principais sistemas meteorológicos atuantes no nordeste brasileiro.....	95
Zona de convergência intertropical (ZCIT) .....	95
Vórtice ciclônico de ar superior (VCAS) .....	95
Sistema de brisa (marítima e terrestre) e ondas de leste .....	95
Linhas de instabilidades .....	96
Influência dos oceanos no regime pluviométrico do nordeste brasileiro .....	96
Oceano pacífico .....	96
Oceano atlântico .....	96
Análise da pluviometria anual no estado do Rio Grande do Norte .....	97



## PRINCIPAIS SISTEMAS METEOROLÓGICOS ATUANTES NO NORDESTE BRASILEIRO

O clima predominante no Nordeste brasileiro resulta, principalmente, do comportamento da variável precipitação. A variabilidade temporal e espacial das chuvas concentradas em poucos meses no primeiro semestre, associada à alta temperatura média anual, ocasionando elevada taxa evaporimétrica, confere a toda essa região um tipo climático predominantemente semiárido. O comportamento anual dessas chuvas é resultado da atuação de vários sistemas meteorológicos, destacando-se os descritos a seguir.

### Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

A ZCIT pode ser definida como uma grande faixa de nebulosidade formada pela confluência dos ventos alísios de nordeste e sudeste (Figura 7.1), constituindo-se no principal sistema meteorológico indutor de chuvas no Nordeste e Norte brasileiro, durante o primeiro semestre, concentrando-se entre os meses de fevereiro a maio. A forma de esse sistema atuar está associada à configuração de condições atmosféricas e oceânicas apresentadas pelos oceanos Pacífico e Atlântico.

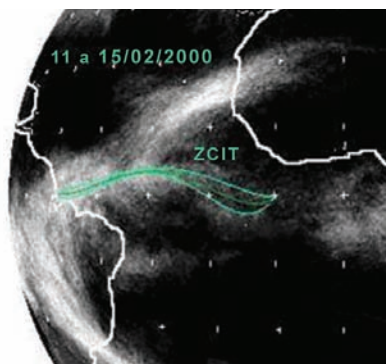


Figura 7.1 - Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

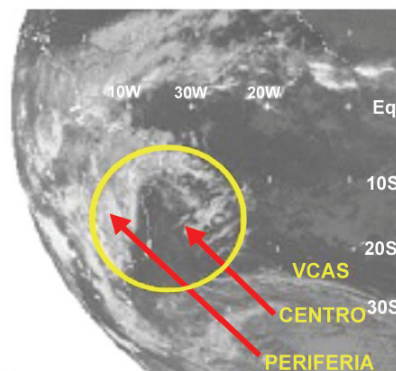
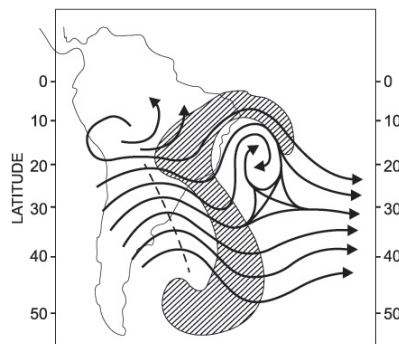


Figura 7.2 - Vórtice ciclônico em ar superior.

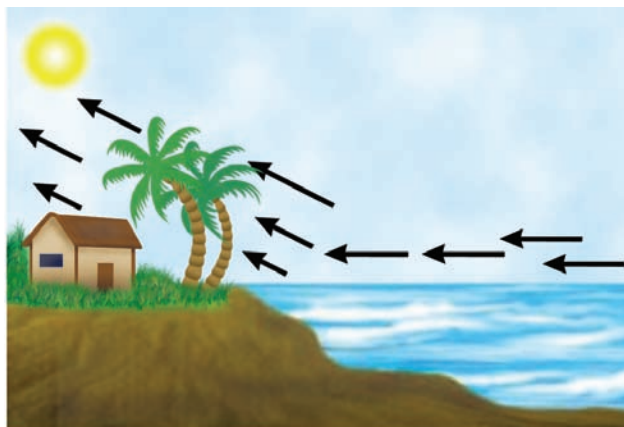


Figura 7.3 - Brisa marítima.

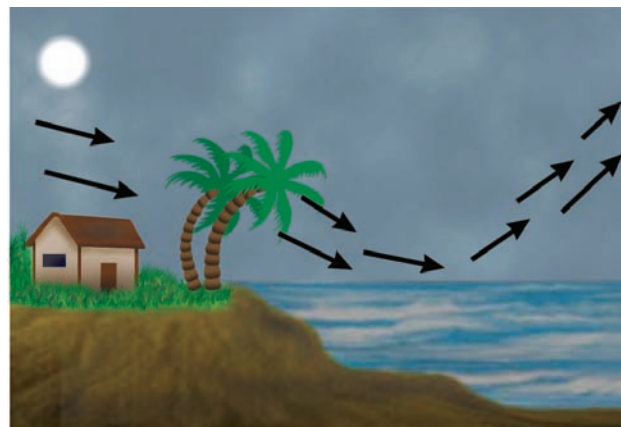


Figura 7.4 - Brisa terrestre.

influência dos ventos alísios e se deslocam de Leste para Oeste, ou seja, da costa da África até o litoral leste do Brasil. A atuação das Ondas de Leste, associada ao sistema de Brisa Marítima, é determinante na qualidade da estação chuvosa ao longo da faixa litorânea leste, local de maior concentração da população do Nordeste brasileiro (Figura 7.5).

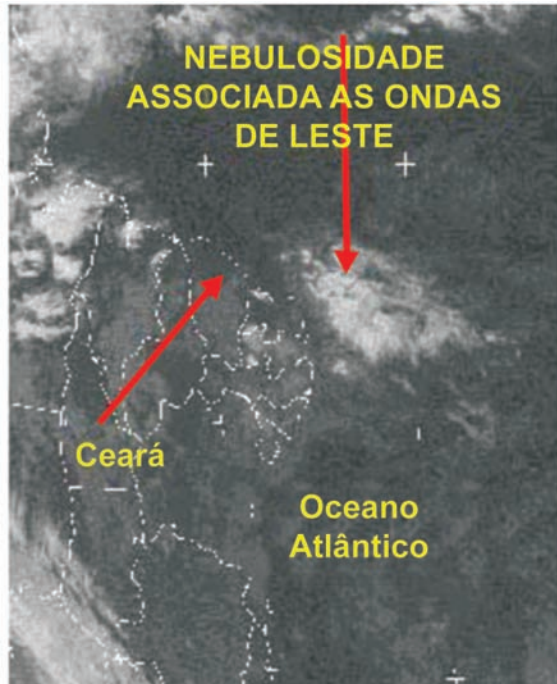


Figura 7.5 - Ondas de leste: instabilidades tropicais.

### Linhas de Instabilidades

As Linhas de Instabilidade (Figura 7.6) são aglomerados de nuvens do tipo *cumulus*, organizadas em forma de linha, com formação ocorrida devido à grande quantidade de radiação solar incidente sobre a região, ocorrendo, assim, mais durante a tarde, quando a convecção é máxima, com consequentes chuvas. Outro fator que contribui para o incremento das Linhas de Instabilidade, principalmente nos meses de fevereiro e março, é a proximidade da ZCIT.

### INFLUÊNCIA DOS OCEANOS NO REGIME PLUVIOMÉTRICO DO NORDESTE BRASILEIRO

O regime pluviométrico do Nordeste brasileiro (NEB), no qual se insere o estado do Rio Grande do Norte, está diretamente ligado às condições oceânicas e atmosféricas dos oceanos Pacífico e Atlântico.

#### Oceano Pacífico

O fenômeno El Niño, definido como um evento de escala global, afeta a circulação geral da atmosfera,

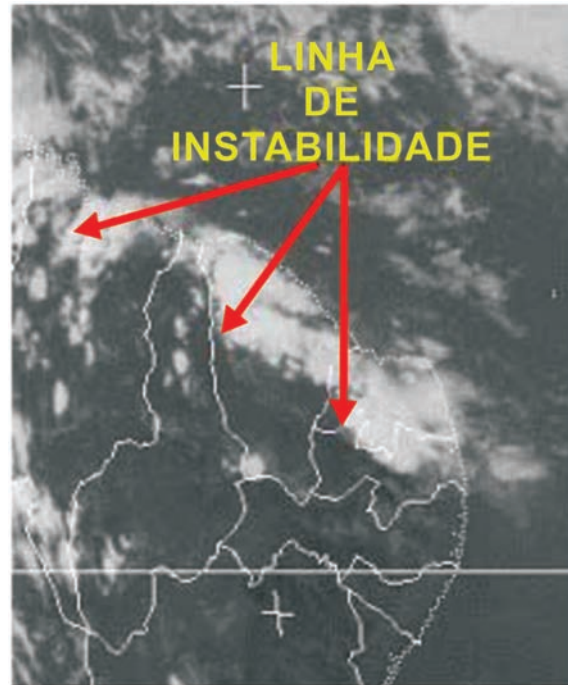


Figura 7.6 - Linhas de instabilidades.

caracterizando-se pelo aquecimento anômalo das águas superficiais do oceano Pacífico equatorial (Figura 7.7a). No Brasil, as consequências advindas desse fenômeno remetem à redução de chuvas no semiárido do Nordeste brasileiro e excesso de chuvas nas regiões Sul e Sudeste do país. Os grandes períodos de estiagem ocorridos no Nordeste brasileiro (como as grandes secas de 1958, 1983, 1998) foram consequências diretas da atuação do fenômeno El Niño. Este, além de influenciar o regime das chuvas da região, favorece um aumento significativo da temperatura do ar sobre o setor oriental do Nordeste. Entretanto, quando o oceano Pacífico equatorial apresenta águas mais frias que o normal, caracteriza-se um fenômeno inverso, conhecido como La Niña, o qual propicia a ocorrência de chuvas acima do normal no Nordeste brasileiro e redução da precipitação no Sul do país (Figura 7.7b).

#### Oceano Atlântico

Há dois cenários apresentados pelo oceano Atlântico que favorecem ou inibem chuvas no semiárido do Nordeste brasileiro:

- Cenário favorável: Quando, na bacia equatorial do Atlântico Norte, as águas superficiais apresentam-se menos aquecidas que as águas superficiais da bacia equatorial do Atlântico sul (Figura 7.8a). Essa configuração faz com que o sistema de Alta Pressão do Atlântico Norte (APAN) se torne mais intenso que o sistema de Alta Pressão do Atlântico Sul (APAS) e os ventos alísios de Nordeste mais intensos que os ventos alísios de Sudeste, deslocando a Zona de

Convergência Intertropical (ZCIT) para posições ao sul da Linha do Equador.

- Cenário desfavorável: Quando, na bacia equatorial do Atlântico Norte, as águas superficiais apresentam-se mais aquecidas que as águas superficiais da bacia equatorial do Atlântico sul (Figura 7.8b), o sistema de Alta Pressão do Atlântico Norte (APAN) se torna menos intenso que o sistema de Alta Pressão do Atlântico Sul (APAS). Essa configuração ocasiona ventos alísios de Nordeste menos intensos que os ventos alísios de Sudeste, mantendo a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) ao norte da linha do Equador.

## ANÁLISE DA PLUVIOMETRIA ANUAL NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

- Mesorregião Oeste (microrregiões Mossoró, Chapada do Apodi, Médio Oeste, Vale do Açu, Pau dos Ferros, Serra de São Miguel, Umarizal): Predominância de precipitações com valores entre 600 a 800 mm, com algumas áreas localizadas nas serras dos Martins e de São Miguel, onde a precipitação ultrapassa 900 mm.

- Mesorregião Central (microrregiões de Macau, Angicos, serra de Santana, Seridó Ocidental e Seridó Oriental): Em grande parte dessa mesorregião há predomínio de precipitações entre 600 a 800 mm. No entanto, observa-se uma redução de precipitação, com valores inferiores a 600 mm em sua parte central, alcançando núcleos ligeiramente inferiores a 500 mm.
- Mesorregião Agreste (microrregiões de Baixa Verde, Agreste Potiguar e Borborema Potiguar): Na faixa adjacente à Mesorregião do Litoral Leste, as precipitações variam entre 800 a 1.000 mm. Nas demais áreas, observa-se redução na precipitação em direção ao interior, com valores entre 800 e 500 mm.
- Mesorregião Litoral Leste (microrregiões do Litoral Nordeste, Macaíba, Natal e Litoral Sul): Os totais de precipitações anuais variam de 800 a 1.600 mm. Os principais mecanismos produtores de chuvas nessa mesorregião são os Sistemas de Brisas associados às Ondas de Leste, com seu período chuvoso principal concentrado entre os meses de abril a julho. Ressalta-se, contudo, que a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) exerce grande influência nos meses que antecedem o período chuvoso.

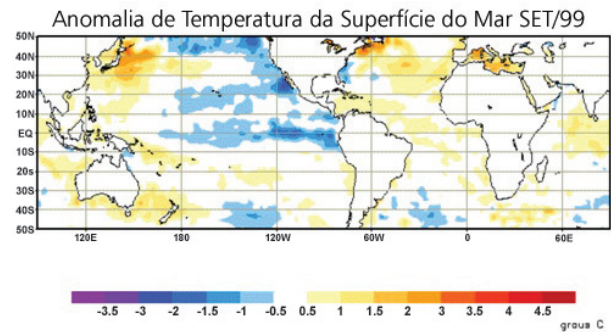
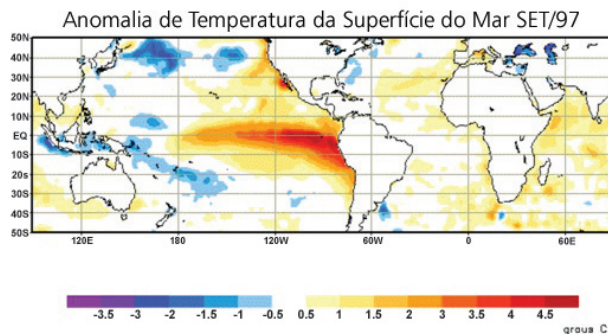


Figura 7.7 - Anomalia de temperatura da superfície do mar. (a) em setembro de 1997; (b) em setembro de 1999.

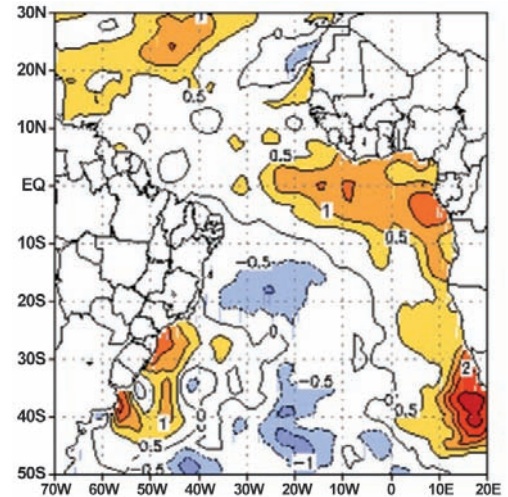
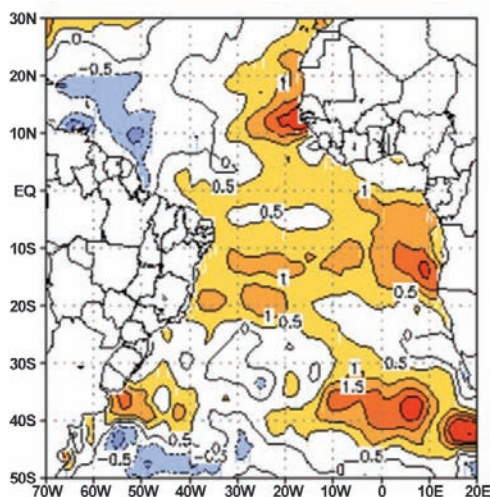
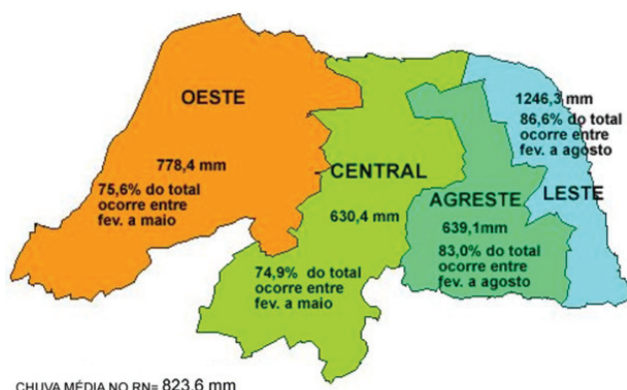


Figura 7.8 - Mapas com as águas superficiais da bacia equatorial do Atlântico Sul: (a) águas menos aquecidas; (b) águas mais aquecidas.

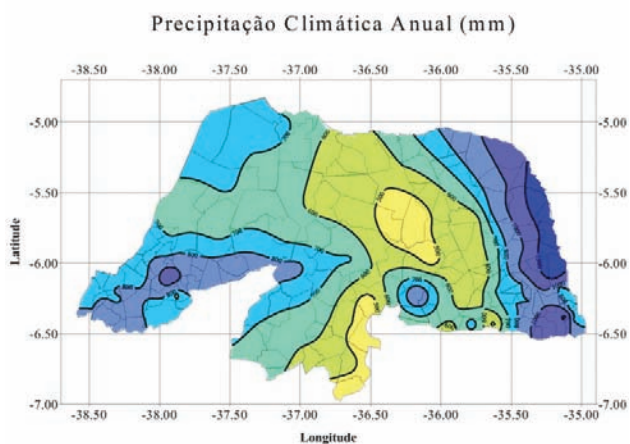
Apresentam-se, a seguir, as médias pluviométricas para cada microrregião (Tabela 7.1), bem como os mapas com o comportamento pluviométrico das mesorregiões potiguares (Figura 7.9) e a precipitação climatológica anual do estado do Rio Grande do Norte (Figura 7.10).

**Tabela 7.1** - Média pluviométrica observada nas microrregiões nos últimos 30 anos.

Nº	Microrregião	Chuva Média (mm)
1	Mossoró	757,7
2	Apodi	760,4
3	Médio Oeste	756,9
4	Vale do Açu	664,4
5	Serra de São Miguel	865,9
6	Pau dos Ferros	833,9
7	Umarizal	905,9
8	Macau	685,0
9	Angicos	490,1
10	Serra de Santana	650,0
11	Seridó Ocidental	702,1
12	Seridó Oriental	535,5
13	Baixa Verde	605,0
14	Borborema Potiguar	571,6
15	Agreste Potiguar	728,2
16	Litoral Nordeste	1048,8
17	Macaíba	1185,2
18	Natal	1554,3
19	Litoral Sul	1298,0



**Figura 7.9** - Comportamento pluviométrico nas mesorregiões potiguares.



**Figura 7.10** - Precipitação climatológica anual no estado do Rio Grande do Norte.

# 8

## POTENCIALIDADE HIDROGEOLÓGICA DO RIO GRANDE DO NORTE

José Braz Diniz Filho (*brazdf@geologia.ufrn.br*)

Álvaro Crisanto de Morais Filho (*alc\_alvinho@hotmail.com*)

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

### SUMÁRIO

Recursos hídricos subterrâneos .....	101
Província hidrogeológica do embasamento cristalino .....	101
Aquífero cristalino.....	101
Província hidrogeológica sedimentar .....	102
Domínio hidrogeológico sedimentar da bacia potiguar .....	102
Domínio hidrogeológico sedimentar tercióquaternário da bacia costeira RN/PB/PE, setor oriental .....	106
Domínio hidrogeológico sedimentar quaternário .....	108
Recursos hídricos superficiais .....	108
Conclusões .....	109
Referências.....	109





## RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

O estado do Rio Grande do Norte é composto pela Província Hidrogeológica do Embasamento Cristalino e Província Hidrogeológica Sedimentar (Figura 8.1).

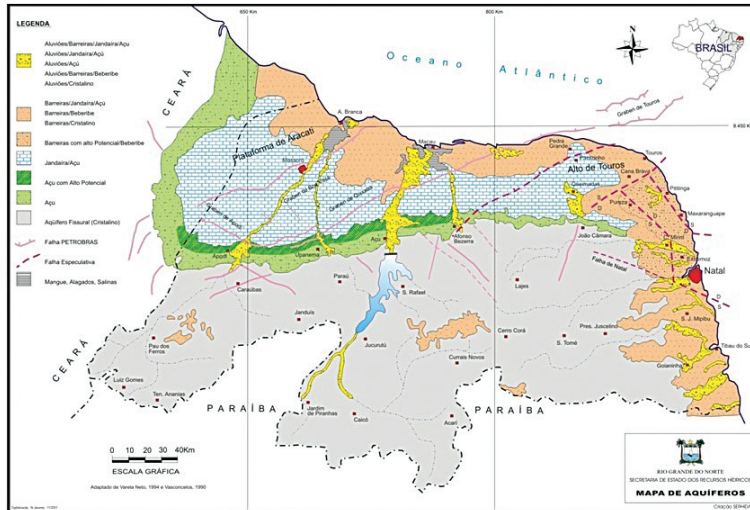


Figura 8.1 - Mapa hidrogeológico do estado do Rio Grande do Norte.  
Fonte: SERHID (1998).

### Província Hidrogeológica do Embasamento Cristalino

A Província Hidrogeológica do Embasamento Cristalino compõe cerca de 60% da superfície total do estado do Rio Grande do Norte (aproximadamente 31.809 km<sup>2</sup>), aflorando nas porções meridional e central representadas pelo Aquífero Cristalino, também denominado aquífero fissural (Figura 8.1).

### Aquífero Cristalino

O Aquífero Cristalino-Fissural constitui-se de rochas fraturadas/diaclasadas do embasamento cristalino, incluindo litologias como gnaisses (biotita-gnaiss, anfibólio-gnaiss, gnaisses quartzofeldspáticos), migmatitos, micaxistos, filitos, granitoides pórfiros e equigranulares, quartzitos, metavulcânicas etc.

O clima da região é semiárido, com precipitações pluviométricas inferiores a 800 mm/ano, o que condiciona o pouco desenvolvimento do manto de intemperismo e solos e, muitas vezes, demonstrando as rochas-fonte aflorantes.

Nos terrenos cristalinos, a atuação de campos de tensões tectônicas, associada aos movimentos tectônicos de placas, origina esforços tracionais e compressivos responsáveis pela intensidade e formação de sistemas de fraturas/falhas geológicas, bem como abertura, conectividade e intensidade de fraturamento/falhamento no maciço rochoso. Esses fatores, por sua vez, determinam o caráter de porosidade e permeabilidade fissural necessário ao de-

envolvimento do sistema aquífero fissural, apresentando, em geral, um caráter heterogêneo e anisotrópico do ponto de vista hidráulico.

Dessa forma, as fraturas e/ou falhas são os condutos (poros) que, sendo interconectados, propiciam a formação de uma rede de condutos responsável pelo caráter de permeabilidade do aquífero. Isso favorece os processos de infiltração de águas de chuva, cujo armazenamento subsequente nos condutos interconectados compõe o aquífero fissural. A identificação e o reconhecimento dessas estruturas em campo constituem um dos passos mais importantes para se alcançar êxito na perfuração de poços, para os quais têm sido utilizados desde métodos mais convencionais (fotografias aéreas) até ferramentas de geoprocessamento e técnicas geofísicas, embasadas, evidentemente, no conhecimento das direções dos campos de tensões que atuaram e atuam nos maciços rochosos e que originaram sistemas de fraturas abertas em determinadas direções preferenciais, da maior importância ao armazenamento e produtividade dos poços no aquífero fissural.

No estado do Rio Grande do Norte, têm sido obtidos os seguintes valores médios regionais de parâmetros hidráulicos e dimensionais com respeito ao sistema aquífero fissural (SERHID, 1998):

- Vazão média (m<sup>3</sup>/h): 3,04.
- Vazão mínima (m<sup>3</sup>/h): 0,04.
- Vazão máxima (m<sup>3</sup>/h): 32,7.
- 75% das vazões (m<sup>3</sup>/h): 0,04 a 3,26.
- Vazão específica média (m<sup>3</sup>/h/m): 0,52.
- Vazão específica mínima (m<sup>3</sup>/h/m): 0,003.
- Vazão específica máxima (m<sup>3</sup>/h/m): 11.
- Profundidade média do nível estático (m): 8,0.
- 86% das profundidades dos poços (m): 25,0 a 75,0.

Esses valores retratam a baixa potencialidade hidrogeológica do aquífero fissural no estado do Rio Grande do Norte, formado por rochas fraturadas de caráter heterogêneo e anisotrópico, com poços pouco profundos e de baixas vazões. Esses parâmetros são também motivados e resultantes de clima semiárido, distribuição irregular das chuvas no tempo e espaço, chuvas concentradas em poucos meses do ano, recarga subterrânea irregular e descontínua. Além desses fatores, o clima interfere no pouco desenvolvimento de mantos de intemperismo e solos, cuja quase ausência desfavorece a retenção de águas de chuva e favorece os escoamentos superficiais rápidos, diminuindo a infiltração de águas e os processos de recarga natural.

Em geral, as águas subterrâneas do Aquífero Cristalino podem ser usadas para uso animal, porém não são potáveis. No entanto, atualmente, vêm sendo potabilizadas por processos artificiais (dessalinizadores), o que tem melhorado consideravelmente o abastecimento público em regiões mais carentes.

Os parâmetros hidroquímicos médios do Aquífero Cristalino são apresentados no Quadro 8.1.

**Quadro 8.1** - Valores médios dos parâmetros hidroquímicos do aquífero Cristalino.

Parâmetro	Valor	Tipos de Água e Classificações Predominantes
pH	7,17	Águas Cloretadas Sódicas. Águas Salobras a Salgadas.
Condutividade Elétrica (µS/cm)	4381,3	
Resíduo Seco (mg/L)	2319,1	
Dureza Total		
Na <sup>+</sup> , mg/L	684,8	
Ca <sup>++</sup> , mg/L	289,3	
Mg <sup>++</sup> , mg/L	289,3	
Cl, mg/L	1344,6	
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , mg/L	177,0	
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/L	301,8	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/L	17,7	

Fonte: SERHID (1998).

### Província Hidrogeológica Sedimentar

A Província Hidrogeológica Sedimentar ocorre preferencialmente nas porções setentrional (ou faixa litorânea norte) e oriental (ou faixa litorânea leste) do estado do Rio Grande do Norte (Figura 8.1). Compõem essa província sedimentar os domínios hidrogeológicos sedimentares da Bacia Potiguar (aquíferos Açú, Jandaíra e Barreiras), o domínio hidrogeológico tercióquaternário do setor oriental (Aquífero Barreiras), além do Domínio Quaternário, de menor continuidade espacial (aquíferos Aluvial e Dunas).

#### Domínio Hidrogeológico Sedimentar da Bacia Potiguar

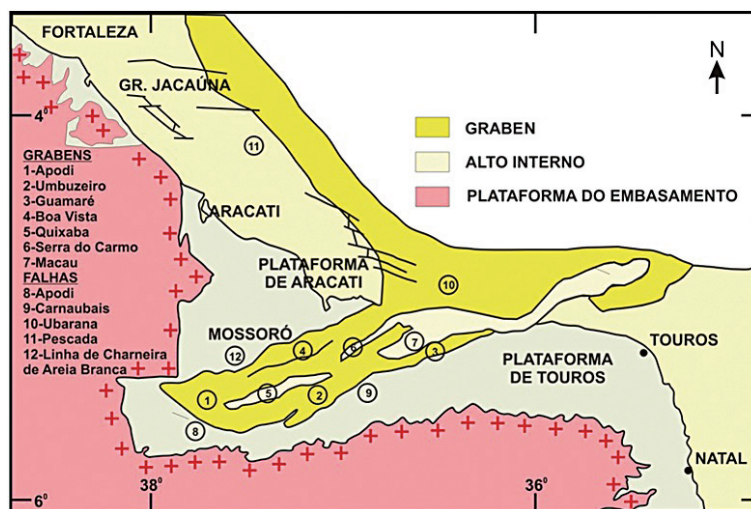
A Bacia Sedimentar Potiguar (Figura 8.1) abrange, principalmente, o estado do Rio Grande do Norte e uma pequena faixa do estado do Ceará, em suas porções emersas e respectivas plataformas continentais submersas (SOARES, 2000). Na porção emersa total (RN e CE), perfaz uma superfície de 22.500 km<sup>2</sup> e de 26.500 km<sup>2</sup> na parte submersa. É limitada a leste, sul e oeste pelas rochas do embasamento cristalino (Aquífero Fissural), a noroeste pela Bacia Sedimentar do Ceará e, ao norte, pelo oceano Atlântico.

A referida bacia consiste em um compartimento tectonossedimentar originado por rifteamento e deriva continental desenvolvidos no Cretáceo, os quais permitiram inicialmente

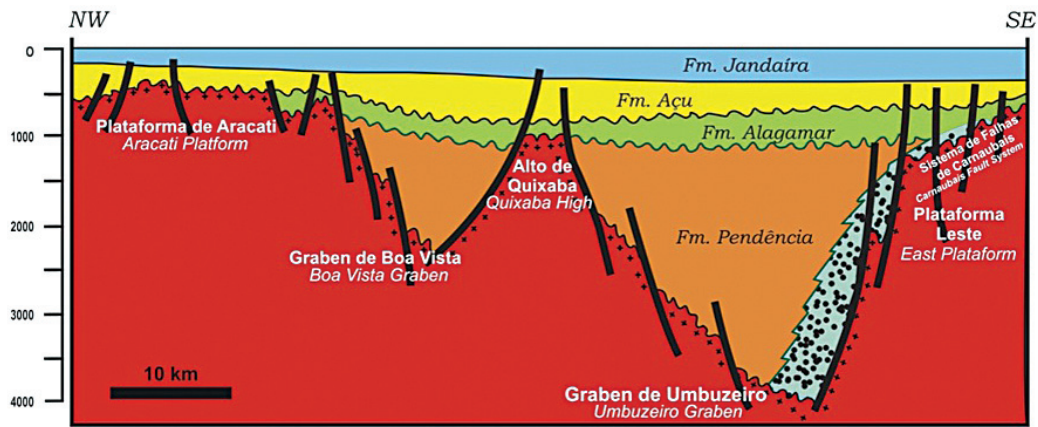
a formação de grabens e lagos tectônicos intracratônicos que evoluíram para uma bacia de margem passiva, com influência marinha. Nesse processo, foi estabelecida a deposição de seqüências sedimentares associadas a distintos eventos tectônicos (afinamento crustal, subsidência, falhas, formação de depósitos siliciclásticos continentais da fase rifte, ingressões marinhas, formação de depósitos das fases transicionais e marinhas da fase drifte, soerguimento crustal, progradação marinha, depósitos finais da fase drifte).

O arcabouço estrutural da Bacia Potiguar é representado por grabens e altos internos relacionados à fase rifte e plataformas rasas do embasamento e talude continental da fase de deriva continental – plataformas de Aracati e Leste (Figuras 8.2 e 8.3). Consta-se que, na parte emersa, a bacia apresenta uma faixa territorial relacionada à ocorrência do graben central (deposição das seqüências das formações Pendência e Alagamar) que, em linhas gerais, seria equivalente ao domínio espacial entre Areia Branca-Mossoró-Apodi-Assu-Macau (Figura 8.2). Nas faixas oriental e ocidental ao graben central, desenvolveu-se um arcabouço estrutural de caráter mais monótono e homogêneo, de características similares às plataformas Leste (faixa oriental) e Aracati (faixa ocidental), respectivamente. A sedimentação nessas faixas é definida pela deposição da seqüência transgressiva (formações Açú e Jandaíra) sobre o embasamento cristalino e sobrejacente à Formação Alagamar na região do graben central (Figura 8.3).

O arcabouço stratigráfico da Bacia Potiguar se divide em três fases principais: rifte, transicional e drifte (margem passiva). Durante a primeira fase, a subsidência e a sedimentação foram controladas por mecanismos de extensão e afinamento crustal, enquanto nas duas últimas fases o resfriamento da crosta e o balanço isostático foram os controles basicamente atuantes (BERTANI et al., 1990). Compreende três grandes grupos:



**Figura 8.2** - Arcabouço estrutural da bacia Potiguar. Fonte: Adaptado de Bertani et al. (1990).



**Figura 8.3** - Seção típica da bacia Potiguar, mostrando seu estilo estrutural e estratigráfico da parte emersa.  
 Fonte: Adaptado de Bertani et al. (1990).

- Grupo Areia Branca (engloba as fases rifte e transicional): Formação Pendência – siliciclásticos continentais fluviodeltalacustres; Formação Alagamar – folhelhos e carbonatos lagunares intercalados com arenitos deltaicos.
- Grupo Apodi: Formação Açu – Compreende a base da sequência da fase marinha transgressiva de margem passiva, constituída por arenitos fluviais de sistema entrelaçado, evoluindo para sistema meandrante e costeiro (estuarino e lagunar); Formação Jandaíra – Corresponde ao topo da sequência da fase marinha transgressiva, constituída por rochas carbonáticas de plataforma rasa, que recobriram concordantemente os arenitos costeiros da Formação Açu sobre toda a porção emersa da Bacia Potiguar (incluem calcarenitos e calculutitos).
- Grupo Agulha: Corresponde à fase marinha regressiva de margem passiva. Inclui sistemas de leques costeiros (siliciclásticos da Formação Barreiras), plataforma (siliciclásticos da Formação Tibau e carbonatos da Formação Guamaré) e talude (folhelhos da Formação Ubarana).

Os arenitos da Formação Açu (subjacentes à Formação Jandaíra) ocorrem aflorando na borda da Bacia Potiguar, formando o limite sul dessa bacia no estado do Rio Grande do Norte (Figura 8.1) e o limite leste no estado do Ceará. As formações Barreiras (rochas siliciclásticas) e Jandaíra (rochas carbonáticas) são as principais sequências aflorantes da Bacia Potiguar emersa.

Tendo como base o arcabouço estrutural e estratigráfico da Bacia Potiguar emersa, são definidos três sistemas aquíferos: Aquífero Açu (da Formação Açu); Aquífero Jandaíra (da Formação Jandaíra); Aquífero Barreiras (da Formação Barreiras). Em subsuperfície, constata-se que os aquíferos Açu e Jandaíra ocorrem de forma mais contínua e monótona em relação aos depósitos sedimentares formados no graben principal (Formação Pendência – Figura

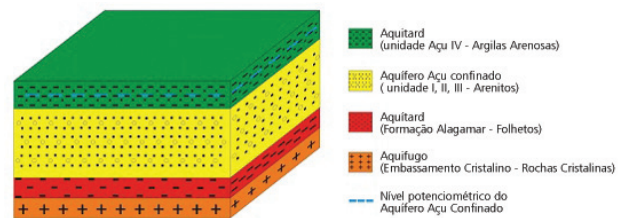
8.3), embora sua geometria também possa ter influência de sistemas de falhas profundas reativadas por processos neotectônicos.

• Aquífero Açu

Compreende um sistema aquífero essencialmente confinado no topo pelas litologias da Formação Açu (argilitos arenosos e siltitos) e, na base, pelo aquitard representado pela Formação Alagamar (Figura 8.4). No entanto, apresenta-se como um aquífero de natureza livre na zona de afloramento de direção aproximada este-oeste, cuja largura varia de 5 km (setor leste) a 20 km (setor oeste) (Figura 8.1). Na porção sul da Bacia Potiguar, no estado, o Aquífero Açu mantém contato discordante sobrejacente ao aquífero fissural.

O Aquífero Açu compõe-se de rochas siliciclásticas depositadas em ambiente continental que englobam desde sistemas deposicionais de leques aluviais, fluviais entrelaçados e meandantes (definindo as unidades Açu I, II, III), até rochas siliciclásticas, formadas em ambiente transicional de sistemas costeiros e estuarinos (unidade Açu IV), de acordo com Vasconcelos et al. (1990, apud SOARES, 2000).

Tal padrão de distribuição de sequências deposicionais caracteriza uma sucessão hidroestratigráfica do Aquífero Açu na parte emersa da Bacia Potiguar, na qual se tem



**Figura 8.4** - Esboço hidroestratigráfico das unidades da formação Açu na bacia Potiguar emersa e a representação do aquífero Açu confinado.

uma seção basal essencialmente arenosa e mais permeável, gradando para uma seção mais argilosa e menos permeável no topo (siltitos, folhelhos e argilitos). De acordo com essa constituição litológica, tem-se a seguinte distribuição hidroestratigráfica (Figura 8.4):

- Base do Aquífero Açu: *Aquitard* correspondente às camadas semiconfinantes compostas por rochas argilosas da Formação Alagamar (folhelhos), nas partes mais profundas do graben principal da bacia. Nas partes mais rasas da bacia, a base do Aquífero Açu corresponde ao embasamento cristalino (aquífugo), nas plataformas rasas Aracati e Leste.
- Aquífero Açu confinado: Corresponde às rochas sedimentares da Formação Açu que compõem as unidades estratigráficas Açu I, II e III (arenitos fluviais de leques aluviais, sistemas entrelaçados e meandantes), em geral de melhor permeabilidade. O aquífero é confinado pelo *aquitard* formado pelas rochas argilosas do topo da Formação Açu (e também base da Formação Jandaíra); na base, tem-se o *aquitard* definido pelas rochas do topo da Formação Alagamar.
- Topo do Aquífero Açu (camadas confinantes): *Aquitard* formado por rochas do topo da Formação Açu que compõem a unidade Açu IV (folhelhos, siltitos e argilitos de sistemas costeiros) e rochas argilosas da base da Formação Jandaíra, de caráter pouco permeável.

Os dados dimensionais e hidrodinâmicos do Aquífero Açu são:

- Topo do Aquífero Açu na região de Mossoró (incluída na faixa mais profunda do graben central): registrado entre 600 a 700 m de profundidade.
- Espessuras do Aquífero Açu: variam de 40 m no setor oriental (plataforma Leste) a 400 m no graben central.
- Condutividades hidráulicas do Aquífero Açu: variam de  $5 \times 10^{-7}$  m/s a  $3,3 \times 10^{-5}$  m/s.
- Coeficientes de armazenamento e porosidade específica do Aquífero Açu: os coeficientes de armazenamento variam entre  $5 \times 10^{-7}$  a  $8 \times 10^{-7}$ ; as porosidades específicas (na zona de afloramento) variam entre 0,02 a 0,08 (ALVES DEMÉTRIO e FEITOSA, 1997).

As avaliações existentes sobre reservas exploráveis e potenciais do Aquífero Açu indicaram os seguintes valores:

- Região de Mossoró (goben central): reservas exploráveis programadas iguais a 40 hm<sup>3</sup>/ano; disponibilidades de 80 hm<sup>3</sup>/ano (total do volume extraído em 97 poços); potencialidade negativa de -40 hm<sup>3</sup>/ano, caracterizando um regime de superexploração do Aquífero Açu nesse domínio (exploração em regime de exaustão).
- Região da Plataforma Leste: reservas exploráveis programadas iguais a 21,2 hm<sup>3</sup>/ano; disponibilidades de 13 hm<sup>3</sup>/ano (total do volume extraído em 13 poços); potencialidade positiva de 8,2 hm<sup>3</sup>/ano.

Os dados indicam que a tendência é haver um rebaixamento progressivo do nível potenciométrico do Aquífero Açu como um todo. Esse aspecto está relacionado, segundo a literatura, à ausência de recarga induzida pelo bombeamento, que compensaria a retirada do armazenamento do aquífero, que, dessa forma, estaria sendo até hoje explorado em regime de exaustão das reservas.

Entre os efeitos indesejáveis mais importantes já registrados na região, em decorrência do bombeamento de poços em regime de exaustão, e até mesmo pelas características geológicas da Bacia Potiguar, citam-se (SERHID, 1998):

- Aumento da salinidade das águas captadas em poços no Aquífero Açu, decorrente do provável efeito de inversão de carga potenciométrica (carga Açu > carga Jandaíra, passando ao longo do tempo para carga Jandaíra > carga Açu), ocorrendo, assim, drenança vertical descendente de águas do Aquífero Jandaíra (de maior salinidade) para o Aquífero Açu.
- Contaminação de poços de água subterrânea do Aquífero Açu com óleo.

Os parâmetros hidroquímicos médios do Aquífero Açu são apresentados no Quadro 8.2. Percebe-se que as águas são doces, embora possam ter dureza elevada.

**Quadro 8.2** - Valores médios dos parâmetros hidroquímicos do aquífero Açu.

Parâmetro	Valor	Tipos de Água e Classificações Predominantes
pH	7,5	Águas Cloretadas Sódicas e Bicarbonatadas Sódico-Cálcicas (Cl <sup>-</sup> > HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> > SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> > Na <sup>+</sup> > Mg <sup>++</sup> > Ca <sup>++</sup> ). Águas Doces. Águas Muito Duras.
Condutividade Elétrica (μS/cm)	852,1	
Resíduo Seco (mg/L)	487,3	
Dureza Total	296,2	
Na <sup>+</sup> , mg/L	160,0	
Ca <sup>++</sup> , mg/L	212,4	
Mg <sup>++</sup> , mg/L	125,9	
K <sup>+</sup> , mg/L	14,0	
Fe <sup>++</sup> , mg/L	0,40	
Cl <sup>-</sup> , mg/L	160,0	
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , mg/L	60,2	
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/L	208,0	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/L	17,5	

Fonte: SERHID (1998).

• Aquífero Jandaíra

A Formação Jandaíra apresenta variação litológica vertical e horizontal e inclui calcários, margas, siltitos, argilitos e dolomitos. O Aquífero Jandaíra corresponde à porção superior da Formação Jandaíra composta por calcários, apresentando uma superfície total da ordem de 14.120 km<sup>2</sup>, segundo Mistretta (apud SERHID, 1998). Nesse domínio, o Aquífero Jandaíra se acha recoberto pelas formações Barreiras e Dunas nas porções costeiras do setor norte, sendo

limitado na porção inferior por rochas pouco permeáveis da base da própria Formação Jandaíra e/ou topo da Formação Açú (arenitos argilosos, siltitos, argilitos, folhelhos, margas, calcários compactos), que também funcionam como camadas semiconfinantes do Aquífero Açú (tais camadas podem alcançar espessuras máximas da ordem de 800 m na porção mais profunda da bacia).

De acordo com Domenico e Schwartz (1990), a carstificação é uma feição evolutiva, na qual a dissolução da rocha ao longo do tempo resulta no desenvolvimento gradual de um sistema de condutos integrados.

Os sistemas cársticos se desenvolvem por meio de processos de infiltração de águas de chuva ao longo de descontinuidades definidas por fraturas/falhas e/ou planos de estratificação nas rochas carbonáticas (Figura 8.5a). Daí, sob certo gradiente da bacia, as águas infiltradas circulam pelas descontinuidades do maciço rochoso, ao mesmo tempo em que reagem quimicamente dissolvendo a rocha. Prosseguindo o processo, os constituintes químicos dissolvidos da rocha são transportados ionicamente pelo fluxo das águas subterrâneas, sob certo gradiente hidráulico, favorecido pela declividade regional/gradiente da própria bacia sedimentar, aumentando a erosão química vertical que proporciona o rebaixamento do lençol freático (Figura 8.5b), com conseqüente aprofundamento e alargamento simultâneos dos condutos.

Esses processos devem estar associados ao desenvolvimento da carstificação da porção superior da Formação Jandaíra formada por calcários, que desenvolveu o Aquífero Jandaíra de natureza cárstico-fissural.

O Aquífero Jandaíra apresenta espessuras que variam, em geral, entre 50 e 250 m, definidas pela ocorrência de cavernas, condutos e fraturas nesses intervalos. Nos locais em que atinge profundidades superiores a 300 m, não é comum a existência dessas feições porosas e permeáveis (SERHID, 1998). O aquífero é constituído por calcários carstificados ao longo de planos de acamamento e fraturas, caracterizando-se como um meio de natureza cárstico-fissural, com caráter de aquífero livre, cujo substrato impermeável/semipermeável é formado pelos aquitardes da base da Formação Jandaíra (siltitos, argilitos, folhelhos,

margas) e/ou topo da Formação Açú (Figura 8.6).

O Aquífero Barreiras livre (que recobre o Aquífero Jandaíra nas porções mais ao norte da Bacia Potiguar emergsa), embora seja de baixo potencial hidrogeológico nesse domínio, pode se apresentar saturado na base e funcionar como uma unidade de transferência hidráulica que deve favorecer a recepção de águas de chuva e a recarga do Aquífero Jandaíra subjacente, mediante drenança vertical descendente ao longo do tempo (nível potenciométrico do Aquífero Barreiras maior que o nível potenciométrico do Aquífero Jandaíra) (Figura 8.6).

Os parâmetros hidráulicos e hidrodinâmicos médios do Aquífero Jandaíra são:

profundidade do nível das águas subterrâneas: varia de 40 a 170 m nas zonas de recarga (de maiores cotas topográficas);

- vazão específica: varia de 1 a 48 m<sup>3</sup>/h/m (75% entre 1 a 6,2 m<sup>3</sup>/h/m);
- transmissividade: 2,8 x 10<sup>-3</sup> a 3,3 x 10<sup>-3</sup> m<sup>2</sup>/s.

As avaliações sobre reservas do Aquífero Jandaíra (MISTRETTA, 1984, apud FEITOSA, 1998) estabelecem os seguintes valores:

- reservas explotáveis: 125,0 hm<sup>3</sup>/ano;
- disponibilidades: 58,3 hm<sup>3</sup>/ano;
- potencialidade: 66,7 hm<sup>3</sup>/ano.

De acordo com estudos desenvolvidos na região, as evidências sugerem que é possível duplicar a exploração do Aquífero Jandaíra sem afetar as reservas permanentes (excedente de 66,7 hm<sup>3</sup>/ano, acima da exploração atual, de 58,3 hm<sup>3</sup>/ano).

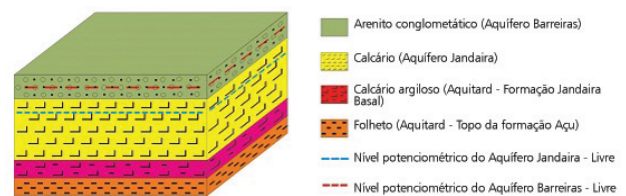
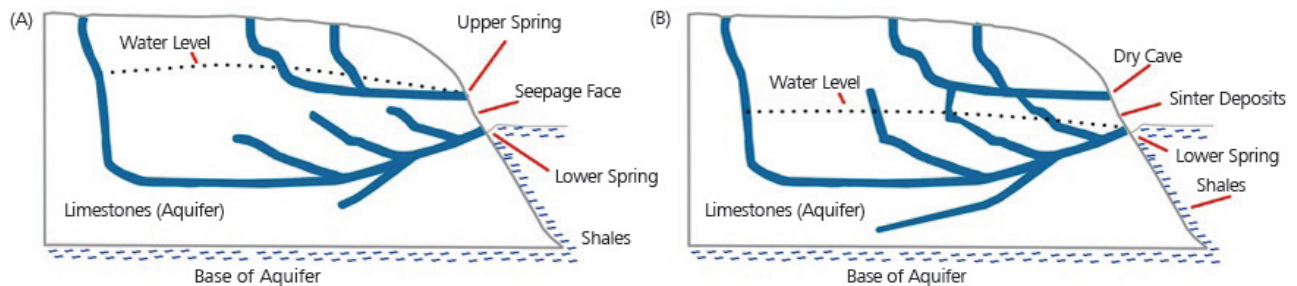


Figura 8.6 - Esboço hidroestratigráfico das unidades da formação Jandaíra na bacia Potiguar emergsa e a representação do aquífero Jandaíra livre.



Desenvolvimento de condutos pela infiltração de águas superficiais: (A) Estágio Inicial; (B) Estágio Avançado

Figura 8.5 - Esquema teórico sobre o desenvolvimento de estruturas cársticas. Fonte: Modificado de Mandel e Shiftan (1981).

Os parâmetros hidroquímicos médios do Aquífero Jandaíra são apresentados no Quadro 8.3. As águas, em geral, são salobras e muito duras.

**Quadro 8.3** - Valores médios dos parâmetros hidroquímicos do aquífero Jandaíra.

Parâmetro	Valor	Tipos de Água e Classificações Predominantes
pH	7,5	Águas Cloretadas Mistas. Águas Salobras. Águas Muito Duras.
Condutividade Elétrica (µS/cm)	2583,6	
Resíduo Seco (mg/L)	2070,8	
Dureza Total	1047,9	
Na <sup>+</sup> , mg/L	335,9	
Ca <sup>++</sup> , mg/L	165,6	
Mg <sup>++</sup> , mg/L	122,7	
K <sup>+</sup> , mg/L	12,8	
Fe <sup>++</sup> , mg/L	0,3	
Cl <sup>-</sup> , mg/L	789,36	
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , mg/L	239,6	
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/L	247,1	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/L	47,5	

Fonte: SERHID (1998).

**Domínio Hidrogeológico Sedimentar Tercioquaternário da Bacia Costeira RN/PB/PE, Setor Oriental**

• **Aquífero Barreiras**

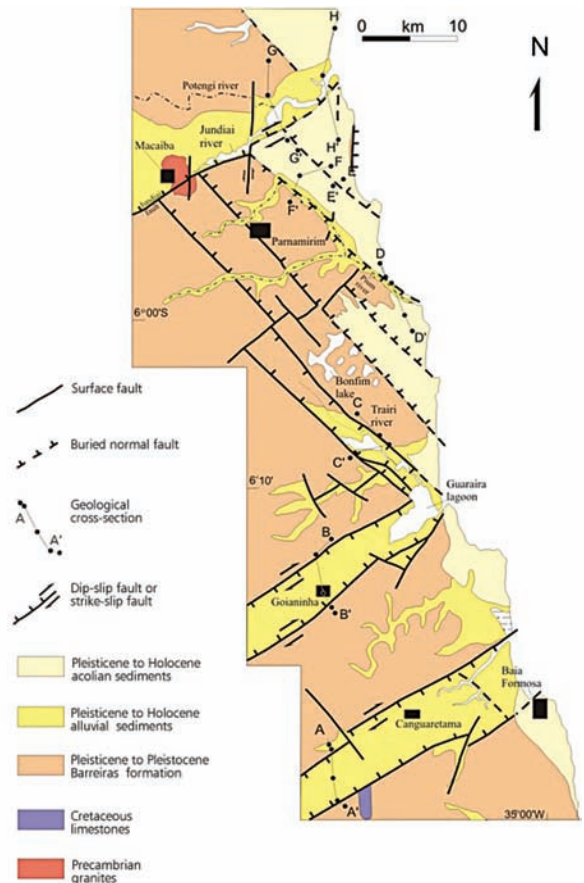
O Aquífero Barreiras, no litoral do estado do Rio Grande do Norte, abrange o setor costeiro norte, sobrejacente ao Aquífero Jandaíra (região da Bacia Potiguar emersa), e prolonga-se para o setor oriental do estado, sobrejacente ao embasamento cristalino nas partes mais continentais e ao *aquitard* cretáceo nas porções costeiras (Figura 8.1). Ocorrem também algumas faixas isoladas e dispersas do Aquífero Barreiras sobrejacentes ao Aquífero Cristalino. Na região costeira leste (oriental), entre o Alto de Touros (setor nordeste) até o limite com a Paraíba, o Aquífero Barreiras se apresenta como de grande potencial hidrogeológico com água potável, ao contrário dos setores norte e das ocorrências nas regiões do embasamento cristalino, reconhecidamente de baixa potencialidade.

A Formação Barreiras, na região oriental, com largura média da ordem de 30 km, faz parte da Bacia Costeira RN/PB/PE, recobrimo o embasamento cristalino e o *aquitard* cretáceo, sendo limitada, a oeste, pelo embasamento cristalino; a leste, pelo oceano Atlântico.

Os aspectos geológico-estruturais dessa bacia costeira no estado demonstram que o Aquífero Barreiras pode apresentar uma geometria (espessura e continuidade espacial) variável em função dos controles estruturais estabelecidos por falhamentos geológicos (Figura 8.7).

O substrato do Aquífero Barreiras é definido pelo embasamento cristalino a oeste, passando lateralmente ao *aquitard* cretáceo nos setores mais costeiros, esse último detectado através de poços mais profundos que ultrapassaram o Aquífero Barreiras (existem poucos afloramentos do *aquitard* cretáceo, como a sudoeste de Canguaretama – Figura 8.7), sendo comumente designados arenitos calcíferos.

Em geral, a camada aquífera que constitui o Aquífero Barreiras é subdividida em duas unidades litológicas predominantes: unidade inferior, mais permeável e de caráter mais arenoso; unidade superior, menos permeável, de caráter mais argiloso. Esse arranjo vertical dá indicações de que o Aquífero Barreiras compreende efetivamente a seção inferior mais permeável, sendo em geral semiconfinado pela seção superior mais argilosa. Desse modo, a seção inferior compõe-se de arenitos finos a grossos, com intercalações de argilitos/siltitos e níveis conglomeráticos, moderadamente consolidados. A seção superior compõe-se predominantemente de arenitos argilosos muito finos e siltitos/argilitos arenosos, moderadamente consolidados. Esses materiais são de cores creme, amarelada, alaranjada e avermelhada, sugerindo atuação de processos de intemperismo químico no material clástico original ao longo do tempo geológico.



**Figura 8.7** - Detalhes geológico-estruturais que controlam a ocorrência dos estratos sedimentares costeiros na bacia PE/PB/RN – trecho entre Extremoz e Baía Formosa (RN).

Fonte: Bezerra et al. (2001).

Os sedimentos de dunas fixas e móveis, bem como as coberturas arenosas de espraiamento (sedimentos retrabalhados da Formação Barreiras, terraços de areias de paleodunas etc.) que recobrem o Aquífero Barreiras nas porções mais costeiras, podem formar uma unidade aquífera, apresentando, no entanto, baixo potencial hidrogeológico em função da descontinuidade do pacote e suas pequenas dimensões espaciais. Entretanto, as dunas e coberturas arenosas definem-se como um componente hidráulico de grande importância como unidade de transferência e recarga da seção arenosa inferior da Formação Barreiras que define efetivamente o Aquífero Barreiras, fortalecendo a potencialidade desse aquífero em função da grande capacidade de infiltração de água de chuva que tem os sedimentos dunares/coberturas arenosas bastante porosos e permeáveis.

Há situações nas quais não ocorre uma individualização hidráulica tão evidente entre o sistema aquífero Barreiras e o sistema Dunas/coberturas arenosas sobrejacentes, tendo em vista que, nesses casos, não se registram diferenças de carga significativas entre os níveis potenciométricos dos dois sistemas. Nesse caso, configuram-se como um sistema hidráulico único e interconectado, que define um sistema aquífero único de natureza livre, comumente designado Sistema Aquífero Dunas-Barreiras na região.

Os parâmetros dimensionais do Aquífero Barreiras apresentam os seguintes valores médios:

- espessura litológica média: 57,0 m, predominando o intervalo entre 38,0 e 74,0 m;
- espessura saturada média: 26,0 m, predominando o intervalo entre 17,0 e 33,0 m; em geral, variando espacialmente de oeste para leste, no sentido da linha de costa;
- profundidade média do nível estático nos poços: 15,8 m, variando de zero (poços surgentes) a 85,0 m, embora na maior parte das vezes seja inferior a 34,0 m de profundidade;
- condutividade hidráulica: varia, em geral, de  $1,9 \times 10^{-5}$  m/s a  $8,1 \times 10^{-3}$  m/s, com valor médio de  $1,8 \times 10^{-4}$  m/s;
- transmissividade: varia de  $5,6 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s a  $3,5 \times 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s, sendo o valor médio de  $4,8 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s;
- porosidade específica: frequentemente é adotada como da ordem de 10%.

O escoamento das águas subterrâneas do Aquífero Barreiras na faixa costeira oriental é regionalmente para o mar, considerando que se trata de um aquífero costeiro. Entretanto, na região costeira oriental, ocorrem os vales úmidos, que correspondem a drenos naturais das ressurgências das águas subterrâneas do Aquífero Barreiras/Dunas, cujo escoamento é redirecionado localmente para os vales, originando diversas fontes/olheiros naturais. Essas fontes naturais favorecem o escoamento de base nos vales úmidos, tornando perenes diversos rios costeiros, como os rios Maxaranguape, Ceará-Mirim, Potengi, Pirangi, Trairi etc. Em contextos mais específicos e favoráveis, o Aquífero Barreiras também contribui para a formação de lagoas, a exemplo

do sistema lacustre Bonfim e Extremoz, demonstrando a relação que tem o Aquífero Barreiras com a ocorrência de águas superficiais no litoral oriental do estado.

As reservas do Aquífero Barreiras no litoral leste foram assim estimadas (SERHID, 1998):

- reservas renováveis: 1450,0 hm<sup>3</sup>/ano;
- reservas explotáveis: 1450,0 hm<sup>3</sup>/ano;
- disponibilidades: 172,0 hm<sup>3</sup>/ano, em 960 poços;
- potencialidade: 1278,0 hm<sup>3</sup>/ano.

Os dados indicam que a potencialidade é cerca de sete vezes maior que o volume anual retirado do aquífero, evidenciando o grande potencial hidrogeológico do Aquífero Barreiras no litoral oriental.

A ocorrência do Aquífero Barreiras, conforme relatos prévios, também é registrada na região da Bacia Potiguar (Figura 8.1), embora seja reconhecidamente de baixo potencial hidrogeológico e de conotação menos econômica, tendo em vista a existência de poços mais profundos (até 200 m) com baixas vazões, como na região da Serra do Carmo. A literatura faz especulações associando a baixa potencialidade hidrogeológica às características litológicas mais argilosas e menos permeáveis do Aquífero Barreiras nesse setor norte do estado, embora a condição desfavorável do clima semiárido não contribua para que haja um ritmo regular temporal e espacial de recarga e renovação do Aquífero Barreiras, comprometendo suas reservas econômicas.

No domínio do embasamento cristalino, também ocorrem testemunhos do Aquífero Barreiras (conhecidos como Formação Serra dos Martins), que são reconhecidamente de baixa potencialidade hidrogeológica, embora nesse contexto possam apresentar importância considerável como fonte de abastecimento, mesmo com poços de baixas vazões existentes nas regiões das serras de Santana, dos Martins e de Portalegre.

Os parâmetros hidroquímicos médios do Aquífero Barreiras são apresentados no Quadro 8.4. As águas são doces e naturalmente potáveis.

**Quadro 8.4** - Valores médios dos parâmetros hidroquímicos do aquífero Barreiras.

Parâmetro	Valor	Tipos de Água e Classificações Predominantes
pH	6,13	Águas Cloretadas Sódicas. Águas Doces.
Condutividade Elétrica (µS/cm)	162,55	
Resíduo Seco (mg/L)	125,29	
Na <sup>+</sup> , mg/L	14,79	
Ca <sup>++</sup> , mg/L	19,16	
Mg <sup>++</sup> , mg/L	5,53	
Fe <sup>++</sup> , mg/L	1,28	
Cl <sup>-</sup> , mg/L	38,78	
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , mg/L	19,14	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/L	17,86	

Fonte: SERHID (1998).

## Domínio Hidrogeológico Sedimentar Quaternário

### • Aquífero Aluvial

A Figura 8.1 mostra a ocorrência do Aquífero Aluvial (cujas larguras são ilustradas em certo exagero de escala), subentendendo-se que os sedimentos aluviais se distribuem praticamente em todos os principais leitos de rios e riachos que compõem os sistemas de drenagens superficiais do estado, seja na região do Aquífero Cristalino, seja nas regiões setentrional e oriental.

O Aquífero Aluvial apresenta pequenas e variadas dimensões (larguras e espessuras). Sua maior ocorrência é na região na qual se sobrepõe ao embasamento cristalino. Os valores médios de parâmetros hidrodinâmicos e dimensionais, estimados em estudos da SERHID (1998), foram os seguintes:

- condutividade hidráulica:  $3,9 \times 10^{-3}$  m/s;
- transmissividade:  $1,75 \times 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s;
- porosidade específica: 15%;
- espessura de areia: 4,0 m.

Os depósitos aluviais na região do embasamento cristalino podem ocorrer de forma contínua em grandes extensões de vales fluviais (por exemplo, de 34 km a 47 km), porém, manifestam-se também de forma descontínua, interrompida por soleiras do embasamento rochoso. As aluviões podem apresentar variações litológicas e dimensionais, em resposta aos fenômenos do clima/microclima, fatores do relevo e declividade do perfil do rio, presença de regolitos e solos nas vertentes dos vales, tipos de rocha e sua suscetibilidade às alterações intempéricas. Em geral, o Aquífero Aluvial se mostra constituído por areias médias a grossas, com cascalho e pedregulho, intercaladas com argilas e siltes na porção inferior dos perfis. Na porção superior dos perfis e nos terraços fluviais inundados em períodos de enchentes, predominam areias finas, argilosas e maior quantidade de intercalações argilosas. Embora em geral apresente pequenas dimensões, existem setores nos quais os sedimentos aluviais são reconhecidamente de médio a grande porte, como no baixo/médio curso do Vale do Açu.

As reservas do Aquífero Aluvial foram assim estimadas em estudos preexistentes:

- reservas renováveis: 17,2 hm<sup>3</sup>/ano (aluviões da Bacia Potiguar) a 60,0 hm<sup>3</sup>/ano (aluviões do cristalino);
- reservas exploráveis: 17,2 hm<sup>3</sup>/ano (aluviões da Bacia Potiguar) a 60,0 hm<sup>3</sup>/ano (aluviões do cristalino);
- disponibilidades: 6,6 hm<sup>3</sup>/ano (em 36 poços nas aluviões da Bacia Potiguar) a 23,0 hm<sup>3</sup>/ano (em 279 poços nas aluviões do cristalino);
- potencialidade: 10,6 hm<sup>3</sup>/ano (aluviões da Bacia Potiguar) a 37,0 hm<sup>3</sup>/ano (aluviões do cristalino).

Constata-se que o Aquífero Aluvial tem melhores propriedades hidráulicas e hidrodinâmicas médias, por exemplo, em relação ao Aquífero Barreiras, porém suas pequenas dimensões limitam as reservas exploráveis e potenciais. Dessa forma, sendo efetuado um planejamento na exploração do Aquífero Aluvial, esse sistema pode atender

a pequenas demandas rurais menos favorecida por infraestrutura hídrica.

Com respeito aos aspectos qualitativos, as águas subterrâneas do Aquífero Aluvial apresentam salinidade variada, desde águas doces (Resíduo Seco de 250 mg/L) até salgadas (Resíduo Seco > 4000 mg/L). Por se tratar de um aquífero bastante raso, especialmente no domínio dos terrenos cristalinos, é bastante vulnerável à contaminação.

### • Aquífero Dunas

O Aquífero Dunas se constitui em uma unidade hidroestratigráfica de ocorrência bastante restrita e de baixo potencial hidrogeológico no domínio estadual, condicionado pela sua descontinuidade espacial e pequenas dimensões no âmbito das regiões costeiras de transição norte e leste, tendo em vista que os depósitos eólicos são formados por uma dinâmica eólica bastante variada ao longo do tempo, que redistribui aleatoriamente os sedimentos.

Dessa forma, sendo possível a formação de depósitos que permitam armazenar águas subterrâneas de uma maneira suficiente, o Aquífero Dunas normalmente é usado para atender a demandas muito localizadas e restritas, inclusive para consumo humano em setores ligados ao lazer e veraneio, mas, em geral, não atenderia a grandes projetos de abastecimento público.

Os poucos dados existentes caracterizam os seguintes parâmetros dimensionais e hidrodinâmicos do Aquífero Dunas:

- condutividade hidráulica:  $4,0 \times 10^{-4}$  m/s;
- porosidade específica: 5%;
- espessura de areia: 4,0 m a 8,0 m;
- espessura saturada: 2,0 m a 4,0 m;
- reservas renováveis: 5,0 hm<sup>3</sup>/ano;
- reservas exploráveis: 5,0 hm<sup>3</sup>/ano;
- disponibilidades: até 1,0 hm<sup>3</sup>/ano;
- potencialidade: 4,0 hm<sup>3</sup>/ano.

A qualidade físico-química das águas do Aquífero Dunas é considerada, em geral, muito boa, com águas essencialmente doces, podendo apresentar teores elevados de ferro e ser de caráter corrosivo.

## RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

Os recursos hídricos superficiais do estado do Rio Grande do Norte se apresentam em dois contextos climáticos distintos: recursos hídricos superficiais das regiões climáticas semiáridas e recursos hídricos de regiões climáticas úmidas.

Nas regiões climáticas predominantemente semiáridas (precipitações médias anuais inferiores a 800 mm), os rios são de caráter intermitente e secam completamente no período de estiagem, condicionados na maior parte por um substrato geológico/hidrogeológico composto por rochas cristalinas de baixa porosidade e permeabilidade e praticamente sem regolitos ou solos capazes de reter águas de chuva, favorecendo os escoamentos superficiais



rápidos. Nesse caso, algumas alternativas de gestão vêm sendo adotadas pelos órgãos competentes, que vão desde a perfuração de poços rasos no Aquífero Aluvial e pequenas profundidades nos aquíferos fissural, Açú (na zona de afloramento) e Jandaíra, além da implantação de sistemas de adutoras interestaduais embasadas nos principais reservatórios de águas superficiais do estado, que são as barragens Armando Ribeiro Gonçalves (Barragem de Assu), Apodi, Umari e outras. Complementa a demanda hídrica nessas regiões a construção de cisternas, as barragens submersas, o uso de dessalinizadores e até mesmo os carros-pipa.

Nas regiões de clima úmido (precipitações médias variando de 1.000 a 1.500 mm/ano), especialmente na região costeira oriental do estado do Rio Grande do Norte, ocorrem águas superficiais drenadas nos trechos médios e baixos dos principais rios e riachos costeiros, condicionadas pelo fluxo de base desenvolvido pelo redirecionamento do escoamento subterrâneo e ressurgência das águas subterrâneas do Aquífero Barreiras nos vales, através de fontes/olheiros naturais, tornando esses rios e riachos perenes (rios Maxaranguape, Ceará-Mirim, Doce, Potengi, Pirangi, Trairi, Curimataú). Destacam-se, também, nessa região, os sistemas lacustres, especialmente as lagoas de Boqueirão (município de Touros), Extremoz (município de Extremoz), Bomfim (município de Nísia Floresta), bem como a Fonte de Pureza, cujas águas correspondem a ressurgências de águas subterrâneas comuns nessa faixa costeira oriental do estado e abastecem diversos municípios mais carentes de água potável natural e com pouca infraestrutura hídrica. Isso comprova a grande importância do conhecimento dos processos de interação águas superficiais-águas subterrâneas como fator de gestão integrada dos recursos hídricos.

## CONCLUSÕES

Os aspectos hidrogeológicos e econômicos mais conhecidos no estado, a partir de poços tubulares construídos, e estudos geofísicos até então desenvolvidos para exploração e exploração de águas subterrâneas e petróleo, têm caracterizado vários sistemas aquíferos com peculiaridades hidrogeológicas naturais e águas com qualidade e usos bastante diversificados, a saber: aquíferos Cristalino, Açú, Jandaíra, Barreiras, Aluvial e Dunas.

Dentre estes, os aquíferos Barreiras e Açú destacam-se, em função de apresentarem maior potencialidade hidrogeológica com reservas úteis e estratégicas de águas subterrâneas, naturalmente potáveis para consumo humano, embora com distintos graus de vulnerabilidade à contaminação (o Aquífero Barreiras é o mais vulnerável).

Esses cenários demonstram a necessidade e a importância de integração das águas subterrâneas do estado do Rio Grande do Norte no planejamento, processos e ações estruturais e não-estruturais de gestão dos recursos hídricos do território potiguar. Isso porque os diversos setores econômicos demandam diferentes volumes de

água e com diferentes propriedades químicas, cujo atendimento com águas dos aquíferos Barreiras e Açú requer o uso otimizado de suas reservas de águas doce e potáveis, que devem ser encaradas e administradas como recursos estratégicos, dentro dos conceitos globais de uso sustentável dos recursos naturais em geral e dos recursos hídricos em particular.

## REFERÊNCIAS

- ALVES DEMÉTRIO, J. G.; FEITOSA, E. C. **Modelo numérico em diferenças finitas da bacia Potiguar**. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte – Estudos de Base. Recife: LABHID/HIDROSERVICE, 1997.
- BEZERRA, F. H. et al. Pliocene-quaternary fault control of sedimentation and coastal plain morphology in NE Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, p. 61-75, 2001.
- BERTANI, R. T.; COSTA, I. G.; MATOS, R. M. D. Evolução tectonossedimentar, estilo estrutural e habitat do petróleo na bacia Potiguar. In: RAJA GABAGLIA, G. P.; MILANI, E. J. (Coords.). **Origem e evolução de bacias sedimentares**. Rio de Janeiro: Petrobras, 1990. p. 291-310.
- CASTRO, V. L. L. **Águas subterrâneas no curso inferior da bacia do rio Doce/RN: subsídios para um gerenciamento integrado**. 2000. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- COSTA, W. D. **Análise dos fatores que atuam no aquífero fissural: áreas-pilotos dos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte**. 1986. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.
- CUSTÓDIO, E.; LLAMAS, M. R. **Hidrologia subterrânea**. Barcelona: Ômega, 1983. v. 1.
- DINIZ FILHO, J. B. **Recursos hídricos subterrâneos no médio e baixo curso da bacia hidrográfica do rio Ceará-Mirim/RN**. 1999. 210 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- DINIZ FILHO, J. B. **Uma análise geoestatística da distribuição de clásticos permeáveis em depósitos aluviais do Rio Grande do Norte**. 1993. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1993.
- DOMENICO, P. A.; SCHWARTZ, F. W. **Physical and chemical hydrogeology**. New York: John Wiley & Sons., 1990. 824 p.
- FEITOSA, E. C. **A exploração do aquífero Açú na região de Mossoró**: caracterização da situação atual e

perspectivas de atendimento da demanda futura. Brasília: CPRM, 1996. Série Hidrogeologia: Pesquisa e Desenvolvimento, v. 1, 44 p. il.

**IPT. Estudo hidrogeológico regional detalhado do RN.** São Paulo: IPT, 1982. v. 1. 371 p.

**MELO, J. G. Impactos de desenvolvimento urbano nas águas subterrâneas de Natal/RN.** 1995. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

**MANDEL, S.; SHIFTAN, Z. L. Groundwater resources (water pollution).** Academic Press Inc., U.S., 1981. 269 p.

**MISTRETTA, G. O aquífero Jandaíra da bacia Potiguar.** 1984. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.

**SERHID. Caracterização hidroquímica dos aquíferos do Rio Grande do Norte e estudos de vulnerabilidade.** Plano Estadual de Recursos Hídricos. Natal: SERHID, 1998. 78 p.

**SOARES, U. N. As relações entre tectonismo e sequências deposicionais no rifte Potiguar: porção sudoeste do graben de Umbuzeiro, bacia Potiguar emersa.** 2000. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2000.

# 9

## SOLOS

Francisco Nildo da Silva (*fnildo@ufersa.edu.br*)

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

### SUMÁRIO

Introdução .....	113
Características do estudo local .....	113
Solos potiguares.....	113
Luvisolos.....	113
Latosolos .....	114
Cambissolos .....	115
Chernossolos.....	116
Planossolos .....	116
Gleissolos .....	117
Neossolos.....	117
Organossolos .....	118
Espodossolos.....	119
Plintossolos .....	119
Vertissolos.....	120
Referências.....	120



## INTRODUÇÃO

Para planejamento racional de uma área e obtenção de bons resultados, a primeira fase refere-se ao conhecimento dos solos, especificamente seu levantamento, classificação e mapeamento.

É importante levar em consideração a terminologia própria dos levantamentos e mapeamentos de solos, que, frequentemente, é utilizada como sinônimo uma da outra. Entretanto, apesar de terem íntima relação, apresentam algumas características diferentes. Levantamento significa "obter". Levantamento de solos, logo, é obter informações sobre os solos. Tais informações podem pertencer a várias categorias, desde informações de campo, analíticas, até o mapa de solos. Já mapeamento significa mapear, determinar a distribuição espacial de algo. No caso, seria o mapa de solos. O termo é mais adequado quando utilizado de maneira mais restritiva, relacionado ao mapa propriamente dito.

Um levantamento pedológico é uma pesquisa de campo e laboratório, cuja síntese é o registro de observações, análises e interpretações de aspectos do meio físico, visando à caracterização e à classificação deste.

Cada unidade de mapeamento delimitada em um mapa possui um conjunto de propriedades inter-relacionadas que as distinguem das outras. Tal conjunto de propriedades é o que caracteriza um levantamento pedológico durável, que pode ser interpretado para diversos fins, em qualquer época, sempre que surjam propostas de uso e planejamento da terra. Enfim, essas informações são essenciais na avaliação do potencial ou das limitações de uma área, constituindo a base de dados para estudo de viabilidade técnica e econômica de projetos e planejamento do uso, manejo e conservação de solos.

O elo entre a classificação de solos e o levantamento estabelece-se no momento em que solos semelhantes são reunidos em classes, que, por sua vez, combinadas com informações e relações do meio ambiente, constituem a base fundamental para a composição das unidades de mapeamento, cuja distribuição espacial, extensão e limites são mostrados em mapas.

Os levantamentos pedológicos têm objetivos diversificados, desde a geração de conhecimentos sobre o recurso "solo" de um país ou regiões até o planejamento de uso da terra para diversos fins. O objetivo principal é subdividir áreas heterogêneas em parcelas homogêneas que apresentem a menor variabilidade possível, em função dos parâmetros de classificação e das características utilizadas para a distinção dos solos.

O estado do Rio Grande do Norte tem grande diversidade de solos, desde Neossolos a Latossolos. Das 13 ordens de solos definidas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 12 são facilmente encontradas, em curto espaço de tempo, neste que é o terceiro menor estado do Nordeste. O Nitossolo é a ordem que raramente foi mapeada no estado.

Essa grande diversidade de manchas de solos no estado pode estar relacionada aos vários materiais de origens dos solos no estado, tais como sedimentos aluviais e coluviais, dunas, mangues, calcário, arenito, micaxistos, quartzitos, basaltos, granitos e gnaisses. Deve-se mencionar, também, sua localização no Nordeste Oriental do Brasil, situando-se aproximadamente entre os paralelos 4°51'54" e 6°58'18" de latitude sul e os meridianos de 34°57'08" e 38°35'12" de longitude a oeste de Greenwich. Tal localização, bem definida, que divide o seu litoral em oriental e ocidental, pode contribuir para uma região de fenômenos geomorfológicos mais intensificados e para uma maior diversidade de materiais de origens, conseqüentemente, para um maior número de manchas encontradas no estado.

O enfoque apresentado tenta, de maneira simples, mostrar alguns comentários gerais sobre essas limitações e potencialidades para uso agrícola e não-agrícola, tendo como base as características dos principais solos do Rio Grande do Norte. Detalham-se, também, mecanismos de planejamento para se obter maior conhecimento dos problemas e potencialidades de um estudo de caso na microrregião do Vale do Açu, relacionados às classes de aptidão agrícola dos solos, utilizando-se ferramentas de geoprocessamento. Diagnosticaram-se todos os parâmetros analisados para uma definição detalhada de um tipo de solo de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, baseada em trabalhos realizados em campo e levantamentos bibliográficos (EMBRAPA, 2006).

## CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO LOCAL

A área de estudo abrange a microrregião do Vale do Açu, localizada na mesorregião do oeste potiguar do estado do Rio Grande do Norte, entre as latitudes S 4,95°/S 6,21° e as longitudes W 37,16°/W 36,46°. O Vale do Açu ocupa uma área de 4.763,43 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 8,96% do território do Rio Grande do Norte (RN). Em termos geográficos, essa área se divide entre nove municípios: Assu, Alto do Rodrigues, Carnaubais, Ipanguaçu, Itajá, Jucurutu, Pendências, Porto do Mangue e São Rafael (Figura 9.1).

Os tipos de solos mais comuns encontrados nessa região são: Cambissolos eutróficos, Latossolos, Luvisolos e Neossolos Quartzarênicos. O clima é quente e seco, com precipitação média por volta de 600 mm/ano, concentrando-se principalmente nos meses de fevereiro a maio; a umidade relativa é em torno de 65% e a temperatura média é de aproximadamente 28°C. As altitudes na região variam de 0 a 745 m, sendo o ponto mais elevado em Jucurutu, município mais ao sul do Vale do Açu.

## SOLOS POTIGUARES

### Luvisolos

De modo geral, o Luvisolo estudado apresenta seqüências de horizontes A, Bt e C, com espessura variando de 31

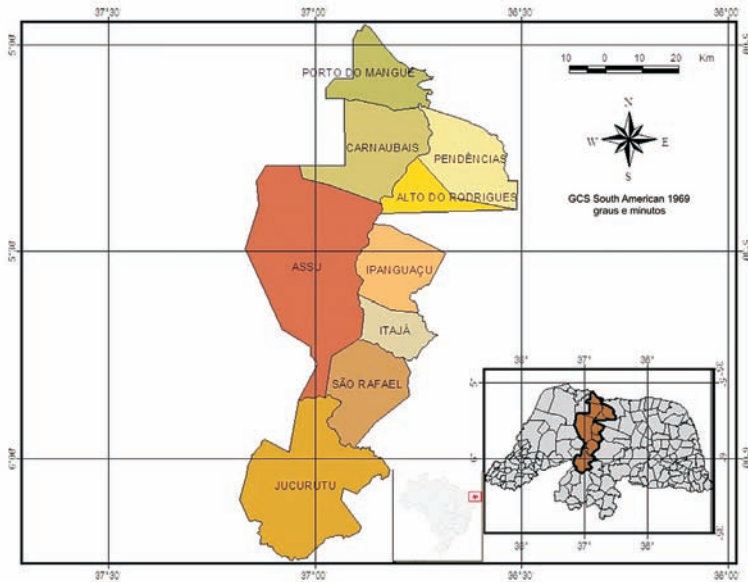


Figura 9.1 - Mapa de localização do vale do Açu.

a 90 cm, sendo, portanto, solo de pouco a medianamente profundo. O relevo do Luvisso, como solo dominante na área de estudo, é o suave ondulado, isto é, o declive é variável entre 3 a 8%. A diferença observada no teor de argila, a diminuição no teor de areia e certa constância no teor de silte, entre os horizontes A e B do Luvisso, representam, segundo Ernesto Sobrinho et al. (1983), o inverso do que ocorre nos solos Neossolos Flúvicos. Nestes, a variação observada no perfil evidencia a estratificação nos solos

marcada pela granulometria do sedimento, refletindo, portanto, a energia da água no transporte de materiais formadores desses solos, representando ciclos diferentes de sedimentação. Os teores de silte e, conseqüentemente, a relação silte/argila dos Luvissois Crômicos, são baixos, uma vez que esses solos são produtos da alteração de rochas pré-cambrianas. Assim, a relação silte/argila é própria do material de origem, não expressando bem a maturidade genética do solo (EMBRAPA, 2006). Dentre os solos observados em campo, o Luvisso é o que está situado mais a sul do Vale do Açu, estendendo-se pelos municípios de Jucurutu e São Rafael (Figura 9.2).

Esse solo apresenta horizontes bem distintos, entres eles o B textural. São solos bastante férteis, possuindo alta Capacidade de Troca Catiônica (CTC). Nesse tipo de solo, os mais encontrados no semiárido brasileiro, cultivam-se milho e feijão. As principais limitações desse

solo são: material de origem raso, presença de cascalho e localização em região muito seca (Figuras 9.3a e 9.3b).

### Latossolos

Compreendem solos profundos e muito profundos com horizonte B latossólico (Bw). São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, com intensa remoção de sílica e bases do perfil do solo. O incremento

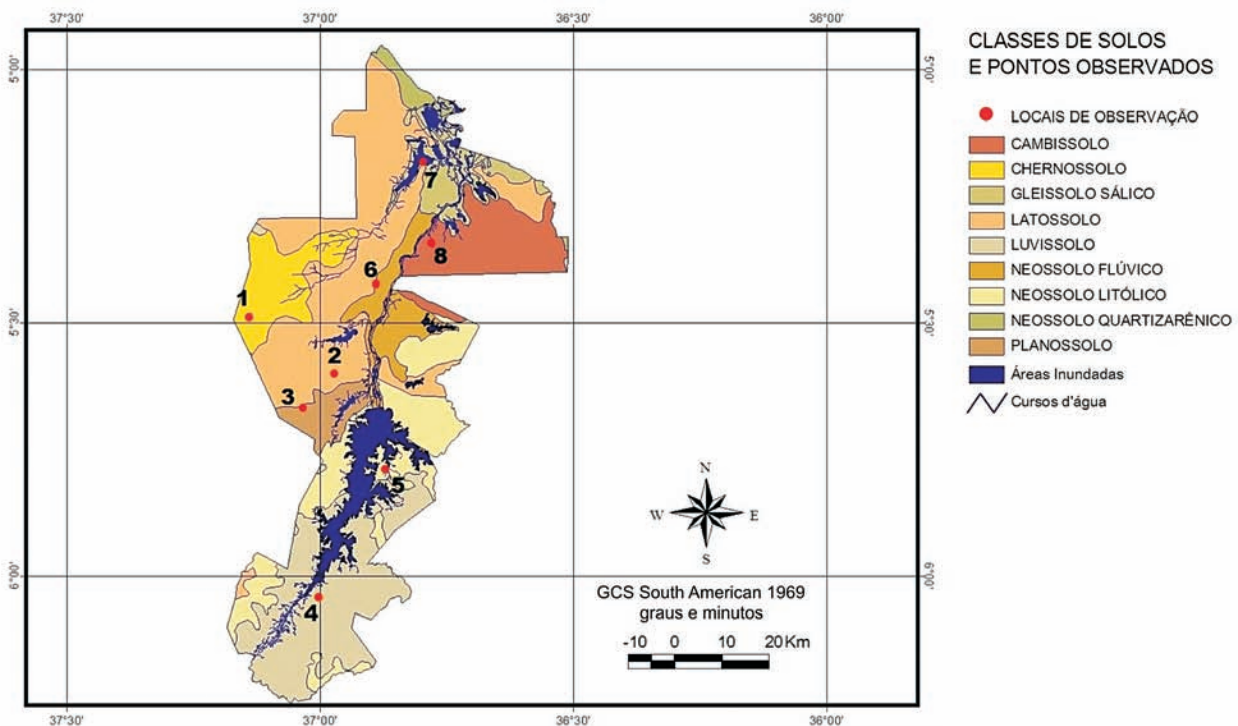
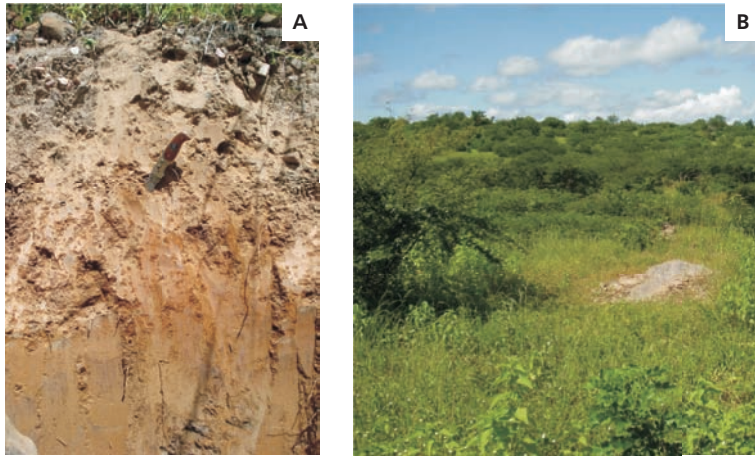


Figura 9.2 - Classificação atual dos solos e locais de observação dos solos e das paisagens do vale do Açu.



**Figura 9.3** - Aspectos da subsuperfície (a) e do ambiente (b) encontrados no solo da classe Luvisso. Fotografias: (a) Gilton Bezerra de Góes; (b) Francisco Nildo da Silva.

de argila do horizonte A para o B é inexpressivo, com relação textural insuficiente para caracterizar o horizonte B textural.

Dentre os solos que se encontram no Vale do Açu, o Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (Latossolo) é o de maior predominância, ocupando uma área total de 125.891,694 ha (26,43%), sendo encontrado em cinco dos nove municípios da região: Porto do Mangue, Pendên-

cias, Carnaubais, Assu e Ipanguaçu. Esse solo, assim como o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, está no grupo dos Latossolos de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). Os Latossolos da microrregião do Vale do Açu apresentam boas características físicas e estrutura granular; dessa forma, possibilitam o plantio de diversas culturas, proporcionando-lhes um bom desenvolvimento do sistema radicular (Figuras 9.4a, 9.4b e 9.4c).

### Cambissolos

Compreendem solos pouco desenvolvidos, que apresentam grande variação em sua espessura, ocorrendo desde rasos a profundos. Apresentam horizonte A, de qualquer tipo, sobreposto a horizonte B incipiente (Bi), de características muito variáveis. Muitas vezes, são cascalhentos, pedregosos e rochosos. Esse solo está localizado em quase toda a extensão do município de Alto do Rodrigues e em boa parte do município de Pendências. Possui, como material de origem, o arenito ou calcário, apresentando alto teor de silte. Esse solo está sujeito a encharcamento, sempre que houver precipitação acentuada no local (Figuras 9.5a, 9.5b e 9.5c).



**Figura 9.4** - Aspectos da subsuperfície (a) e dos ambientes (b, c) encontrados no solo da classe Latossolo Vermelho-Amarelo. Fotografias: Francisco Nildo da Silva.



**Figura 9.5** - Aspectos da subsuperfície (a) e dos ambientes (b, c) encontrados no solo da classe Cambissolo. Fotografias: Francisco Nildo da Silva.

## Chernossolos

Os Chernossolos apresentam bom grau de fertilidade, proporcionando um crescimento mais robusto das culturas. Esse solo está sujeito a encharcamento, sempre que houver precipitação acentuada no local, devido a seu material de origem, o calcário. Esses solos, que estão localizados a oeste do município de Assu, possuem coloração escura, devido à alta concentração de matéria orgânica em sua composição (Figuras 9.6a e 9.6b).



## Planossolos

São solos de baixíssima fertilidade, com horizonte sub-superficial bastante argiloso, dificultando a penetração das raízes. Por tais características, esses solos não possuem boas qualidades para plantios, além de apresentarem cascalho (Figuras 9.7a, 9.7b e 9.7c).

O Planossolo Háplico apresenta sequência de horizontes A, B e C, com os horizontes B e C apresentando características semelhantes, por exemplo, a consistência muito



**Figura 9.6** - Aspectos da subsuperfície (a) e do ambiente (b) encontrados no solo da classe Chernossolo. Fotografias: (a) Gilton Bezerra de Góes; (b) Francisco Nildo da Silva.



**Figura 9.7** - Aspectos da subsuperfície (a), do ambiente (b) e da estrutura prismática dos agregados subsuperficiais (c) encontrados no solo da classe Planossolo. Fotografias: (a, c) Gilton Bezerra de Góes; (b) Francisco Nildo da Silva.



firme e muito plástica. Tais propriedades podem explicar a predisposição do solo ao fenômeno da capilaridade, conseqüentemente, maior salinização superficial do solo.

Esse tipo de solo, diferentemente dos solos anteriormente estudados, apresenta redução em sua porosidade e aumento em sua densidade com variação de profundidade, em consequência da elevada atividade da fração argila, que dificulta a infiltração de água e facilita a perda de água por fluxo superficial (ERNESTINO SOBRINHO et al., 1983). Os Planossolos do Vale do Açu apresentam transição abrupta e plana entre seus horizontes, tendendo a formar estruturas em forma de prismas.

## Gleissolos

São solos característicos de áreas sujeitas a alagamento (margens de rios, ilhas, grandes planícies, lagoas etc.) e, conseqüentemente, com problemas de aeração e drenagem deficiente. Devido à redução de ferro, possuem cores acinzentadas ou esverdeadas.

O Gleissolo Sálco é um dos tipos de solo mais pobres encontrados no Vale do Açu, estendendo-se por quatro

municípios (Alto do Rodrigues, Pendências, Carnaubais e Porto do Mangue). Bastante encharcado, maldrenado, rico em sódio e apresentando alta concentração de argila 1:1, esse solo é inviável do ponto de vista agrícola (Figuras 9.8a e 9.8b).

## Neossolos

Compreendem solos pouco desenvolvidos, sem qualquer tipo de horizonte B. Reúnem solos rasos (rocha a menos de 50 cm de profundidade): Neossolos Litólicos; solos profundos e arenosos: Neossolos Quartzarênicos; com horizonte A sobre C e presença de minerais primários de fácil decomposição: Neossolo Regolítico; solos de natureza aluvionar: Neossolos Flúvicos.

Neossolos também estão presentes no Vale do Açu, por exemplo, o Neossolo Flúvico. Esse solo recebe bastante influência da água e está sujeito a alagamento em determinadas épocas do ano. Ao contrário do Neossolo Litólico, esse solo é bastante profundo, alcançando 100 cm de profundidade. Seu horizonte é bastante uniforme, dificultando distingui-los (Figuras 9.9a e 9.9b).

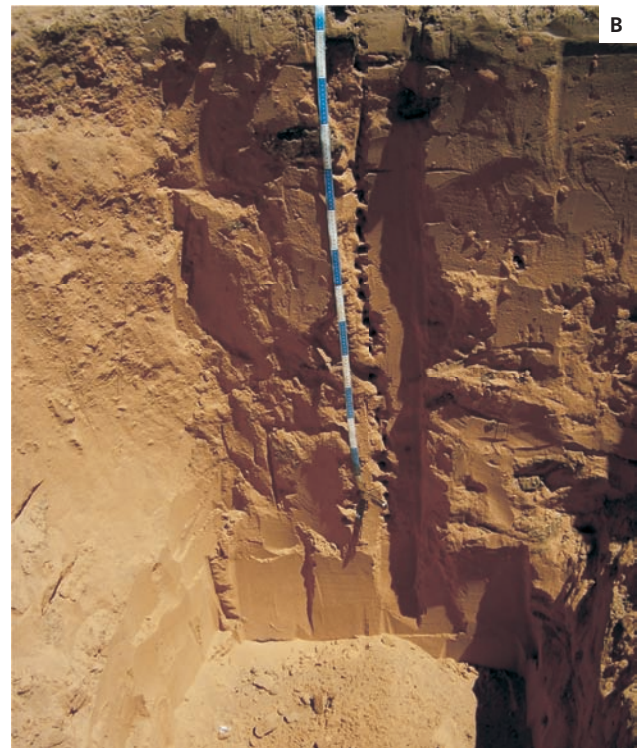


**Figura 9.8** - Aspectos da subsuperfície (a) e do ambiente (b) encontrados no solo da classe Gleissolo Sálco. Fotografias: Francisco Nildo da Silva.



**Figura 9.9** - Aspectos da subsuperfície (a) e do ambiente (b) encontrados no solo da classe Neossolo Litólico. Fotografias: Francisco Nildo da Silva.

Apesar de rico em quartzo e apresentar cascalho, o Neossolo Flúvico é bastante agricultável. Esse tipo de solo apresenta apenas um horizonte superficial (A ou Ap) diferenciado, seguido de camadas estratificadas, com espessura de A + C, variando de 75 cm a mais de um metro, sendo, portanto, solo medianamente profundo. Os maiores teores de silte, com consequente maior magnitude da relação silte/argila, devem-se ao fato de esse solo ser produto do material de rochas cristalinas (Figuras 9.10a e 9.10b).



**Figura 9.10** - Aspectos da subsuperfície (a) e do ambiente (b) encontrados no solo da classe Neossolo Flúvico. Fotografias: Francisco Nildo da Silva.

O tipo de solo de menor proporção encontrado no Vale do Açu refere-se aos Neossolos Quartzarênicos, localizados em uma pequena porção a leste do município de Pendências (Figuras 9.11a, 9.11b e 9.11c).

### Organossolos

Solos pouco profundos, compostos de grande parte de material orgânico (acumulação de restos vegetais em grau variável de decomposição), mal a muito mal drenados, ou ambientes úmidos de altitude elevada saturados por água por poucos dias no período chuvoso. Coloração preta,



**Figura 9.11** - Aspectos da subsuperfície (a), da superfície (b) e do ambiente (c) encontrados no solo da classe Neossolo Quartzarênico Latossólico. Fotografias: Francisco Nildo da Silva.

cinzenta muito escura, com elevados teores de C orgânico. Apresentam horizontes H ou O hístico sobre camadas orgânicas, com materiais minerais em proporções variáveis. São solos fortemente ácidos, com elevada CTC e baixo V%. No Rio Grande do Norte, esse solo é encontrado em grandes manchas na região do rio dos Fogos, na cidade de Touros (Figura 9.12).



**Figura 9.12** - Aspecto do perfil encontrado no solo da classe Organossolo. Fotografia: Francisco Nildo da Silva.

## Espodossolos

Solos com material de origem mineral, com B espódico, subjacente a horizonte E ou A ou hístico (desde que possua 40 cm ou menos de espessura). Apresentam cores no horizonte A: cinzenta a preta; no horizonte E: cinzenta/acinzentado-claro, branca; no horizonte Bh, cinzento-escura e preta.

Os Espodossolos têm uma profundidade variável e, especificamente no horizonte E, com até 3 a 4 m de espessura. São solos pobres, moderada a fortemente ácidos, com baixa saturação por bases; têm sua ocorrência com predominância em relevo plano, sob diversos tipos de vegetação. No Rio Grande do Norte, os Espodossolos ocorrem, com frequência, na faixa litorânea do estado (Figura 9.13).



**Figura 9.13** - Aspecto do perfil encontrado no solo da classe Espodossolo. Fotografia: Francisco Nildo da Silva.

## Plintossolos

Solos minerais formados sob condições de restrição à percolação de água em seu perfil. Os Plintossolos são imperfeitamente ou mal drenados, com presença de expressiva plintização. Nesses solos, há predomínio de cores pálidas, com ou sem mosqueados ou coloração variegada. Apresentam textura variável. São fortemente ácidos, com baixo V%. Em sua formação, requerem oscilação do lençol freático. Esse tipo de solo é encontrado em todas as regiões do estado do Rio Grande do Norte, com predominância em lugares próximos a rios, lagos e lagoas (Figura 9.14).



**Figura 9.14** - Aspecto do perfil encontrado no solo da classe Plintossolo. Fotografia: Francisco Nildo da Silva.

## Vertissolos

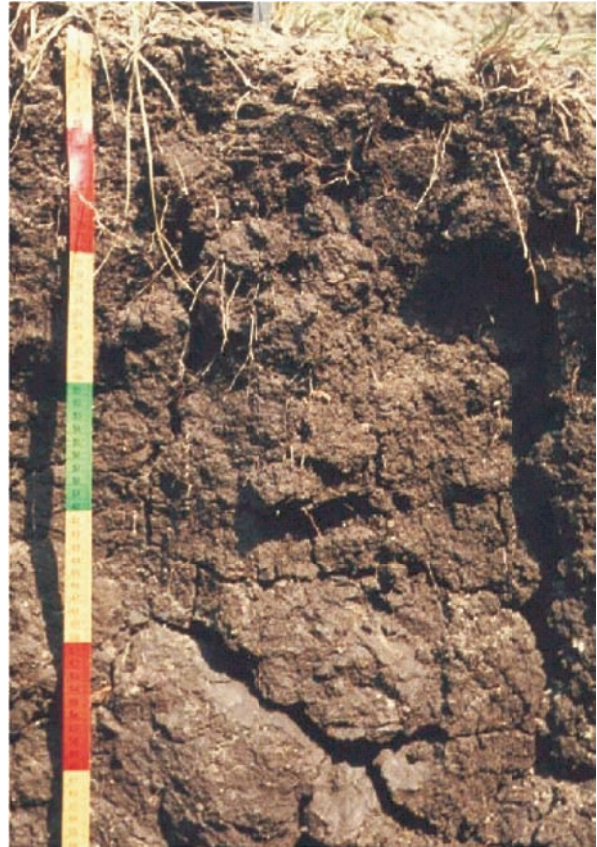
Os Vertissolos são solos minerais com horizonte vértico entre 25 e 100 cm e pequena variação textural. Apresentam mudanças em seu volume com aumento no teor de umidade do solo, devido aos argilominerais 2:1, formando fendas profundas na época seca. O microrrelevo “gilgai” e a estrutura cuneiforme são aspectos inerentes a esse solo, além das superfícies de fricção (*slickensides*).

Normalmente, são solos com grande variação na dimensão de seus parâmetros; como exemplo, pouco profundos a profundos, imperfeitamente a mal drenados, cores variadas, ruins fisicamente, textura argilosa a muito argilosa, mas bastante férteis, com elevada CTC, V%. É um solo com ausência de qualquer tipo de B diagnóstico acima do horizonte vértico. No Rio Grande do Norte, pode ser encontrado em várias cidades, com maior ocorrência em várzea de lagoas e açudes (Figura 9.15).

## REFERÊNCIAS

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306 p.

ERNESTINO SOBRINHO, F.; RESENDE, M.; MOURA, A. R. B.; SHAUN, N.; RESENDE, S. B. de. **Sistema do pequeno agricultor do Seridó norte-riograndense: a terra, o homem e o uso**. Mossoró: Fundação Guimarães Duque, 1983. 200 p.



**Figura 9.15** - Aspecto do perfil encontrado no solo da classe Vertissolo. Fotografia: Francisco Nildo da Silva.

# 10

## DESERTIFICAÇÃO

Getson Luis Dantas de Medeiros (*kalango@kalango.net*)

EMBRAPA/CNPQ/UEP – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

### SUMÁRIO

Introdução .....	123
Indicadores da desertificação no seridó .....	124
Agentes de degradação ambiental .....	125
Atividade agropecuária .....	125
Atividade ceramista .....	126
Atividade panificadora .....	127
Atividade mineradora .....	128
Desmatamento .....	129
Referências .....	131



## INTRODUÇÃO

Desde a década de 1970, a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) desenvolve estudos na região do Seridó, além de outras áreas do Nordeste, no intuito de diagnosticar as áreas mais susceptíveis ao processo de desertificação, uma vez que existem áreas em vários estágios de desertificação.

Os primeiros estudos na região surgiram da tentativa de identificar e diagnosticar as principais áreas em processo de desertificação na região do Seridó. Faria (1986) apresentou um estudo realizado entre 1978/79, no qual é caracterizada a área da região do Seridó e apresentada uma proposta de trabalho para a região.

Galvão (1991) propôs uma metodologia de estudo da região do Seridó (RN) e de Gilbués (PI), com utilização de imagens LandSat. Outro importante estudo é o de Neri (1982), no qual são analisados os dados pluviométricos e a velocidade do vento em campo no município de São José do Seridó e identificados núcleos de desertificação pelo critério da densidade da biomassa, objetivando a identificação de núcleos de desertificação em áreas de clima BSh, de Köppen.

Para o desenvolvimento do presente estudo, foi acrescentado à área delimitada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) como Núcleo de Desertificação do Seridó o município de Cruzeta, que apresenta um quadro de degradação bastante avançado, cuja população exerce atividades econômicas que, como nos demais municípios, contribuem para acelerar o processo de desertificação na região. Com isso, o Núcleo de Desertificação do Seridó passa a abranger uma área de 4.271,9 km<sup>2</sup> e a suportar uma população de 152.452 habitantes, o que lhe confere uma densidade populacional de 28 hab./km<sup>2</sup>, ou seja, uma média superior à de toda a região do Seridó, que é de 24,05 hab./km<sup>2</sup> (Quadro 10.1).

Em processo acelerado de desertificação, destacam-se os municípios de Equador, Parelhas, Carnaúba dos Dantas, Caicó (Figura 10.1), São José do Seridó, Cruzeta, Acari e Currais Novos.

**Tabela 10.1** - População x área dos municípios.

Municípios	População	Área (km <sup>2</sup> )	Habitantes (por km <sup>2</sup> )
Acari	11.189,0	610,3	18,3
Caicó	57.002,0	1.215,1	46,9
Carnaúba dos Dantas	6.572,0	245,2	26,8
Cruzeta	8.138,0	288,4	28,2
Currais Novos	40.791,0	883,3	46,2
Equador	5.664,0	312,0 </td <td>18,2</td>	18,2
Parelhas	19.319,0	523,5	36,9
São José do Seridó	3.777,0	194,1	19,5

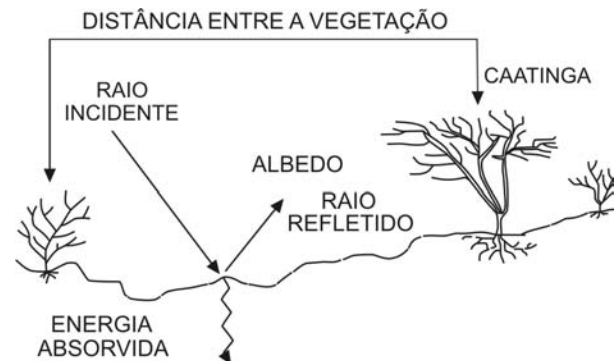
Fonte: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default.shtm>>. Acesso em: 8 set. 2010.



**Figura 10.1** - Área degradada no município de Caicó.  
Fonte: Acervo do autor (2002).

Embora outros municípios da região apresentem, também, áreas pontuais bastante degradadas, em decorrência de atividades antrópicas, não estão incluídos nessa classificação, por não disporem, ainda, de estudos mais específicos.

Em decorrência do alarmante processo de desmatamento da caatinga na região do Seridó, o espaçamento natural entre a vegetação tem aumentado significativamente, expondo ao Sol grandes manchas de solo, o que tem contribuído para o aumento do albedo (medida do poder de reflexão de uma superfície, ou seja, a fração de radiação solar incidente que é refletida pela superfície). Em consequência, o fluxo de calor que penetra no solo é maior, ocasionando o superaquecimento da camada superior do solo, que pode atingir temperaturas próximas dos 60°C nos períodos mais quentes do ano, acarretando, assim, a perda de matéria orgânica presente nessa camada. Essas manchas são as características fundamentais que revelam os núcleos de desertificação do Seridó, pois é justamente nessas áreas que os solos estão mais degradados e onde os processos de erosão são mais fortes (Figura 10.2).



**Figura 10.2** - Esquema do aumento do albedo na caatinga em decorrência do espaçamento entre a vegetação, ocasionado pelo desmatamento.

Existem, de acordo com Tricart (1959) e Tavares de Melo (1983 apud SILVA, 1993), três tipos predominantes de intemperismo físico ou mecânico (esfoliação peculiar) no semiárido responsáveis pela desagregação granular das rochas, dando origem às frações médias, grosseiras e finas.

O material mais fino é levado pelas águas do escoamento superficial, que exerce nas regiões semiáridas um papel importante na morfogênese, para as partes mais baixas, onde se espalham seletivamente. Esses processos areolares são responsáveis por extensos pediplanos ligeiramente inclinados de topos esbatidos e recobertos por seixos. Além disso, o escoamento superficial é responsável por processos de erosão, tais como sulcos e ravinamentos e pela erosão em lençol que decapa os horizontes superficiais do solo. Esses processos, que normalmente caracterizam a morfogênese semiárida, vêm sendo acelerados pelo homem por meio de suas ações diretas e indiretas.

Os solos da região do Seridó variam entre Planossolo Sológico, Bertissolo e Bruno não Cálculo (MEUNIER, 2000), sendo esse último predominante. Os solos Bruno não Cálculo são solos rasos, não hidromórficos, com argila de atividade alta, eutróficos, com horizonte A de consistência muito dura quando secos, estrutura maciça ou em blocos fracamente desenvolvidos, seguidos por horizonte B pouco espesso. De acordo com Silva (2000), apresentam uma tendência natural muito forte à erosão, com um escoamento superficial médio (L600 = 37 mm), podendo variar, quando erodidos, para (L600 = 60 mm ou superior).

O consumo de lenha tem causado sérios danos tanto à vegetação quanto aos solos das regiões em processo de desertificação, contribuindo, principalmente, para o aumento do espaçamento entre a vegetação. Por exemplo, no ano de 2000, somente a atividade ceramista consumiu cerca de 106.500 m<sup>3</sup> de lenha por mês e cerca de 174.000 t de argila. Acreditamos que tais ações venham a contribuir para o aumento das temperaturas médias, que já são bastante elevadas: nos meses mais quentes, em algumas cidades, como Caicó, atinge-se a marca de 42°C à sombra e mais de 50°C a superfície do solo desnudo (dados da Estação Pluviométrica da UFRN/CERES de Caicó, 2003).

## INDICADORES DA DESERTIFICAÇÃO NO SERIDÓ

De acordo com Conti (1995), é necessário que sejam estabelecidos indicadores para se entender a problemática da desertificação, pois somente com esses instrumentos será possível a sistematização de seus estudos.

Matallo Jr. (1999) estabeleceu indicadores de situação, de desertificação e agrícolas, objetivando uniformizar os procedimentos de identificação e monitoramento dos processos de desertificação na América Latina:

- Indicadores de Situação:
  - Clima (Precipitação; Insolação e Evapotranspiração).
  - Sociais (Estrutura de Idades; Taxa de Mortalidade Infantil; Nível Educacional).

- Econômico (Renda *per Capta*).
- Outro (Uso do Solo).
- Indicadores de Desertificação:
  - Biológicos (Cobertura Vegetal; Estratificação da Vegetação; Composição Específica; Espécies Indicadoras).
  - Físicos (Índice de Erosão; Redução da Disponibilidade Hídrica).
  - Indicadores Agrícolas:
    - Uso do Solo Agrícola.
    - Rendimento dos Cultivos.
    - Rendimento da Pecuária.
    - Outro (Densidade Demográfica).

Essa divisão é uma das mais interessantes, uma vez que leva em consideração uma boa quantidade de indicadores, sendo, porém, necessário bastante tempo para sua aplicação e o trabalho de uma equipe multidisciplinar.

Reining (apud ACCIOLY, 2003) também estabeleceu um quadro dos indicadores de desertificação, sendo este talvez mais completo que o de Matallo Jr. (1999) (Quadro 10.1).

Quanto a outros indicadores, esbarram na falta de pesquisas específicas que possam comprovar a sua atuação na região. Apesar de alguns parâmetros climáticos – precipitação, umidade relativa e temperatura – serem sensíveis, ainda não se verificaram alterações significativas, talvez por falta de pesquisas científicas com tal finalidade ou por ainda não terem ocorrido.

Acreditamos que as causas da desertificação no Seridó estão ligadas a indicadores ou a agentes naturais, como clima, solo, relevo, dentre outros, e a fatores ou indicadores antrópicos, como utilização dos recursos naturais da região. Destacam-se entre os fatores naturais:

- Baixo índice pluviométrico, que varia de 127 mm a 916 mm por ano, com média de 497 mm/ano (dados fornecidos pela estação INEMET em Cruzeta/RN).
- Distribuição irregular das chuvas no tempo e no espaço, sendo comum, na região, chover em determinado local e a uma distância de menos de 10 km não haver precipitação.
- Temperatura elevada do ar.
- Temperatura do solo muito alta, podendo atingir máxima de 60°C, o que inviabiliza qualquer chance de sobrevivência vegetal que dependa diretamente do horizonte A do solo.
- Ventos quentes, secos e com elevadas velocidades médias (15 a 25 km/h).
- Alta evapotranspiração, em torno de 1.400 a 1.800 mm/ano.

No caso do Seridó, os agentes antrópicos são os que mais contribuem para o processo de desertificação na região. Eles estão atrelados, principalmente, a questões econômicas, o que torna a sua regulação mais difícil. São tipos de atividades que empregam grande quantidade de pessoas, não sendo possível pregar o seu fim (Figura 10.3).



**Quadro 10.1** - Outros indicadores dos processos de desertificação de acordo com a natureza da variável.

Natureza da Variável	Variável	Indicadores
Física	Solo	Profundidade efetiva; matéria orgânica; presença de crostas; ocorrência de tempestades de areia; salinidade e alcalinidade.
	Água	Profundidade e qualidade da água subterrânea; extensão e persistência das águas superficiais; condições de drenagem (descarga e turbidez).
	Superfície do terreno	Reflectância (albedo).
Biológica	Vegetação	Cobertura; biomassa aérea; produtividade; distribuição e frequência de espécies relevantes.
Ligadas à agricultura	Animais	Espécies relevantes; população de animais domésticos; composição do rebanho; produção.
	Uso da terra e da água	Irrigação; agricultura dependente de chuvas; pastoreio; mineração; exploração de lenha e madeira; uso da água; turismo.
Social	Modelo de ocupação	Ocupação recente; ocupação em expansão; sedentarização; ocupação diversificada; área em processo de abandono.
	Parâmetros biológicos humanos	Índices de estrutura e demografia da população; índices de saúde pública; condições nutricionais da população.
	Parâmetros de processos sociais	Conflitos; migração; modelo de distribuição das terras; agricultura de mercado versus agricultura de subsistência.

**Figura 10.3** - Classificação dos agentes antrópicos de degradação na região do Seridó (RN).

## AGENTES DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

Ao cabo de mais de 300 anos de exploração predatória dos recursos naturais no Seridó, de uma violenta exploração física e do baixo padrão de vida de boa parte da população seridoense, a região demonstra sinais claros de desgaste e degradação.

A região apresenta um quadro natural ecologicamente muito frágil e, conseqüentemente, favorável à desertificação, e está sendo degradada de forma muito rápida, especialmente pelas atividades econômicas aí desenvolvidas.

### Atividade Agropecuária

A pecuária foi o fator responsável pela ocupação de todo o sertão nordestino. No Seridó, como não podia ser di-

ferente, ela foi a responsável pelo povoamento da região. Os sesmeiros, atraídos por terras propícias à criação, fixaram-se na região após terem vencido a indiada, desenvolvendo a criação de gado para corte. Essa atividade teve seu apogeu durante os séculos XVII e XIX, deixando de ser a principal atividade econômica do estado quando da seca de 1877 a 1879, considerada pelos cronistas como a maior seca da história do Brasil (SANTOS, 1994). Esta vitimou não só os rebanhos, como também a população dos sertões, que se refugiou nas capitais nordestinas. Estima-se cerca de 500 mil mortos em decorrência dessa calamidade.

A pecuária e outras atividades a ela ligadas, como beneficiamento de leite, fabrico de queijos, plantação de capim, desmatamento para criar pastagens, dentre outras, vêm sendo desenvolvidas desde a época das capitâncias hereditárias e apresentam-se, nos dias atuais, como sustentáculos da economia dessa região. A região do Seridó norte-rio-grandense forneceu gado para as capitâncias de Pernambuco, Itamaracá e Paraíba. As atividades pastoris, juntamente com a atividade algodoeira, foram de fundamental importância para assegurar o assentamento das famílias que se instalaram no Seridó durante o seu povoamento (SEPLAN, 2000a).

A pecuária e a cotonicultura (cultura do algodão) foram as primeiras atividades econômicas implementadas na região a contribuir de forma pontual para o processo de desertificação. O consórcio gado-algodão foi muito prejudicial à vegetação nativa, bem como aos solos, uma vez que estes eram expostos e pisoteados pelo gado, acrescentando-se a derrubada das matas para o plantio de algodão. Entretanto, do ponto de vista do criador, mostrou-se um consórcio bem-sucedido, uma vez que aproveitavam a "torta", preparada com o caroço do algodão e das folhagens, para complementar a alimentação do gado.

A cultura do algodão começa a ter expressividade a partir de 1865, quando a produção e a exportação superaram a lavoura da cana-de-açúcar, onde muitos senhores de engenho trocaram a lavoura da cana pelo plantio de algodão nos sertões (SANTOS, 1994). A cotonicultura foi impulsionada mais ainda com a Guerra da Secessão nos Estados Unidos da América (1862 a 1865), quando esse país, impossibilitado de exportar para a Inglaterra, deu lugar às exportações do Rio Grande do Norte, o que fez com que a produção crescesse.

O plantio do algodão foi tão intenso no Seridó que um de seus municípios recebeu o nome de Ouro Branco em homenagem a tão importante cultura, conhecida na época de seu apogeu como “o ouro branco do Seridó”. A região ficou conhecida, também, pela qualidade da fibra do algodão mocó produzido, superior à de espécies existentes no mundo inteiro. Durante o seu apogeu, o algodão “venceu o gado”, a que substituiu como elemento de vida econômica fundamental na manutenção das populações seridoenses, que se entregaram ao seu cultivo, sendo fundamental para a fixação do homem ao campo, tendo em vista ser acessível ao pequeno agricultor. Este plantava, colhia e vendia a produção para as indústrias de descaroçamento de algodão espalhadas por quase todas as cidades da região. Hoje, essas indústrias se resumem a prédios abandonados e malconservados.

Na região predomina uma combinação de grandes e pequenas propriedades e é a região semiárida do mundo com maior número de açudes. A elevada população humana para as condições físicas locais contribui para que o homem rapidamente esgote as riquezas naturais aí existentes. É comum a prática da venda de áreas de solos férteis para a atividade ceramista pelos pequenos proprietários. Vendem-se justamente os melhores solos existentes onde, no período de chuvas, normalmente pratica-se a agricultura de subsistência.

De acordo com o Senhor João Barbosa Filho, 53 anos, agricultor no município de Currais Novos, de onde também é natural, este é o último recurso que lhe resta antes de deixar as suas terras e migrar para a cidade mais próxima em busca de emprego para tentar sobreviver. Entretanto, o homem do campo tem consciência e percebe a degradação que causa vendendo os solos férteis de suas pequenas propriedades: *Sabemos que se vendermos a terra boa, no ano que chover nós não poderemos plantar, pois não vai ter terra e as terras que restam são tabuleiros onde só nasce xique-xique, mas não tem outra saída; ou fazemos isto ou abandonamos tudo e vamos morar na cidade. Os mais moços já foram tudo embora estudar e não querem mais voltar pra trabalhar na terra não!*

### Atividade Ceramista

De acordo com Zandonadi (apud NESI e CARVALHO, 1999), a cerâmica vermelha, também denominada cerâmica estrutural, engloba todos os produtos derivados da queima de argila e que apresentam cor vermelha após a queima a 950°C.

A atividade ceramista é considerada pela maioria dos estudiosos como a que mais contribui para a degradação da região do Seridó norte-rio-grandense. Essa afirmativa justifica-se no fato de que ela degrada em duas frentes: na utilização da lenha nativa como matriz energética e na utilização dos solos aluviais para a confecção de artefatos cerâmicos.

As argilas com alto teor de impurezas são uma mistura de argilominerais de caulinita, illita e esmectita, além de matéria orgânica e minerais acessórios, como quartzo, mica, carbonatos e outros, e uma apreciável quantidade de compostos de ferro, sendo estes os responsáveis pela cor vermelha característica dos produtos, que resulta da oxidação desses compostos presentes ou liberados pela argila durante a queima (NESI e CARVALHO, 1999).

O Seridó apresenta pequenos depósitos aluviais situados às margens de rios e riachos, principalmente nos municípios de Currais Novos, Carnaúba dos Dantas, Acari e Parelhas. Já estão sendo utilizadas por algumas cerâmicas da região as argilas provenientes dos açudes, destacando o açude público de Cruzeta e a Barragem Marechal Dutra na cidade de Acari, que são atualmente responsáveis pelo abastecimento de grande parte das cerâmicas da região.

A viabilidade do uso da argila de açude se dá principalmente devido ao alto potencial de assoreamento apresentado por alguns reservatórios da região. Acredita-se que esse assoreamento seja em virtude da velocidade com que a água escoas das encostas da serra de Santana, na porção norte da sub-bacia do rio Seridó, que encontra logo à sua frente o barramento do açude Dourado, em Currais Novos, em seguida o Gargalheiras, em Acari, e depois o Cruzeta, na cidade de mesmo nome. Não só a velocidade do deflúvio seria a responsável por esses altos índices de assoreamento, como também o desmatamento da mata ciliar.

Logo, do ponto de vista do setor ceramista, a utilização de argila de açude nada mais é do que o aproveitamento de um recurso originário de um processo de degradação das matas ciliares, que precisa, em médio prazo, ser contido. Uma das soluções seria o uso dessa matéria-prima pelo setor (Tabela 10.2).

**Tabela 10.2** - Distribuição das cerâmicas e olarias no Seridó.

Cidades	Cerâmicas	Olarias
Acari	4	–
Caicó	5	–
Carnaúba dos Dantas	17	–
Cruzeta	7	2
Currais Novos	4	3
Equador	2	–
Ipueira	1	–
Jardim de Piranhas	2	–
Jardim do Seridó	13	7

Cidades	Cerâmicas	Olarias
Ouro Branco	2	–
Parelhas	21	1
São Fernando	-	–
Santana do Seridó	2	2
São João do Sabugi	-	6
São José do Seridó	1	4
Total	81	25

Fonte: Nesi e Carvalho (1999).

A atividade ceramista (Figura 10.4) emprega atualmente mais de 2.500 pessoas de forma direta, sendo que a maior parte da produção é exportada para outros estados. A produção do município de Carnaúba dos Dantas, por exemplo, segue para as cidades de: João Pessoa (PB), 29% da produção; Campina Grande (PB), 7%; Recife (PE), 14%; Maceió (AL), 22%; Arapiraca (AL), 4%; Aracaju (SE), 14% e Salvador (BA), 5% (SILVA, 1999, p. 87) Existem na região do Seridó 106 “núcleos” ceramistas, distribuídos por quase todos os municípios da região.



**Figura 10.4** - Cerâmica Totoró (Currais Novos, RN). Fonte: Acervo do autor (2003).

No ano de 2000 existiam, de acordo com pesquisa do Sebrae-RN, cerca de 160 cerâmicas em funcionamento no estado do Rio Grande do Norte, sendo que, destas, 77 estavam localizadas na região do Seridó.

Além de responsável pelo desmatamento em grande escala que acomete a região do Seridó e pela extração de argilas férteis, resultando em crateras no solo e consequentes processos de erosão (Figura 10.5), a atividade ceramista tem ocasionado outro grande problema decorrente da pouca tecnificação da produção e de uso de mão-de-obra desqualificada (o que gera perda no processo produtivo): os rejeitos da atividade ceramista são jogados às margens das estradas, em completo desrespeito às leis ambientais (Figura 10.6).

Alguns municípios não possuem cerâmicas instaladas, como é o caso de São José do Seridó, porém, os efeitos dessa atividade são sentidos nessa cidade, já que ela foi fornecedora de lenha para as cerâmicas de Parelhas, Carnaúba



**Figura 10.5** - Área degradada com avançado processo de erosão laminar e em sulcos, na qual é possível ver o horizonte R do solo. Fonte: Acervo do autor (2003).



**Figura 10.6** - Rejeitos de telhas amontoados às margens da estrada RN 086, próximo a Parelhas/RN. Fonte: Acervo do autor.

dos Dantas, Acari e Cruzeta durante muito tempo, sendo visíveis os efeitos da devastação. Hoje, apenas as cerâmicas de Cruzeta consomem lenha oriunda desse município. Ouro Branco é outra cidade que está tendo a sua cobertura vegetal degradada por essa atividade, pois ceramistas de Jardim do Seridó compram lenha de fazendeiros desse município e até de Santa Luzia, na Paraíba.

### Atividade Panificadora

A atividade panificadora caracteriza-se pela produção de produtos derivados do trigo, como pães, bolos, bolachas etc. Essa atividade se fixou na região do Seridó a partir da primeira metade do século XX. Hoje, o pão compõe a dieta alimentícia da maioria das famílias seridoenses e, muitas vezes, tem substituído itens que, historicamente, sempre fizeram parte da dieta alimentar do povo dessa região, como o cuscuz de milho, a tapioca de goma de mandioca (*Manihot esculenta*) e muitos outros que foram herdados da cultura indígena e que eram preparados a partir do milho e da mandioca cultivados na própria região, diferentemente do pão, que é preparado a partir do trigo importado de outras regiões do Brasil ou de outros países.

Essa atividade econômica existe em quase todos os municípios da região. Aqueles que não possuem padarias,

adquirem pão, bolachas, biscoitos e outros subprodutos de municípios vizinhos. A distância percorrida para viabilizar essa produção pode ultrapassar 100 km.

Atualmente, existem cerca de 50 panificadoras no Seridó, formando uma grande rede de distribuição de seus produtos por toda a região e até fora dela (Figura 10.7).

O consumo de lenha por parte das cerâmicas e panificadoras está destruindo rapidamente não só os solos de aluviões, que são os mais férteis da região e onde os pequenos agricultores plantam suas lavouras, como também está causando a extinção de espécies vegetais e animais que dependem da vegetação para sobreviver, como é o caso da abelha jandaíra (*Melipona subnitida*), que constrói seu ninho no tronco de árvores que são cortadas e queimadas aleatoriamente todos os dias. Tem-se de levar em consideração que grande parte das espécies de abelhas da caatinga é endêmica e está intrinsecamente associada à vegetação, o que torna a situação mais difícil de ser equacionada.

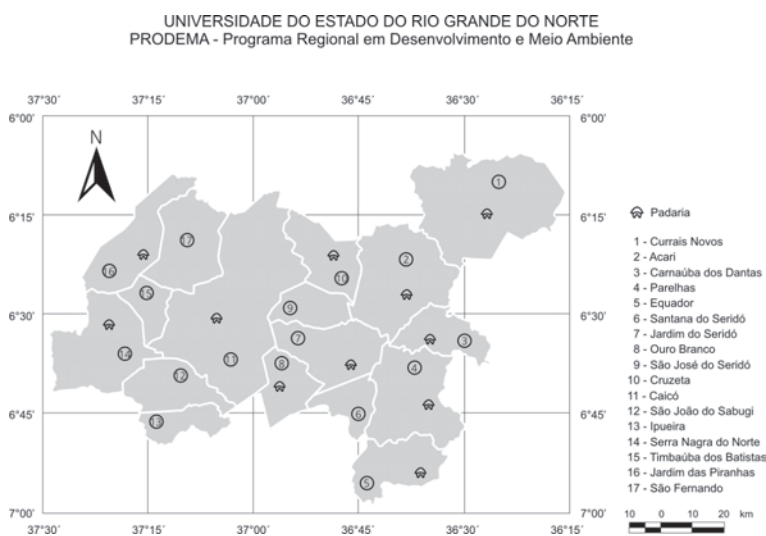


Figura 10.7 - Distribuição das padarias no Seridó.

## Atividade Mineradora

O Seridó possui mais de meio século de história mineral, o que torna essa atividade parte do cotidiano de muitos seridoenses. Em quase toda família existe uma pessoa que trabalhou ou trabalha na atividade mineradora. As marcas dessa atividade podem ser vistas tanto no cotidiano das pessoas como na arquitetura de algumas cidades que se prepararam para recebê-la. Isso se deve ao fato de o Seridó ser uma região riquíssima em recursos minerais que são, relativamente, ainda pouco explorados.

A atividade mineradora na região teve início com a exploração de minerais industriais como tungstênio, berilo, tântalo, ouro, nióbio, dentre outros. A sociedade e a economia do Seridó devem boa parte de seu progresso à indústria extrativa mineral, principalmente à mineração de tungstênio. Outros minerais também impulsionaram a região do Seridó,

como estanho, bismuto, lítio, ouro, berilo, nióbio e tântalo. Este é um mineral muito duro, utilizado na fabricação de ligas especiais e é hoje um dos principais minerais extraídos na região, sendo responsável pela grande difusão dos garimpos, além de muito contribuir para assegurar a permanência do garimpeiro na região, evitando o processo de migração.

Apesar do grande potencial mineral da região do Seridó, a atividade mineradora só veio a se tornar regular no início da década de 1930, quando compradores da Alemanha começaram a adquirir na região os chamados minerais estratégicos, extraídos de pegmatitos, representados principalmente por berilo, columbita, tantalita, cristal de rocha e mica (DANTAS apud SEPLAN, 2000b).

Por conta da demanda durante a Segunda Guerra Mundial, os recursos minerais que já eram explorados tiveram aumento de exploração. Nesse período, ocorre também a descoberta da scheelita, mineral de tungstênio, que passou a ser o produto mais importante para a economia mineira do

Seridó. A mineração apresentava-se como uma atividade com baixo nível de industrialização, caracterizada principalmente pela garimpagem de minerais de pegmatitos e de tungstênio. Sua importância pode ser aquilatada pelo número de empregos então gerados, calculados como abrangendo um contingente de mais de 10 mil trabalhadores.

No Seridó, a atividade mineradora esteve concentrada em Currais Novos. Aos poucos, ganhou níveis modernos de industrialização e de agregação tecnológica.

Embora no início da década de 1960 a atividade demonstrasse certa decadência, o quadro tornou-se mais uma vez favorável em virtude das políticas de desenvolvimento regional adotadas pela SUDENE, que estabeleceu prioridade para apoiar financeiramente a exploração de minerações locais em várias sub-regiões do Nordeste, já que a mineração é uma importante atividade econômica.

A década de 1970 começou com uma alta significativa nos preços da scheelita no mercado externo, ativando as atividades desse subsetor da mineração seridoense.

Nessa década, ocorreu também a ampliação do mercado interno nacional como resultado do processo de industrialização impulsionada pela política governamental de substituição de importações em curso na Região Sudeste do país. A economia mineira baseada na scheelita consolidou-se neste que foi o seu melhor período de desenvolvimento. A Mina Brejuí, em Currais Novos, chegou a exportar, no ano de 1944, 957.466 t de sheelita, tendo sido este o pico máximo de toda a sua história produtiva.

O declínio iniciou-se na década de 1980. O valor da produção caiu drástica e continuamente, atingindo, em 1995, o seu pico máximo, com cerca de 89,9%, quando comparado com os anos anteriores. As causas dessas variações negativas foram provocadas pela queda dos preços no mercado

internacional de scheelita, wolframita, tantalita e berílio, que influenciaram fortemente o mercado brasileiro, afetando a produção interna. A scheelita, considerada o carro-chefe da mineração do estado do Rio Grande do Norte, foi bastante afetada, ocorrendo daí o fechamento das principais minas de scheelita de Currais Novos, devido à baixa demanda por parte do setor metalúrgico nacional e da excessiva oferta de tungstênio no mercado internacional proveniente da China.

Com a queda brusca da atividade mineradora no Seridó (essa região possui uma das maiores jazidas de calcário dolomítico do estado, com mais de 80 km de extensão, entre os municípios de Currais Novos, Acari, Cruzeta, Jucurutu e Florânia), a cidade de Currais Novos perdeu a sua maior fonte geradora de emprego e renda. Muitas famílias ficaram desempregadas e o fluxo migratório, que antes existia no sentido de outras cidades da região para Currais Novos, passa a ser inverso, ou seja, as pessoas migram de Currais Novos para outros municípios, principalmente para Natal. A população de Currais Novos apresentava um crescimento anual maior que 2% e hoje possui um crescimento de 0,12%. Isso demonstra o quanto a cidade perdeu com o fim dessa importante atividade. Outros municípios da região também já apresentam decréscimos populacionais decorrentes do declínio da mineração.

Atualmente, as cidades que antes dependiam da atividade mineradora vivem do comércio, da cerâmica vermelha e da prestação de serviços. Isso se dá pela ótima infraestrutura criada no apogeu dessa atividade, como bancos, hospitais, saneamento, comércio, calçamento, dentre outros benefícios.

A região do Seridó possui uma das mais ricas jazidas minerais do Brasil, com a vantagem de ser muito diversificada, não sendo a scheelita o único mineral de importância para a economia da região. Entretanto, a indústria extrativa mineral do Rio Grande do Norte, como um todo, continua dependente da exploração da scheelita e da tantalita.

Para o caso particular do Seridó, as possibilidades estão relacionadas à exploração de:

- Matérias-primas para cerâmicas vermelhas, concentradas no chamado Polo de Parelhas;
- Matérias-primas para cimento, cal e agricultura;
- Matérias-primas para vidros (feldspato, quartzo e quartzito, dentre outros);
- Matérias-primas para cargas minerais (caulim, feldspato e mica, além de outros);
- Matérias-primas para a indústria química (espodumênio e rutilo/ilmenita);
- Matérias-primas para a construção civil (areia quartzosa, argila, granitos e granitoides, mármore e quartzito/metaconglomerado);
- Gemas (como água-marinha, esmeralda, ametista e turmalina, dentre as mais importantes);
- Pegmatitos diversos (com destaque para caulinita, tantalita-columbita, berílio, cassiterita, granada, espodumênio, bismuto nativo, sericita, mângano-tantalita e fluorita, dentre os principais);

Exemplo de desenvolvimento é a cidade de Currais Novos, que, com as minas Brejuí e Barra Verde, principalmente, foi uma das cidades do Seridó a conhecer um grande crescimento econômico em poucos anos devido à atividade mineradora. Houve uma grande mudança, inclusive, no estilo arquitetônico de prédios e residências: antes da mineração, adotava-se o estilo colonial; com o início das atividades mineradoras, a cidade passou a ter traços mais modernos. Também no setor cultural as pessoas mudaram hábitos e costumes.

Atualmente, a mineração de tungstênio está sendo realizada na forma de garimpos por toda a região do Seridó, sem controle ou fiscalização. Os próprios órgãos responsáveis pela legalização das atividades mineradoras no estado alegam não ter conhecimento da atividade do garimpo no Seridó.

Por estarem associados às mesmas formações geológicas, o tungstênio e a tantalita são os dois minerais atualmente mais explorados na região pelos garimpeiros.

## Desmatamento

O desmatamento constitui o maior problema da região do Seridó, em decorrência de ser responsável pelo fornecimento da matriz energética de grande parte das atividades industriais da região. A lenha é retirada de forma indiscriminada e com um mínimo de fiscalização por parte do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), devido ao reduzido número de agentes e à falta de estrutura.

Na cidade de Parelhas, por exemplo, alguns ceramistas já estão tendo dificuldades em conseguir lenha para manter suas indústrias funcionando e estão recorrendo a madeiras como avelós (*Euphorbia tirucalli* L.), que possuem baixo teor calorífico e não proporcionam uma queima homogênea da cerâmica, fazendo com que a qualidade dos artefatos produzidos seja inferior.

Os solos são pobres em matéria orgânica, pedregosos e excessivamente arenosos, o que, com a falta de água, condicionou o aparecimento de uma cobertura vegetal raquítica, espinhenta e seca denominada caatinga.

As áreas afetadas pelos processos de desertificação na região do Seridó apresentam vegetação reduzida, tanto com relação ao porte quanto em número de plantas, sendo comum o nanismo de algumas espécies, como o pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*). A pobreza e o rebaixamento da cobertura vegetal diminuem o atrito, de maneira que a movimentação do ar junto à superfície do solo é mais livre e, conseqüentemente, os processos de erosão laminar são mais severos nessas áreas (CONTI, 1995).

Nota-se também o aumento do espaçamento natural entre as plantas. O desmatamento tem contribuído para o aumento do albedo e, principalmente, do escoamento superficial e conseqüente processo de erosão laminar e em sulcos, não sendo esse último o mais comum, tendo em vista a pouca profundidade dos solos da região, que não propicia a formação de sulcos e/ou grandes crateras, como é comum em

regiões de solos sedimentares. O processo de erosão laminar é o mais comum e também o mais prejudicial à região do Seridó, tendo em vista que este atua diretamente na camada superficial do solo, fazendo com que não só sedimentos sejam carreados como também a camada mais fértil do solo.

Com relação à composição florística do semiárido nordestino, são poucas as espécies florísticas de grande significação econômica como produtora de madeira de lei, embora a caatinga seja abundante em plantas forrageiras e produtoras de lenha, carvão e estacas para cerca.

O desmatamento é uma prática comum na região, seja para que o terreno possa servir de pasto para o gado, seja para retirada de lenha para servir de fonte energética das várias atividades econômicas, ou para o consumo humano. É comum o homem do campo fazer “coivaras” (quantidade de ramagens a que se põe fogo nas roçadas para desembaraçar o terreno e adubá-lo com as cinzas, facilitando a cultura) para limpar a terra para servir de pasto ao gado quando chover, prática prejudicial tanto aos solos quanto à manutenção da biodiversidade (Figura 10.8). No Seridó, praticamente todas as casas na zona rural têm um fogão de lenha que é usado com mais frequência que o fogão a gás; este, quando existe, é usado apenas para o preparo de refeições rápidas ou quando se recebe visita: no dia a dia, é utilizado o fogão a lenha. Isso se dá, principalmente, em decorrência da facilidade em se conseguir a lenha e do alto custo do GLP (Gás Liquefeito de Petróleo).

Além desse tipo de desmatamento, o pequeno agricultor e muitas pessoas que residem nas cidades da região utilizam lenha ou carvão como combustível, sendo comum ver, às margens das estradas, homens cortando lenha dessas áreas e usando fornos para o fabrico de carvão vegetal. Os fornos são cavados no chão (Figura 10.9), preenchidos com lenha – preferencialmente jurema, devido à boa qualidade do carvão e do teor calorífico dessa espécie – e cobertos com a terra que foi retirada da cova, deixando-se apenas uma chaminé por onde sairá a fumaça, para que a lenha queime lentamente, transformando-se em carvão.

Para essa técnica secular do fabrico de carvão, ultimamente, vem sendo utilizada madeira de diâmetro muito fino e de má qualidade, que não proporciona uma queima homogênea da lenha. Isso resulta em um carvão de qualidade inferior, com grande quantidade de cinzas e,



**Figura 10.8** - Homem desmatando a caatinga e pondo fogo em uma coivara.



**Figura 10.9** - Trincheira de forno para produzir carvão (lenha empilhada ao fundo).

consequentemente, gerando um baixo rendimento. Entretanto, é uma atividade que cresce bastante nos períodos de estiagem, quando falta serviço no campo.

Esses fornos são chamados de bacurau ou trincheira e têm capacidade média de produção de 50 kg de carvão (equivalente a dois sacos e meio). Essa prática é muito danosa ao meio ambiente local e está diretamente ligada às condições de miséria em que vive parte da população seridoense, uma vez que o cidadão, não tendo condições de comprar o gás de cozinha (GLP), utiliza-se dessa alternativa para preparar seus alimentos. É difícil precisar a quantidade de pessoas que fazem uso dessa prática (PNF/MMA/BNB, 2002).

De acordo com o Plano de Manejo Florestal para a Região do Seridó (IBAMA, 1992), a caatinga da região do Seridó é classificada como hiperxerófila, apresentando predisposição natural para a desertificação. Com a ação das atividades humanas, a desertificação é acelerada.

Raros são hoje os remanescentes da Caatinga Hiperxerófila primitiva existente no Seridó, restando pequenas áreas em algumas serras e morros isolados. As matas ciliares foram substituídas, em sua grande parte, por espécies arbustivas e pela algaroba (*Prosopis juliflora*), que invadiu as margens dos principais rios da região.

No Seridó, toda a Caatinga Hiperxerófila encontra-se comprometida pelos processos de degradação que se acentuam a cada período de estiagem e no decorrer dos anos secos. Quando se iniciam as chuvas, que são caracterizadas por um regime torrencial, encontra-se uma vegetação desfolhada que não oferece proteção ao solo, sendo esse efeito pior nas áreas já degradadas ou em processo de desertificação.

Das regiões sujeitas ao processo de desertificação no Nordeste brasileiro, o Seridó é aquela que possui maior nível de organização social, com grande número de associações comunitárias, rurais, sindicatos patronais e cooperativas atuantes, o que se constitui em fator positivo e facilitador para se investir em políticas de combate ao processo de desertificação.

No Seridó norte-rio-grandense, as técnicas industriais e principalmente agropecuárias são muito rudimentares, podendo ser encontradas, ainda, práticas agrícolas herdadas

da época do povoamento e costumes indígenas, como as queimadas. Como consequência das atividades econômicas nessa região de condições edafoclimáticas precárias, surgem várias áreas onde se torna visível a perda da biodiversidade, a vegetação já quase não existe, os solos se encontram muito erodidos, compondo paisagens que se assemelham a verdadeiros desertos.

Assim, vários são os desafios para pelo menos minimizar as consequências da desertificação, sendo necessário, em primeiro lugar, a adoção de políticas que visem ao desenvolvimento econômico sustentável, acompanhadas de políticas educacionais inclinadas a conhecer e a conservar as riquezas ambientais locais, com a formação de agentes multiplicadores e a capacitação de pessoal especializado para desenvolver trabalhos de conservação ambiental junto às comunidades afetadas. Deve-se, ainda, aumentar o efetivo de fiscais dos órgãos ambientais que atuam na região e incentivar a criação de organizações não-governamentais que atuem na área ambiental e social. Incentivar os setores produtivos a promoverem atividades pautadas no desenvolvimento sustentável, para que possam atuar não só hoje, mas durante muito tempo na região. O investimento em uma política agropecuária adequada à realidade edafoclimática da região é premente, assim como em pesquisas para se redirecionar a agropecuária local, com a utilização de plantas xerófilas e animais rústicos.

Outro grande desafio é a recuperação das áreas já desertificadas e/ou degradadas, tendo em vista que as técnicas tradicionais de plantio de mudas não se mostraram satisfatórias para a realidade edafoclimática do Seridó. Assim, acreditamos que a Técnica do Inoculo seja uma alternativa para a recuperação de áreas degradadas no Seridó, tendo em vista que essa técnica tem como princípio utilizar a serrapilheira e, conseqüentemente, o banco de sementes existente na região para promover a recuperação de forma mais natural possível, sem alterar a composição florística local, com a introdução de espécies exóticas, como tem sido feito tradicionalmente. Além disso, os resultados, como custo/benefício e índice de pega, são bem superiores aos da Técnica de Reflorestamento Tradicional.

O processo de desertificação na região do Seridó tem como principais consequências:

- Queda da produção e produtividade agrícola.
- Perda da biodiversidade (fauna e flora).
- Agravamento dos problemas sociais.
- Migração das populações para centros urbanos.
- Perda de solos decorrente dos processos de erosão; assoreamento de rios e reservatórios.
- Aumento das secas edáficas em decorrência da diminuição da retenção de água no solo.

O processo de desertificação na região do Seridó exerce grande influência sobre as populações locais, que se reflete

nos grandes centros urbanos, podendo suas consequências variarem de acordo com as condições naturais locais, bem como a intensidade das atividades antrópicas implementadas, gerando, principalmente, a migração campo-cidade. Alguns municípios encontram-se em estágios mais avançados de degradação que outros, sendo, porém, consenso dos pesquisadores o fato de que quase todo município apresenta alguma área degradada ou sofrendo processo de degradação.

Vários são os agentes antrópicos que causam degradação ambiental e desertificação no Seridó. Esses agentes estão distribuídos por toda a região, localizados, principalmente, próximos a riachos, açudes, zonas urbanas e estradas (Figura 10.10).



Figura 10.10 - Localização das atividades potencialmente degradadoras do Seridó (RN).

## REFERÊNCIAS

- ACCIOLY, Luciano J. de O. **Indicadores da desertificação no semi-árido**. EMBRAPA. PPT. Recife, 12 de agosto de 2003. Arquivo (5.518.336 bytes); CD-ROM 700 MB. Microsoft Power Point.
- BOA VENTURA, R. S. Sugestões para ampliação do conceito de desertificação. In: SEMINÁRIO SOBRE DESERTIFICAÇÃO NO NORDESTE, 1986. **Anais...** Brasília: SEMA/SPL, 1986. p. 79-83.
- BOMORAIS, Ione Rodrigues Diniz. **Desvendando a cidade: Caicó em sua dinâmica espacial**. Gráfica do Senado. Natal, 1999.
- BOTELHO, C. L. **Seca: visão dinâmica, integrada e correlações**. Fortaleza: ABC Fortaleza, 2002.
- BRASIL, Tomás Pompeu de Sousa. **Memória sobre a conservação das matas e arboricultura como meio de melhorar o clima da província do Ceará, Forta-**

**leza**. 1859. In: \_\_\_\_\_. 8º Livro das Secas, Mossoró, RN. Coleção Mossoroense, v. CCXLII, 1986.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **PNC**. Diretrizes para a Política Nacional de Controle da Desertificação. Brasília: MMA, 1998.

CARVALHO, V.; LOMBARDO, M. A. **Análise preliminar das potencialidades das imagens Landsat para estudo de desertificação**. São José dos Campos: INPE, 1979. (INPE – 1540 – RPE/065)

CONTI, J. B. **Desertificação nos trópicos: proposta de metodologia de estudo aplicada ao nordeste brasileiro**. 1995. Tese (Livre-Docência) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

FARIA, H. B. de. Identificação de núcleos de desertificação na região seridoense do estado do Rio Grande do Norte. In: SEMINÁRIO SOBRE DESERTIFICAÇÃO NO NORDESTE, 1986. **Anais...** Brasília: SEMA/SPL, 1986.

GALVÃO, Ana Lúcia C. Oliveira. **Estudo de processos de desertificação no nordeste brasileiro, a partir de imagens de sensores remotos orbitais**. Brasília: IBAMA, 1991.

IBAMA. **Plano de manejo florestal para a região do Seridó do Rio Grande do Norte**. Natal: IBAMA, 1992. v.1. (Projeto PNUD/FAO/IBAMA).

LAMARTINE, Oswaldo. **Sertões do Seridó**. Brasília: Gráfica do Senado, 1980.

MATALLO JR., Heitor. **Indicadores de desertificação: histórico e perspectivas**. Brasília: UNESCO, 2001. Série Meio Ambiente e Desenvolvimento, v. II.

MATALLO JR., Heitor. A desertificação no mundo e no Brasil. In: SCHENKEL, C. S.; MATALLO JUNIOR, H. (Org.). **Desertificação**. Brasília: UNESCO, 1999.

MEDEIROS, José Augusto Bezerra de. **Seridó**. Brasília: Centro Gráfico do Senado Federal, 1980.

MEDEIROS, José Augusto Bezerra de. **Seridó**. Rio de Janeiro: Borsoi, 1954. V. I. Série Biblioteca de História Norte-Rio-Grandense, VI.

MEDEIROS, Getson Luís Dantas de. Mapeamento dos agentes de degradação ambiental do Seridó. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOCIEDADE E TERRITÓRIOS NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO: EM BUSCA DA SUSTENTABILIDADE, 2002. **Anais...** Campina Grande, 2002.

MENDES, Benedito Vasconcelos. **Plantas e animais para o nordeste**. Rio de Janeiro: Globo, 1987. 167 p.

MEUNIER, Isabelle Maria Jacqueline; CARVALHOS, Adailton José Epaminondas de. Crescimento da caatinga submetida a diferentes tipos de cortes, na região do Seridó do Rio Grande do Norte. **Boletim Técnico**, Natal, n. 4, set. 2000.

NERI, M. S. A. **Processo de desertificação: o caso de São José do Seridó**. Natal: UFRN, 1982.

NESI, J. de R.; CARVALHO, V. G. D. de. **Minerais industriais do estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM/SINTEC/SEBRAE/SENAI/CEFET/FUNPEC, 1999. 156 p. il. 1 mapa in bolso.

PNF/MMA/BNB. **Economia de lenha na produção de carvão**. Adaptação equipe técnica do Programa Nacional de Florestas. Unidade de Apoio do Nordeste. Natal: Banco do Nordeste, 2002. Cartilha.

PROJETO ÁRIDAS. Nordeste: uma estratégia de desenvolvimento sustentável. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento, 1955.

SANTOS, Paulo Pereira dos. Evolução econômica do Rio Grande do Norte (do século XVI ao século XX). Natal, RN: Clima, 1986. 300 p. In: SEMINÁRIO SOBRE DESERTIFICAÇÃO NO NORDESTE, 1994. Documento final. Brasília: SEMA/MA/SUDENE, 1994.

SEPLAN. RIO GRANDE DO NORTE. IICA. **Plano de Desenvolvimento Sustentável do Seridó**. V. 1 (Diagnóstico). Caicó-RN, 30 de setembro de 2000.

SEPLAN. RIO GRANDE DO NORTE. IICA. **Plano de Desenvolvimento Sustentável do Seridó**. V. 2 (Estratégia, programas e projetos e sistema de gestão). Caicó-RN, 30 de setembro de 2000.

SILVA, Teresa C. da. Contribuição da geomorfologia ao estudo dos ambientes da caatinga. In: SIMPÓSIO SOBRE CAATINGA E SUA EXPLORAÇÃO RACIONAL, 1986. **Anais...** Brasília: UEFS/EMBRAPA, 1986.

SILVA, G. G. **Problemática da desertificação no ecossistema da caatinga do município de São João do Cariri**. Teresina: Universidade Federal do Piauí, 1993.

SILVA, Carlos Sérgio Gurgel da. **Abordagens sobre o processo de desertificação nos municípios de Parelhas e Equador no estado do Rio Grande do Norte: uma avaliação**. 1999. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 1999.

SILVA, Flávio Hugo Barreto Batista da. **Método de determinação do escoamento superficial de bacias hidrográficas a partir de levantamentos pedológicos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. Documentos, 2000, n. 21, p. 79. CD-ROM.



# 11

## PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOTURISMO

Marcos Antonio Leite do Nascimento (*marcos@geologia.ufrn.br*)

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

### SUMÁRIO

Introdução .....	135
Patrimônios geoturísticos .....	135
Patrimônio geomorfológico .....	135
Patrimônio paleontológico/arqueológico .....	138
Patrimônio espeleológico .....	138
Patrimônio mineiro .....	139
Patrimônio geológico potiguar na SIGEP .....	140
Projetos e ações de geoturismo .....	141
Projeto monumentos geológicos do Rio Grande do Norte .....	141
Roteiro de turismo mineral .....	142
As sete maravilhas do Rio Grande do Norte .....	143
I concurso de fotografia das unidades de conservação e monumentos geológicos do Rio Grande do Norte .....	143
Referências .....	144



## INTRODUÇÃO

O estado do Rio Grande do Norte, em questão de paisagens (relevo), minerais, rochas, fósseis e outros temas geológicos, apresenta exemplos dos mais didáticos e completos, indo desde rochas antigas do embasamento cristalino (> 3 bilhões de anos) até as coberturas de dunas (< 5 mil anos) (Figura 11.1).

Muitos desses exemplos constituem potenciais monumentos, que vêm atualmente despertando também interesses turístico, histórico e cultural (NASCIMENTO et al., 2005).

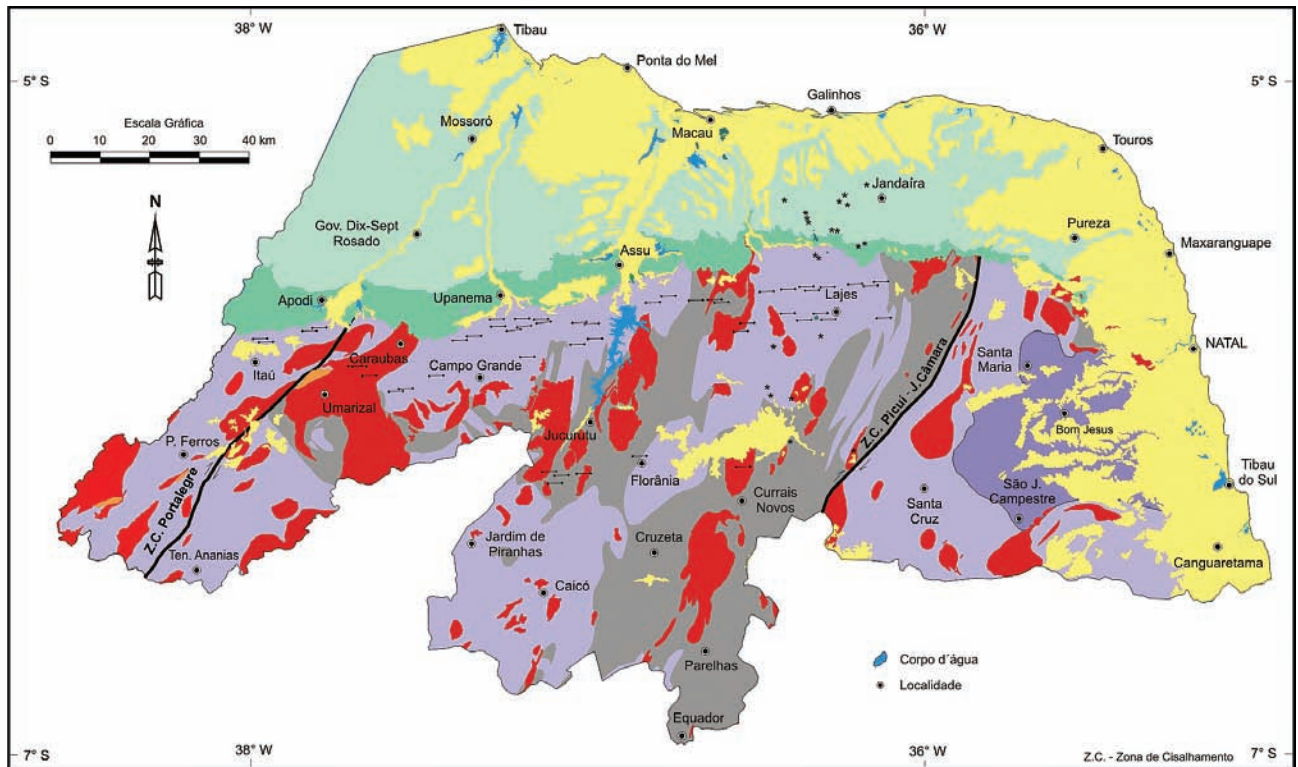
No que se refere ao interesse turístico, destaca-se o geoturismo, que representa o segmento do turismo de natureza que tem no patrimônio geológico seu principal atrativo.

## PATRIMÔNIOS GEOTURÍSTICOS

O patrimônio geológico é um recurso natural não renovável que possui valores científico, cultural, educativo e econômico. Ele está limitado a uma área geográfica e sujeito a diversas ameaças. São várias as tipologias, com destaque para os patrimônios geomorfológico, paleontológico, espeleológico, mineiro, petrológico, mineralógico, hidrogeológico, tectônico, dentre outros.

### Patrimônio Geomorfológico

Em várias regiões do estado do Rio Grande do Norte, o relevo se destaca na paisagem, proporcionando paisagens de grande beleza, formadas por cenários exuberantes e mirantes que permitem a contemplação de áreas pouco conhecidas.



#### EMBASAMENTO CRISTALINO

Formado por rochas metamórficas, em geral de natureza **ortoderivada** (formada a partir do metamorfismo em rochas ígneas). A mais comum no Estado é denominada de ortogneisse e possui estrutura planar bem desenvolvida, chamada pelos geólogos de foliação. Na maioria das vezes esta rocha apresenta composição semelhante ao granito. Porém rocha de natureza **paraderivada** (formada a partir do metamorfismo das rochas sedimentares, também conhecida como metassedimentar) ocorre em pequena quantidade. A mais comum é denominada de paragneisse.

As rochas que compõem o embasamento cristalino são as mais abundantes em todo o Estado e podem ser individualizadas em dois grupos de acordo com as suas idades de formação.

- Rochas metamórficas paleoproterozóicas (2,0 a 2,3 bilhões de anos)
- Rochas metamórficas arqueanas (2,5 a 3,5 bilhões de anos)

#### GRUPO SERIDÓ

Formado por rochas metamórficas de natureza predominantemente **paraderivada** com destaque para paragneisses, micaxistos, mármore, quartzitos e metaconglomerados. Algumas dessas rochas mostram minerais típicos de metamorfismo como sillimanita, granada, cordierita, estaurolita e andaluzita. Os geólogos separam esses diferentes tipos de rochas em três formações, da base para o topo, denominadas de Jucurutu (paragneisses e mármore), Equador (quartzitos e metaconglomerados) e Seridó (micaxistos).

Associados a essas rochas paraderivadas também são encontradas rochas vulcânicas metamorfoisadas (chamadas de metavulcânicas) de composição semelhante aos basaltos. O conjunto de rochas paraderivadas e metavulcânicas caracteriza o Grupo Seridó como sendo de origem metavulcanossedimentar.

- Rochas metamórficas neoproterozóicas (~ 640 milhões de anos)

#### GRANITO E DIORITO

Este conjunto é formado por rochas ígneas de origem plutônica sendo a rocha mais comum no Estado denominada de **granito**. Este é constituído principalmente pelos minerais quartzo, feldspato potássico, plagioclásio e biotita em proporções variadas. Outra rocha ígnea que tem composição bastante distinta do granito, podendo ter minerais como anfíbólios e piroxênios é chamada de **diorito**. Diferente do granito por este ter cor clara e o diorito cor escura.

- Rochas ígneas/magnéticas neoproterozóicas (542 a 590 milhões de anos)

#### BASALTO

É uma rocha ígnea de origem vulcânica sendo constituída por minerais ricos em ferro e magnésio (olivina, piroxênios e anfíbólios). Três grandes grupos são individualizados pelas suas idades.

- Basaltos Macaú (8 a 49 milhões de anos)
- Basaltos Rio Ceará-Mirim (~ 132 milhões de anos)
- Basaltos Serra do Curú (~ 93 milhões de anos)

#### ARENITO

É uma rocha sedimentar formada por processos fluviais e depositada em uma bacia sedimentar (depressão no terreno onde os sedimentos se acumulam). No Estado compreende os arenitos da Formação Açu (na Bacia Potiguar) e os correlatos a Formação Pendências (nas bacias interioranas).

- Arenitos Açu (~ 100 milhões de anos)
- Arenitos Pendências (~ 135 milhões de anos)

#### CALCÁRIO

É uma rocha sedimentar formada por processos marinhos. No Estado é representado pelos calcários da Formação Jandaíra.

- Calcários Jandaíra (~ 90 milhões de anos)

#### COBERTURAS RECENTES

Representados por rochas sedimentares e sedimentos tais como: conglomerados, arenitos, folhelhos, cascalhos, areias e turfas. Ocorrem principalmente no litoral, nos vales dos rios, nas bordas das lagoas e nos brejos.

- Rochas sedimentares e sedimentos recentes (< 60 milhões de anos até o presente)

Figura 11.1 - Arcabouço geológico simplificado do estado do Rio Grande do Norte.

Nesse relevo, destacam-se duas categorias de serras, ambas com sua base constituída por rochas cristalinas (metamórficas e/ou ígneas) (SOUSA et al., 2006). Uma categoria possui no topo coberturas sedimentares identificadas pelo topo plano (as conhecidas chapadas). Estas estão representadas principalmente pelas serras de Santana, dos Martins e Portalegre (Figura 11.2). Aquelas constituídas unicamente por rochas cristalinas, portanto formadas por litologias ígneas e/ou metamórficas, mostram-se com topo pontiagudo ou irregular. Na constituição desse relevo,

destacam-se as serras, os picos e afloramentos de rochas cujos melhores exemplos são as serras de São José (região mais elevada do estado, com 831 m de altitude, entre Luís Gomes e Coronel João Pessoa), do Chapéu, da Acauã, Caiada, das Queimadas, de São Bernardo, da Formiga, do Feiticeiro, da Cruz, do Espinheiro, da Tapuia, de São Bento, da Barriguda, da Garganta (Figura 11.3a), Lágea Formosa, João do Vale, Rajada (Figura 11.3b), do Patu, Monte das Gameleiras (Figura 11.3c), dentre muitas outras. Os principais picos estão representados pelo do Cabugi (Figura



**Figura 11.2** - Serra de Portalegre (em município homônimo), com topo formado por rochas sedimentares. Fotografia: Marcos Nascimento.



**Figura 11.3** - Exemplos do relevo formado por rochas cristalinas. (a) serra da Garganta (Florânia); (b) serra Rajada (Carnaúba dos Dantas); (c) serra Monte das Gameleiras (nos municípios de Monte das Gameleiras e Serra de São Bento). Fotografias: (a/b) Marcos Nascimento; (c) Antonio Galindo.

11.4a), do Cabugzinho, do Totoró etc. (Figura 11.4b). Essas serras e picos são formados por granitos, basaltos, gnaisses e quartzitos. Tais locais são excelentes para criação de sítios geomorfológicos, hoje muito utilizados para a prática do turismo de aventura.

As diferentes formas da superfície da Terra (ou geofomas) caracterizam o relevo, que é resultado da ação de forças ou agentes que agiram por milhões de anos. Os agentes internos (ou endógenos) são processos estruturais que atuam de dentro para fora da Terra, como tectonismo, magmatismo e abalos sísmicos. Os agentes externos (ou exógenos) são processos esculturais que atuam externamente, modificando a paisagem, como intemperismo, ação das águas das chuvas, mares e rios e dos seres vivos etc. Os sedimentos erodidos durante a formação desse relevo são, em parte, transportados pelos rios para o mar, onde são retrabalhados pelas ondas e hoje constituem os depósitos arenosos que ocorrem ao longo do litoral brasileiro.

No litoral, a paisagem se destaca pela presença de falésias, que são escarpas costeiras abruptas não cobertas por vegetação, que se localizam na linha de contato entre a terra e o mar (também conhecida como linha de costa),

sendo dos tipos ativa ou inativa. Elas ocorrem em praticamente todo o litoral potiguar. Em geral, são formadas por arenitos e conglomerados (rochas sedimentares) associadas principalmente às rochas descritas como Formação Barreiras (ou Grupo Barreiras, para alguns autores). Como exemplos geoturísticos, têm-se as falésias das praias de Baía Formosa, Tabatinga (Figura 11.5a), Pipa (Figura 11.5b), Ponta do Madeira, Maxaranguape, Touros, Porto do Mangue, Ponta do Mel, Tibau etc.

Outro atrativo paisagístico situado ao longo do litoral é representado por dunas (depósitos eólicos litorâneos) formadas pelo acúmulo de areia depositada pela ação do vento dominante, podendo ser fixas ou móveis. Muitas dessas dunas são consideradas cartões-postais nos lugares onde ocorrem. É o caso, por exemplo, das dunas do Morro do Careca, da Via Costeira, de Jenipabu, de Galinhos, de Areia Branca, de Ponta Negra (Figura 11.6a) e do Rosado (Figura 11.6b).

A intenção de utilizar a paisagem (e seu relevo) como atração geoturística vem da necessidade de cobrir uma lacuna do ponto de vista da informação. A ideia é fazer com que o turista não só contemple as paisagens, como



**Figura 11.4** - Exemplos de picos situados no interior potiguar: (a) Pico do Cabugi (formado por basaltos de 25 milhões de anos); (b) Pico do Totoró (formado por granitos de 589 milhões de anos). Fotografias: Marcos Nascimento.



**Figura 11.5** - Exemplos de falésias encontradas no litoral potiguar: (a) praia de Tabatinga; (b) praia de Pipa. Fotografias: (a) Marcos Nascimento; (b) Ronaldo Diniz.



A



A



B



B

**Figura 11.6** - Exemplos de dunas encontradas no litoral potiguar: (a) dunas de Ponta Negra; (b) dunas do Rosado. Fotografias: Marcos Nascimento.

**Figura 11.7** - Exemplos de (a) fóssil e (b) pintura rupestre no sítio arqueológico/paleontológico Lajedo de Soledade (Apodi). Fotografias: Marcos Nascimento.

também entenda um pouco sobre os processos geológicos responsáveis por sua formação, o que levaria a uma maior valorização do cenário.

### Patrimônio Paleontológico/Arqueológico

A ciência natural que estuda a vida do passado da Terra e o seu desenvolvimento ao longo do tempo geológico, bem como os processos de integração da informação biológica no registro geológico, isto é, a formação dos fósseis, é a Paleontologia. O fascínio em saber algo sobre o passado na Terra faz com que os locais onde existem esses registros sejam hoje considerados sítios paleontológicos (bastante visitados).

No estado do Rio Grande do Norte, há inúmeros exemplos desses sítios, porém poucos são utilizados com enfoque (geo)turístico, destacando-se apenas os sítios do Lajedo de Soledade (Apodi) (Figuras 11.7a e 11.7b), Lágua Formosa (São Rafael), Mirador (Parelhas), Lagoa do Santo (Currais Novos) e Lagoa de Lajes (Alexandria).

Os principais atrativos de um sítio paleontológico são os fósseis, que compreendem restos ou vestígios deixados

nas rochas por animais e/ou plantas no passado geológico. No caso do Rio Grande do Norte viveram, há cerca de 10 mil anos, gigantescos animais, como mastodontes, tigres-dentes-de-sabre, tatus e preguiças gigantes.

Em vários sítios paleontológicos, também são encontradas inscrições rupestres (formadas por pinturas e/ou gravuras), representando aspectos do dia a dia, danças, ritos e cerimônias dos antigos habitantes da região, além de figuras de animais, muitos já extintos. Essas inscrições pré-históricas, com idades entre 6 e 12 mil anos, estão gravadas em paredes de rochas. Vale salientar que as inscrições rupestres fazem parte dos sítios arqueológicos, todavia estes são considerados patrimônio cultural e protegidos pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) e, portanto, enquadram-se no turismo cultural. No entanto, é notória sua forte associação com feições geológicas importantes.

### Patrimônio Espeleológico

Esse tipo de patrimônio refere-se às cavernas que se desenvolvem principalmente em calcários (rochas se-

dimentares) e mármore (rochas metamórficas), embora também possam ocorrer em arenitos (rochas sedimentares), quartzitos (rochas metamórficas) e granitos (rochas ígneas). Quando geradas por processos de dissolução pela ação da água, as cavernas se formam em calcários e mármore, dando origem ao relevo cárstico. Esse tipo de relevo apresenta um conjunto de feições muito características que, além das próprias cavernas, configura grande beleza cênica, como maciços rochosos expostos, paredões ou escarpas, vales, torres, depressões, dolinas e lagoas.

Segundo o IBAMA/RN e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade ICMBio (por intermédio do Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas (CECAV)), o Rio Grande do Norte é um estado muito favorável à descoberta de novas cavernas, principalmente devido à grande quantidade de calcários e mármore existente. Consta no banco de dados do CECAV o cadastro de 267 cavidades naturais subterrâneas no estado (do total de 6.040 no Brasil), sendo aqui consideradas apenas as que foram prospectadas e georreferenciadas.

O uso do patrimônio espeleológico pode ser científico, turístico, religioso e esportivo, ou como área de atuação de empreendimentos minerários e de infraestrutura. Destes, o uso turístico deve ser realizado com cuidado, por se tratar de uma atividade que põe em risco tanto as cavidades quanto a população que a frequenta. De acordo com o CECAV, a atividade turística exige que sejam estabelecidas regras para utilização adequada das cavidades, de forma a diminuir os impactos causados. Essas regras são definidas no Termo de Referência para Elaboração de Plano de Manejo Espeleológico, disponíveis no sítio do CECAV (<<http://www.icmbio.gov.br/cecv/>>).

Das cavidades que são tradicionalmente utilizadas como turismo, no Rio Grande do Norte, aquelas que merecem destaque são: Furna Feia (Mossoró) e Abrigo Olho d'Água da Furna (Governador Dix-Sept Rosado), ambas formadas em calcários da Formação Jandaíra (de idade cretácea – 90 milhões de anos), além da Gruta da Caridade

(Caicó) (Figura 11.8a) e Casa de Pedra (Martins) (Figura 11.8b), formadas em mármore da Formação Jucurutu (de idade neoproterozoica – 634 milhões de anos). A Caverna da Furna Feia passa por estudos para ser transformada em unidade de conservação na categoria Parque Nacional.

Recentemente, estudos realizados pelo CECAV identificaram, por meio de mapeamento topográfico, aquela que pode ser a maior caverna do estado e que está entre as principais do Brasil: a Caverna de Trapiá, localizada no município de Felipe Guerra, com 2.032 m de projeção horizontal e 2.330 m de desenvolvimento linear, formada em calcários da Formação Jandaíra.

## Patrimônio Mineiro

Vestígios de antigas minas possuem também um potencial geoturístico particular no Rio Grande do Norte, atividade bastante difundida em outros países. Aqui, é possível citar o exemplo da Mina Brejuí (Currais Novos), que hoje representa atração geoturística bastante visitada. Nessa mina, antigos túneis (ou galerias), por onde circulavam os mineradores e os vagões, foram adequados para visitação (NASCIMENTO et al., 2008). Nela, os turistas têm conhecimento de como as riquezas minerais são ou foram extraídas e beneficiadas. Vale lembrar que a cidade de Currais Novos teve seu auge de desenvolvimento na época da mineração e a cultura mineira encontra-se nela arraigada até hoje.

Localizado a cerca de 180 km de Natal, na região do Seridó potiguar, tem-se o Complexo Turístico da Mina Brejuí, onde os turistas e visitantes podem desfrutar das riquezas históricas e culturais da mina, por meio de visitação a túneis, morros de rejeito (descritos no passeio como dunas), Memorial Tomaz Salustino, Museu Mineral Mário Moacyr Porto, Gruta de Santa Bárbara e Igreja de Santa Tereza D'Ávila.

A Mina Brejuí foi uma das maiores produtoras de scheelita (minério de tungstênio) da América do Sul, cuja exploração foi iniciada em 1943. Ela teve seu auge na Segunda Guerra Mundial, quando foram retiradas toneladas



**Figura 11.8** - Exemplos de cavernas exploradas turisticamente no estado: (a) gruta da Caridade (Caicó); (b) Casa de Pedra (Martins).  
Fotografias: (a) Marcos Nascimento; (b) Joaquim das Virgens.

de minérios para as indústrias do aço. Em 1996, a mina teve suas atividades paralisadas, que foram retomadas apenas em 2005.

A partir de 2000, começaram a ser implantadas as primeiras ações direcionadas para o turismo e, hoje, a Mina Brejuí é o maior parque temático do estado, visitado diariamente por turistas e estudantes de várias partes do Brasil e do exterior, que somaram mais de 30 mil turistas nos últimos 10 anos (2000-2009).

Um dos aspectos mais interessante da visita ao parque temático consiste em conhecer parte dos túneis por onde era extraída a scheelita. A Mina Brejuí tem cerca de 60 km de túneis subterrâneos, dos quais 300 m foram devidamente adaptados à visitação turística (Figuras 11.9a e 11.9b).



**Figura 11.9** - Mina Brejuí (Currais Novos) como destino geoturístico no Rio Grande do norte: (a) sinalização geoturística da mina, com a galeria de acesso ao trecho adaptado ao fundo; (b) frente de exploração do minério de scheelita. Fotografias: (a) Marcos Nascimento; (b) Joaquim das Virgens.

### PATRIMÔNIO GEOLÓGICO POTIGUAR NA SIGEP

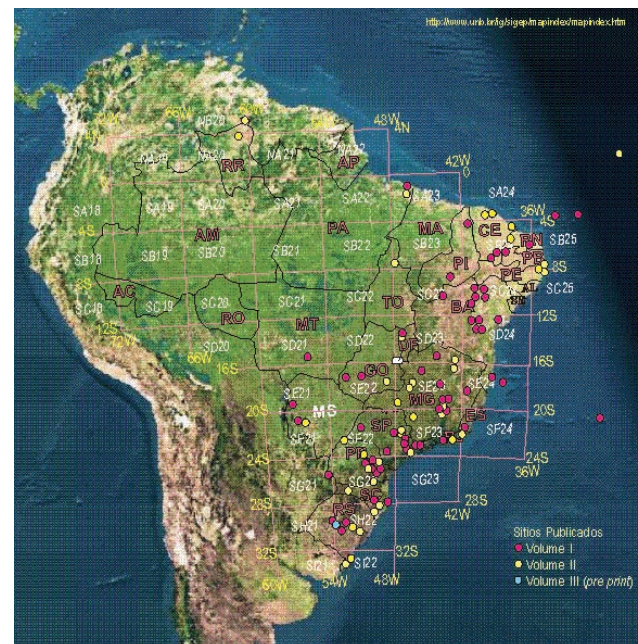
A Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP) foi criada no início de 1997, em resposta ao chamamento mundial, em 1993, do Working Group on

Geological and Palaeobiological Sites (GEOTOPES). A SIGEP envolve representantes de toda a comunidade geológica brasileira e é composta por 10 entidades públicas ou privadas: Academia Brasileira de Ciências (ABC), Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA), Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB), Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA), Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRAS), Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE), Sociedade Brasileira de Geologia (SBGeo) e Sociedade Brasileira de Paleontologia (SPB).

A principal atribuição da SIGEP é selecionar e inventariar os sítios geológicos brasileiros, apoiada no gerenciamento de um banco de dados nacional em atualização permanente (<<http://www.unb.br/ig/sigep>>). A SIGEP está permanentemente recolhendo proposições, cadastrando novas ocorrências significativas e avaliando as condições de risco e de degradação dos sítios candidatos. Uma vez aprovados, os sítios devem se prestar ao fomento da pesquisa científica básica e aplicada, à difusão do conhecimento nas áreas das Ciências da Terra, ao fortalecimento da consciência conservacionista, ao estímulo a atividades educacionais, recreativas ou turísticas, sempre em prol da participação e do desenvolvimento socioeconômico das comunidades locais.

Até o momento, foram catalogados 99 sítios geológicos, dos quais três estão inseridos no estado do Rio Grande do Norte (Figura 11.10):

- Sítio 33 – Atol das Rocas (litoral do Nordeste do Brasil): Único atol do Atlântico Sul Equatorial Ocidental.



**Figura 11.10** - Mapa com a localização dos sítios geológicos publicados na SIGEP. Fonte: <<http://www.unb.br/ig/sigep>>.



- Sítio 39 – Pico do Cabugi (RN): Registro do mais jovem magmatismo continental do Brasil.
- Sítio 127 – Lajedo de Soledade (Apodi, RN): Ocorrência peculiar de megafauna fóssil quaternária no Nordeste do Brasil.

Além destes, dois outros sítios se encontram com as propostas aprovadas, porém ainda sem descrição:

- Marmitas do Rio Carnaúba, Acari, RN.
- Parque das Dunas, RN.

## PROJETOS E AÇÕES DE GEOTURISMO

### Projeto Monumentos Geológicos do Rio Grande do Norte

O Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA/RN) criou, no início de 2006, o projeto Monumentos Geológicos do Rio Grande do Norte e, a partir daí, firmou convênio com PETROBRAS/CEFET/FUNCERN, estabelecendo, para a sua execução, uma parceria com a CPRM/SGB e a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), no intuito de contar um pouco da história geológica potiguar por meio de painéis explicativos (CUNHA et al., 2007).

A parceria com geólogos, professores e pesquisadores da UFRN, CPRM/SGB (Núcleo de Natal – NANA), PETROBRAS e CEFET (atual Instituto Federal do Rio Grande do Norte. (IFRN)) permitiu o levantamento de dados e a geração de informações científicas para confecção de placas explicativas para levar à sociedade o entendimento acerca da evolução geológica do Rio Grande do Norte (Figuras 11.11a a 11.11d).

O objetivo do referido projeto foi propiciar a divulgação das Geociências e seus monumentos, para proporcionar à sociedade: (i) reconhecer e preservar os monumentos geológicos do estado; (ii) divulgar o conhecimento geológico entre as comunidades; (iii) fortalecer o potencial geoturístico da região; (iv) incentivar o desenvolvimento socioeconômico relacionado à geologia.

A meta foi confeccionar painéis informativos com conteúdo didático sobre geologia, geomorfologia, petrologia, paleontologia, arqueologia e espeleologia, contendo: título, mapa de localização, explicação dos aspectos da evolução geológica de cada ponto selecionado em uma linguagem de fácil entendimento (em português e em uma versão resumida em inglês – *abstract*).

No primeiro momento do projeto, foi selecionado, em conjunto, por IDEMA/RN, CPRM/SGB e UFRN, um total



**Figura 11.11** - Exemplos de sítios geológicos escolhidos para sinalização geoturística no Rio Grande do Norte: (a) dunas de Jenipabu (Extremoz); (b) dunas do Rosado (Porto do Mangue); (c) pico do Cabugi (Angicos); (d) granito de Acari (Acari).  
Fotografias: (a) Alenuska; (b) IDEMA; (c/d) Marcos Nascimento.

de 16 pontos de interesse geológico para colocação dos painéis, distribuídos da seguinte forma:

- Litoral: Morro do Careca, Parque das Dunas, Dunas de Jenipabu, Dunas do Rosado, Arenitas Praiais, Recifes de Corais e Falésias de Pipa.
- Interior: Pico Vulcânico do Cabugi, Caverna de Pedra de Martins, Granito de Acari, Lajedo de Serra Caiada, Lajedo de Soledade, Tanques Fossilíferos de São Rafael, Mina Brejuí, Pegmatitos de Parelhas e Poço 9-MO-13-RN (primeiro poço produtor de óleo na Bacia Potiguar).

A exemplo de estados como Rio de Janeiro (pioneiro, com a criação do Projeto Caminhos Geológicos), Paraná e Bahia, o Rio Grande do Norte é o quarto estado brasileiro a criar um programa específico para proteção dos monumentos geológicos e respectiva divulgação para a sociedade.

### Roteiro de Turismo Mineral

O Brasil possui uma incrível variedade de minerais raros e cristais que o coloca entre as principais províncias mineralógicas do mundo. Um caso particular desses minerais são as gemas, cuja existência em nosso território influenciou o imaginário de portugueses e bandeirantes no início da colonização.

A Região Nordeste do Brasil é um reconhecido destino turístico, não só nacional como internacional, sendo também produtora de minerais raros e gemológicos, material que normalmente encontra mercado no Sudeste ou, como destino final, o consumidor estrangeiro.

O mercado de gemas e minerais de coleção apresenta uma forte ligação com o setor turístico, caracterizando uma

variante específica do geoturismo. Um roteiro mineralógico foi apresentado em consonância com atrativos turísticos tradicionais e o geoturismo, unindo quatro estados e dois polos de entrada do turismo internacional (Natal/RN e Fortaleza/CE) e integrando produção com potenciais consumidores (LICCARDO e NASCIMENTO, 2008).

O trajeto proposto parte de Natal/RN e termina em Fortaleza/CE, mas pode ser utilizado em ambos os sentidos (Figura 11.12). Ao longo dessa rota são considerados os principais polos, com as seguintes localidades: Natal/RN; Lajes Pintadas/RN, com produção de água-marinha e esmeralda, além de minerais de coleção ligados aos pegmatitos e pedra-sabão; Currais Novos/RN, com a famosa Mina Brejuí (scheelita), já transformada em atração turística, e um núcleo de artesanato mineral e lapidação (Figuras 11.13 e 11.14); Carnaúba dos Dantas/RN, com quartzo rosa, espessartita e berilo; Parelhas/RN, com turmalinas verdes, azuis e vermelhas, água-marinha, heliodoro e outros; Equador/RN, com raríssimos euclásios azuis; Junco do Seridó/PB, com a única produção mundial de turmalina-da-paraíba, material que alcança preços de até 100 mil dólares por grama e uma profusão de rochas ornamentais; Campina Grande/PB, com o Centro Gemológico do Nordeste; Souza/PB, importante sítio paleontológico/arqueológico, com as pegadas de dinossauros; Tenente Ananias/RN, com água-marinha e esmeralda; Solonópole/CE, com turmalina e água-marinha; Quixeramobim/CE, que produz berilo em seu entorno e é um polo de desenvolvimento de joalheria e aproveitamento de materiais; Pedro II/PI, com a segunda maior produção mundial de opala nobre, associada à Bacia Sedimentar do Maranhão, e um forte núcleo de

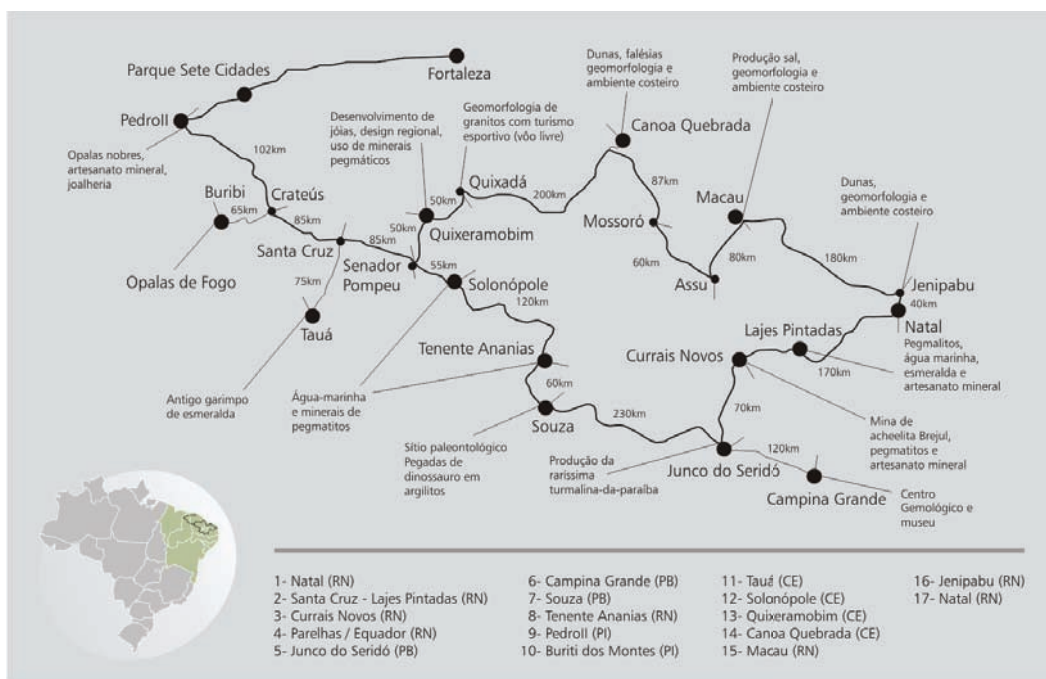


Figura 11.12 - Roteiro mineralógico elaborado para realização de turismo mineral em estados do Nordeste.



**Figura 11.13** - Centro de Referência Mineral (Currais Novos), onde são produzidos artesanatos usando minerais e rochas do estado do Rio Grande do Norte. Fotografia: Marcos Nascimento.



**Figura 11.14** - Exemplos de artesanatos produzidos com minerais e rochas no Centro de Referência Mineral em Currais Novos (RN). Fotografias: Marcos Nascimento.

artesanato mineral e joalheria; Buriti dos Montes/PI, que apresenta produção inicial de opala-de-fogo, também ligada às rochas sedimentares.

Esse roteiro apresenta uma série de atrativos geoturísticos ligados à paisagem do sertão que podem ser integrados, promovendo uma verdadeira interação do intenso turismo que acontece no litoral com o interior desses estados.

### As Sete Maravilhas do Rio Grande do Norte

O “Diário de Natal”, o “DN Online” e a Rádio Poti lançaram, em julho de 2007, uma campanha para eleger as Sete Maravilhas do Rio Grande do Norte, nos moldes das similares à escolha internacional que definiu as Sete Novas Maravilhas do Mundo.

A votação das Sete Maravilhas contemplou obras da natureza ou realizadas pelo homem, tendo sido indicadas por leitores pelo voto direto em duas etapas. Na primeira etapa, o leitor enviava um e-mail ou preenchia um cupom sugerindo uma maravilha. Na segunda, o voto era realizado diretamente na página da campanha na Internet.

Concorreram ao título 133 maravilhas. Destas, 74 eram construções (igrejas, castelos, faróis e outras obras) e 59 belezas naturais (serras, praias, matas etc.), das quais 31 diretamente relacionadas ao patrimônio geológico potiguar. Entre as indicações, havia lugares até então desconhecidos por muitos, mas que depois da campanha passaram a ser conhecidos por todo o estado, muitos se tornando destino turístico.

Após a apuração de mais de 170 mil votos em quatro meses de campanha, as grandes vencedoras foram: Serra da Barriguda (Alexandria): 16.224 votos (Figura 11.15); Morro do Careca (Natal): 13.409 votos (Figura 11.16); Açude Gargalheiras (Acari): 10.674 votos; Fortaleza dos Reis Magos (Natal): 10.272 votos; Estádio Maria Lamas Farache (Natal): 8.404 votos; Santuário do Lima (Patu): 7.735; Apertados (Currais Novos): 7.252 votos (Figura 11.17).

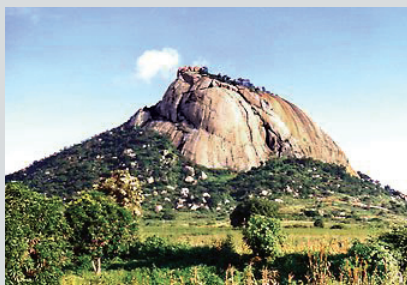
Observa-se que, das sete maravilhas escolhidas, três estão intimamente associadas ao patrimônio geológico: Serra da Barriguda (primeira colocada), Morro do Careca (segunda colocada) e Apertados (sétima colocada).

### I Concurso de Fotografia das Unidades de Conservação e Monumentos Geológicos do Rio Grande do Norte

Lançado pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA/RN), durante a Semana de Meio Ambiente do Rio Grande do Norte de 2009, o referido concurso – aberto a toda a sociedade – teve como objetivo transformar em documentação fotográfica as belezas naturais do estado, com destaque para os monumentos geológicos.

Foram inscritas 215 fotografias, sendo escolhidas 24 como finalistas. Destas, saíram as três vencedoras. Ao vencedor coube o prêmio de R\$3.000,00, enquanto que

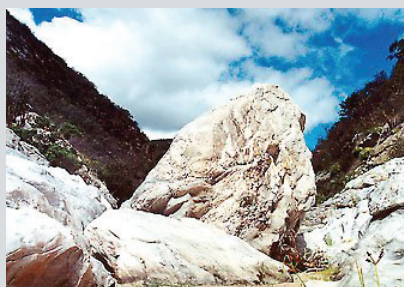
FOTOS MAIS VOTADAS NA CAMPANHA "SETE MARAVILHAS DO RIO GRANDE DO NORTE"



**Figura 11.15** - Formada por granitos (rocha ígnea), a serra da Barriguda (Alexandria) possui 310 m de altura (em relação ao solo) e 602 m de altitude (em relação ao nível do mar).



**Figura 11.16** - O morro do Careca é o cartão-postal mais famoso de Natal. Formado por areias que compõem a duna principal, há mais de 10 anos a subida ao morro foi interdita para que o ambiente fosse preservado.



**Figura 11.17** - Os Apertados (Currais Novos) são rochas do embasamento cristalino (gnaisses e pegmatitos) atravessadas pelas águas do rio Picuí, que aproveita fraturas geradas nas rochas, formando um apertado caminho.

para o segundo e o terceiro colocado os prêmios foram de R\$2.000,00 e R\$1.000,00, respectivamente. As fotos estão disponíveis em: <link <http://www.concursodoidema.blogspot.com/>>.

## REFERÊNCIAS

CUNHA, E. M. S.; NASCIMENTO, M. A. L.; NESI, J. R.; GALINDO, A. C.; CAPRIGLIONE, M. J.; PAULA, M. S. O projeto monumentos geológicos e seus desdobramentos no estado do Rio Grande do Norte. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 22., 2007, Natal. **Livro de Resumos**, 2007. v. 1. p. 247.

LICCARDO, A.; NASCIMENTO, M. A. L. Geoturismo: roteiro de turismo mineral no Nordeste. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 44., 2008, Curitiba. **Anais...** CD-ROM.

NASCIMENTO, M. A. L.; CARVALHO, Y. G.; MEDEIROS, W. D. A.; TINOCO, D. B. A implantação do geoturismo no polo Seridó (sertão Potiguar): necessidade para a conservação do patrimônio natural do Rio Grande do Norte. In: ENCONTRO NACIONAL DE TURISMO COM BASE LOCAL, 9., 2005, Recife. **Anais...** CD-ROM.

NASCIMENTO, M. A. L.; RUCHKYS, Ú. A.; MANTESSO NETO, V. **Geodiversidade, geoconservação e geoturismo**: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 2008. 84 p.

SOUSA, D. C.; LIMA, M. G.; NASCIMENTO, M. A. L.; LIMA, Z. M. C. Utilização de feições geomorfológicas como atrativo turístico: o exemplo do estado do Rio Grande do Norte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 43., 2006, Aracaju. **Anais...** v. 1. p. 89.

# 12

## UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Marcos Antonio Leite do Nascimento<sup>1</sup> (*marcos@geologia.ufrn.br*)  
Alinne Kadidja de Sousa Fernandes<sup>2</sup> (*alinne\_kadidja@yahoo.com.br*)

<sup>1</sup>UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>2</sup>IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente

### SUMÁRIO

Introdução .....	147
Diagnóstico das unidades de conservação no Rio Grande do Norte .....	147
Unidades de conservação federais .....	148
Estação ecológica do Seridó.....	148
Reserva biológica do Atol das Rocas .....	148
Floresta Nacional açu .....	148
Floresta Nacional Nísia floresta .....	149
RPPN Mata Estrela Senador Antonio Farias .....	149
RPPN Fazenda Salobro .....	149
RPPN Reserva Sernativo .....	149
Unidades de conservação estaduais .....	150
Parque Estadual Dunas de Natal Jornalista Luiz Maria Alves .....	150
Parque Ecológico do Cabugi .....	150
APA Jenipabu .....	151
APA Bonfim/Guaraíra .....	152
Parque Estadual Mata da Pipa.....	153
APA dos Recifes de Corais .....	154
APA Piquiri-Una.....	155
RDS Estadual Ponta do Tubarão .....	155
Programa de conservação e recuperação ambiental do Rio Grande do Norte ....	156
Referências.....	158



## INTRODUÇÃO

O interesse e a necessidade por preservação de áreas naturais vêm de épocas anteriores à criação do conceito de unidades de conservação. As Unidades de Conservação (UC) foram instituídas com a promulgação de um novo Código Florestal (Lei n. 4.771, de 15 de setembro de 1965), no qual foram definidas as figuras de parques, reservas biológicas e florestas nacionais, estaduais e municipais. Com a Lei n. 6.902, de 27 de abril de 1981, criaram-se as estações ecológicas e as áreas de proteção ambiental.

Entretanto, nenhuma dessas leis atendeu à definição de espaços territoriais especialmente protegidos previstos na Constituição Federal, muito menos a sua forma de criação e gestão, permanecendo a indefinição sobre o manejo desses espaços.

Em 18 de julho de 2000, a Lei Federal n. 9.985 regulamentou o art. 225, §1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação no Brasil. O SNUC define Unidade de Conservação como:

*Espaço territorial com seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.*

O SNUC divide as Unidades de Conservação em dois grupos, com características específicas: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável.

O grupo das Unidades de Proteção Integral é composto pelas seguintes categorias de Unidades de Conservação:

Estação Ecológica; Reserva Biológica; Parque Nacional; Monumento Natural; Refúgio de Vida Silvestre.

Enquanto o grupo das Unidades de Uso Sustentável é composto por estas categorias de Unidades de Conservação: Área de Proteção Ambiental; Área de Relevante Interesse Ecológico; Floresta Nacional; Reserva Extrativista; Reserva de Fauna; Reserva de Desenvolvimento Sustentável; Reserva Particular do Patrimônio Natural.

A legislação estadual do Rio Grande do Norte contemplou todas as prescrições estabelecidas pelo SNUC ao criar o Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza (SEUC) e demais Espaços Protegidos, por meio da Lei Complementar n. 272, de 3 de março de 2004.

As UCs são importantes para o desenvolvimento da política de conservação da natureza. Sua importância se amplifica na medida em que o processo de ocupação humana se expande e se consolida, reduzindo drasticamente os espaços naturais equilibrados e autossustentáveis.

## DIAGNÓSTICO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO RIO GRANDE DO NORTE

Há 15 Unidades de Conservação legalmente constituídas no território potiguar: oito estaduais (sob a responsabilidade do Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente (IDEMA)/RN), quatro federais e três particulares (essas últimas sob a responsabilidade do IBAMA) (Quadros 12.1 e 12.2).

Em nível estadual, há, ainda, uma UC de Proteção Integral, o Parque Estadual Florêncio Luciano, criado pelo Decreto n. 10.120, de 10 de agosto de 1988, na área desapropriada pelo governo do estado da bacia da barragem denominada Boqueirão, no município de Parelhas. Por estar em discordância com o disposto na lei de criação do SNUC,

**Quadro 12.1** - Unidades de conservação federais no Rio Grande do Norte.

Nome	Área (ha)	Legislação	Bioma
<b>Unidades de Proteção Integral</b>			
<b>Estação Ecológica</b>			
ESEC do Seridó	1.128,00	Decreto 87.222, de 31.05.82	Caatinga
<b>Reserva Biológica</b>			
REBIO Atol das Rocas	35.342,00	Decreto 83.549, de 05.06.79	Marinho
<b>Unidades de Uso Sustentável</b>			
<b>Florestas Nacionais</b>			
FLONA Açú	215,00	Portaria 245, de 18.07.2001	Mata Atlântica
FLONA Nísia Floresta	174,00	Decreto s/n, de 27.09.2001	Mata Atlântica
<b>Reserva Particular do Patrimônio Natural</b>			
RPPN Mata Estrela	2.039,93	Portaria 020 (2000)	Ecossistema Costeiro
RPPN Fazenda Salobro	755,95	Portaria 052 (1994/N)	Caatinga
RPPN Reserva Sernativo	154,29	Portaria 109 (1996/N)	Caatinga

Fonte: IBAMA. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/siucweb/listaUc.php> Acesso em: 5 out. 2009.

**Quadro 12.2** - Unidades de conservação estaduais no Rio Grande do Norte.

Nome	Área (Ha)	Legislação	Bioma
<b>Unidades de Proteção Integral</b>			
<b>Parques Estaduais</b>			
Parque Estadual Dunas de Natal	1.172,00	Decreto 7.237, de 22.11.1977	Mata Atlântica
Parque Ecológico Pico do Cabugi	2.164,00	Decreto 14.813, de 16.03.2000	Caatinga
Parque Estadual Mata da Pipa	290,88	Decreto 19.341, de 12.09.2006	Mata Atlântica
<b>Unidades de Uso Sustentável</b>			
<b>Áreas de Proteção Ambiental</b>			
APA Jenipabu	1.739,00	Decreto 12.620, de 17.05.1995	Ecosistema Costeiro
APA Bonfim/Guaraira	42.194	Decreto 14.369, de 22.03.1999	Ecosistema Costeiro
APA dos Recifes de Corais	180.000,00	Decreto 15.476, de 06.06.2001	Ecosistema Costeiro
APA Piquiri-Una	12.025,86	Decreto 10.683, de 06.06.1990	Ecosistema Costeiro
<b>Reserva de Desenvolvimento Sustentável</b>			
RDS Ponta do Tubarão	12.946,03	Lei 8.349, de 17.07.2003	Ecosistema Costeiro

Fonte: IDEMA/RN. Disponível em: <[http://www.idema.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/idema/unidades\\_de\\_conservacao/gerados/unidades\\_de\\_conservacao.asp](http://www.idema.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/idema/unidades_de_conservacao/gerados/unidades_de_conservacao.asp)>. Acesso em: 15 out. 2009.

sem objetivos claros de criação e por ter sido submersa pelo Açude do Boqueirão, essa UC encontra-se em fase de avaliação para ser destituída.

As UCs totalizam 292.341 ha, sendo 40.097 ha (13,7%) em Unidades de Proteção Integral e 252.244 ha (86,3%) em Unidades de Uso Sustentável. Somente as quatro Áreas de Proteção Ambiental (APAs) respondem por 235.959 ha (80,7%) desse total. A União, por meio do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) (por enquanto, ainda IBAMA, no Rio Grande do Norte) responde por 39.809 ha (13,6%) das áreas protegidas, enquanto o poder público estadual, por meio do IDEMA/RN, responde por 252.532 ha (86,4%). A iniciativa privada, por meio das RPPNs (com apoio do IBAMA) possui 2.950 ha (1%). A maioria das áreas em UCs (275.724 ha) envolve zonas litorâneas/oceânicas costeiras rasas, atóis e recifes, ou seja, 94% das áreas protegidas do Rio Grande do Norte.

Considerando que a área territorial oficial do Rio Grande do Norte totaliza 52.796,791 km<sup>2</sup>, constata-se, a partir dos dados apresentados, que apenas 1,4% das terras emersas do estado encontram-se na categoria de Unidades de Conservação. Esse percentual será significativamente menor se for considerado que as APAs não envolvem predominantemente áreas naturais. Tal situação mostra-se preocupante na medida em que esses quantitativos estão abaixo da média nacional de Unidades de Conservação, que está em torno de 6%, e bem abaixo das recomendações técnicas, que indicam cerca de 10% dos territórios nacionais destinados à preservação.

## Unidades de Conservação Federais

Apresenta-se, a seguir, breve descrição das Unidades de Conservação federais no Rio Grande do Norte (Figura 12.1).

### Estação Ecológica do Seridó

Essa unidade foi criada para preservar o ecossistema da Caatinga, apresentando como peculiaridade a semiaridez do clima e a vegetação típica do sertão nordestino.

- Localização: SW do Rio Grande do Norte, no município de Serra Negra do Norte.
- Visitação: Somente atende a pesquisadores e ações de educação ambiental.
- Atrações: Vegetação de Caatinga arbórea e subarbórea densa/Museu de História Natural do Seridó.

### Reserva Biológica do Atol das Rocas

Essa unidade foi criada para conservar o ecossistema Marinho – recifes de corais, algas calcárias e moluscos – e proteger a segunda maior área de reprodução da tartaruga verde e principal área de reprodução de aves marinhas, conciliando a proteção integral da flora, de outras espécies da fauna e das belezas naturais, possibilitando o desenvolvimento de pesquisas científicas.

- Localização: 267 km a leste do Rio Grande do Norte (em alto mar).
- Visitação: Somente atende a pesquisadores e ações de educação ambiental.
- Atrações: Flora e fauna, incluindo grande quantidade de recifes de corais.

### Floresta Nacional Açú

Essa unidade foi criada para preservar o ecossistema da Caatinga, apresentando como peculiaridade a semiaridez do



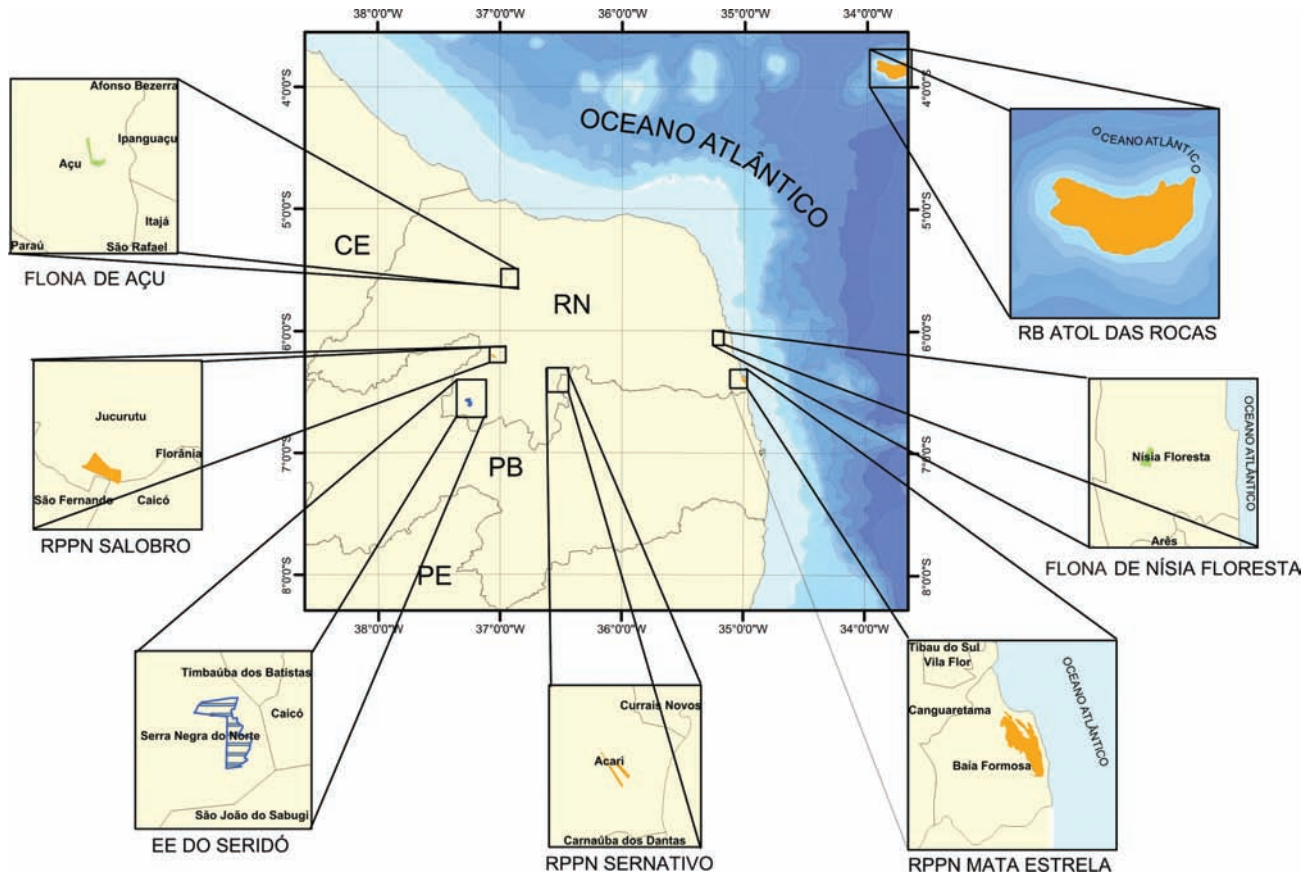


Figura 12.1 - Mapa de localização das unidades de conservação federais no Rio Grande do Norte.

clima e a vegetação típica do sertão nordestino. Essa região já era conservada por intermédio do Horto Florestal de Açú.

- Localização: Região central do Rio Grande do Norte, no município de Açú.
- Visitação: Pesquisa científica básica e aplicada, educação ambiental e atividades de recreação, lazer e turismo.
- Atrações: Flora e fauna da Caatinga.

### Floresta Nacional Nísia Floresta

Essa unidade foi criada para preservar o ecossistema da Mata Atlântica na região litorânea, apresentando como peculiaridade a vegetação típica da região.

- Localização: Região leste do Rio Grande do Norte, no município de Nísia Floresta.
- Visitação: Pesquisa científica básica e aplicada, educação ambiental e atividades de recreação, lazer e turismo.
- Atrações: Flora e fauna da Mata Atlântica.

### RPPN Mata Estrela Senador Antonio Farias

Essa unidade foi criada para conservar a diversidade biológica em área particular.

- Localização: Região leste do Rio Grande do Norte, no município de Baía Formosa.
- Visitação: Pesquisa científica básica e aplicada, educação ambiental e atividades de recreação, lazer e turismo.
- Atrações: Flora e fauna da Mata Atlântica.
- Proprietária: Destilaria Baía Formosa S/A.

### RPPN Fazenda Salobro

Essa unidade foi criada para conservar a diversidade biológica em área particular.

- Localização: Região central do Rio Grande do Norte, no município de Jucurutu.
- Visitação: Pesquisa científica básica e aplicada, educação ambiental e atividades de recreação, lazer e turismo.
- Atrações: Flora e fauna da Caatinga.
- Proprietária: Sra. Lídia Brasileiro de Brito.

### RPPN Reserva Sernativo – Acari

Essa unidade foi criada para conservar a diversidade biológica em área particular.

- Localização: Região centro-sul do Rio Grande do Norte, no município de Acari.

- Visitação: Pesquisa científica básica e aplicada, educação ambiental e atividades de recreação, lazer e turismo.
- Atrações: Flora e fauna da Caatinga e sua beleza cênica.
- Proprietária: Associação Rural Poeta José Gonçalves.

## Unidades de Conservação Estaduais

Apresenta-se, a seguir, breve descrição das Unidades de Conservação estaduais no Rio Grande do Norte (Figura 12.2).

### Parque Estadual Dunas de Natal Jornalista Luiz Maria Alves

O Parque Estadual Dunas de Natal Jornalista Luiz Maria Alves, conhecido como Parque das Dunas, é a primeira unidade de conservação ambiental implantada no Rio Grande do Norte. Criado pelo Decreto Estadual n. 7.237, de 22.11.1977, com uma área de aproximadamente 1.172 ha, tem-se com ele o objetivo de preservar e conservar os recursos naturais dos ecossistemas Dunas, Mata Atlântica e Tabuleiro Litorâneo (Figura 12.3). Considerado pela UNESCO, a partir de 1993, parte da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, é o segundo maior parque urbano do Brasil, uma das últimas áreas densas de Mata Atlântica preservadas no estado.

O Parque das Dunas constitui uma área privilegiada em termos de estrutura para lazer, recreação, pesquisa e turismo ecológico. O parque dispõe de estrutura física, pessoal e de equipamentos para atendimento ao público, onde há atividades de educação ambiental, acompanhamento de pesquisas científicas, monitoramento da flora e fauna, passeios em trilhas interpretativas, fiscalização preventiva e de controle, produção de mudas para reflorestamento, além de manutenção, desenvolvimento de eventos socioambientais e convênios de parcerias.

Dentro do perímetro do Parque das Dunas está localizado o Bosque dos Namorados, que ocupa uma área de 7 ha voltada para uso público, dispondo de condições para realização de atividades recreativas e culturais, com facilidade de acesso e serviços de assistência ao usuário (Figura 12.4).

### Parque Ecológico do Cabugi

O Parque Ecológico do Cabugi foi criado pelo Decreto Estadual n. 14.813, de 16 de março de 2000, que regulamenta a Lei n. 5.823, de 07 de dezembro de 1988, com o objetivo de proteger um dos raros remanescentes da atividade vulcânica do território nacional, conservar uma porção do bioma Caatinga do entorno da formação geológica, ordenar o uso e a ocupação da área e estimular a atividade turística local (Figura 12.5).



Figura 12.2 - Mapa de localização das unidades de conservação estaduais no Rio Grande do Norte.

O Parque Ecológico do Cabugi está localizado no município de Angicos, na microrregião de Angicos e na mesorregião central potiguar do estado, abrangendo uma área de aproximadamente 2.119,79 ha.

A área do parque é composta por vegetação específica da Caatinga, mata ciliar, mata antropizada, rocha e solo exposto, cultura temporária e açudes. O clima da região é semiárido de Zona Equatorial, com sete a oito meses secos por ano. A longa e intensa estação seca tem reflexos na vegetação natural, que se torna completamente destituída de folhas no auge da seca; na agricultura, com os cultivos restringindo-se às áreas aluvionares; na agropecuária, baseada, sobretudo, em caprinos e ovinos (Figura 12.6).

A região em que está inserido o parque apresenta um relevo ondulado a ligeiramente ondulado. Na área do parque, o relevo torna-se bastante acidentado, com cotas variando de 150 a 550 m. O Pico do Cabugi apresenta altitude máxima de 590 m.



**Figura 12.3** - Vista aérea parcial do Parque Estadual Dunas de Natal. Jornalista Luiz Maria Alves. Fonte: IDEMA/RN.



**Figura 12.4** - Vista parcial do Bosque dos Namorados. Fonte: IDEMA/RN.

Como parque ecológico não é uma categoria de unidade de conservação prevista pelo SNUC nem está prevista na legislação ambiental estadual atual, essa UC está passando por avaliação para enquadramento na legislação vigente.

### APA Jenipabu

A Área de Proteção Ambiental Jenipabu (APAJ) foi criada em 17 de maio de 1995, pelo Decreto Estadual n. 12.620. A APAJ localiza-se no litoral oriental do estado do Rio Grande do Norte, abrangendo os municípios de Natal e Extremoz, incluindo as praias de Redinha Nova, Santa Rita e Jenipabu. A UC possui uma superfície aproximada de 1.739 ha e um perímetro de 19,6 km (Figura 12.7).

A APA Jenipabu foi criada com os objetivos de ordenar o uso, proteger e preservar os ecossistemas de praias, Mata Atlântica e manguezal; lagoas, rios e demais recursos hídricos; as dunas; as espécies vegetais e animais (Figura 12.8).



**Figura 12.5** - Vista parcial do pico do Cabugi. Fonte: IDEMA/RN.



**Figura 12.6** - Vista parcial do parque ecológico do Cabugi. Fonte: IDEMA/RN.

A APAJ possui atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais importantes para a qualidade de vida e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

Os biomas e ecossistemas mais importantes encontrados na APAJ são: costeiro, formado por um mosaico de ecossistemas encontrados ao longo do litoral brasileiro; manguezais, dunas, restingas, praias, lagoas e matas. Suas principais atividades econômicas são pesca, agricultura de subsistência, agropecuária e turismo.

O Ecoposto da APAJ (criado pelo IDEMA) está aberto à visitação turística, a eventos ecológicos e de educação am-

biental. Os passeios ecológicos pela APA através de trilhas e a visitação turística podem ser agendados antecipadamente para grupos numerosos, possibilitando, além de passeios turísticos, aulas de campo e trilhas interpretativas.

### APA Bonfim/Guaráira

A APA Bonfim/Guaráira foi criada pelo Decreto Estadual n. 14.369, de 22 de março de 1999, com os objetivos de ordenar o uso, proteger e preservar os ecossistemas de praias, Mata Atlântica e manguezal; lagoas, rios e demais recursos hídricos; as dunas; as espécies vegetais e animais (Figura 12.9).

A APA Bonfim/Guaráira está localizada no litoral oriental do estado do Rio Grande do Norte, ao sul de Natal, abrangendo uma superfície de aproximadamente 43 mil hectares distribuídos nos municípios de Nísia Floresta, São José do Mipibu, Senador Georgino Avelino, Goianinha, Arês e Tibau do Sul.

O território da APA é dotado de uma grande variedade de recursos naturais – dunas fixas e móveis, lagoas, rios, praias, manguezal, falésias e remanescentes de Mata Atlântica (Figura 12.10).

Os fragmentos de Mata Atlântica presentes nessa APA formam uma parte significativa no conjunto de remanescentes florestais no Rio Grande do Norte, estado reconhecido como sendo o limite norte do bioma no Brasil.

Devido ao avançado estágio de degradação do bioma, o Decreto Estadual n. 19.341, de 12 de setembro de 2006, transformou uma parcela da APA no Parque Estadual Mata da Pipa (PEMP), como estratégia de fortalecer a proteção local. Compondo os principais biomas da APA encontram-se a Savana Arborizada ou vegetação dos Tabuleiros Costeiros, Floresta Estacional Semidecidual (Mata Atlântica) e formações pioneiras com influência marinha (restingas).

O mosaico de UCs criado na região da APA Bonfim/Guaráira envolve ainda duas outras UCs: a Floresta Nacional de Nísia Floresta e a Reserva Faunística Tibau do Sul. A FLONA Nísia Floresta é federal e foi instituída em 2001, no município de Nísia Floresta; já a REFAUTS Tibau do Sul é uma UC marinha municipal, criada em 2006 na Baía dos Golfinhos, para proteção dos golfinhos em Tibau do Sul. Em 2009, foi lançada a proposta de criação do Monumento Natural Federal de Pipa, que está localizado também na área dessa APA.

De acordo com o Comitê Estadual da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (CERBMA) e ONGs locais, outras áreas na APA são ainda indicadas para criação de novas UCs. Além



**Figura 12.7** - Vista parcial da área de proteção ambiental Jenipabu.  
Fonte: IDEMA/RN.



**Figura 12.8** - Vista parcial das lagoas de Jenipabu.  
Fonte: IDEMA/RN.

disso, as iniciativas de conservação da natureza envolvem também o Projeto TAMAR, implantado pelo IBAMA em área de desova de tartarugas marinhas localizada também na Praia da Minas.

Em termos econômicos, os cerca de 40 km de costa da APA apresentam expressiva potencialidade turística, o que atrai empreendimentos turísticos. Já no sistema lagunar da APA, verifica-se a presença marcante de empreendimentos de carcinicultura.

O complexo de lagoas do Bonfim constitui um dos principais mananciais superficiais do estado e abastece o Sistema Adutor Agreste/Trairi/Potengi (Adutora Monsenhor Expedito), que atende a 23 sedes municipais e 53 comunidades. No entorno das lagoas desse complexo, vislumbra-se uma nova tendência de ocupação, caracterizada pela substituição de chácaras de lazer por loteamentos e condomínios.



**Figura 12.9** - Vista parcial da APA Bonfim/Guaráira. Fonte: IDEMA/RN.



**Figura 12.10** - Vista aérea do manguezal na APA Bonfim/Guaráira. Fonte: IDEMA/RN.

A APA Bonfim/Guaráira é um desafio para compatibilizar a proteção e conservação do seu potencial hídrico, dos remanescentes de Mata Atlântica e da beleza cênica de suas paisagens, com a produção agrícola, a aquicultura e o turismo que se desenvolvem intensamente na região. Proporcionar o desenvolvimento sustentável em seu território, em termos regionais, representa a gestão adequada de significativa parte do litoral oriental potiguar.

### Parque Estadual Mata da Pipa

A Unidade de Conservação Parque Estadual Mata da Pipa (PEMP) está localizada na Praia de Pipa, município de Tibau do Sul, a aproximadamente 90 km de Natal. Criado pelo Decreto n. 19.341, de 12 de setembro de 2003, o PEMP está inserido na APA Bonfim/Guaráira. O PEMP abrange as matas do Dominó, do Velho Castelo, do Pau-Brasil e Curral Velho, genericamente denominadas Matas da Pipa (Figura 12.11).

Essa unidade foi criada com o objetivo de preservar um fragmento de Mata Atlântica e promover a pesquisa científica, a educação ambiental e o turismo ecológico. Esse parque apresenta, em seu entorno, dunas, falésias, estuários e praias.

O PEMP é composto por cordões dunares e corredores interdunares, cobertos por vegetação do Bioma Mata Atlântica em bom estado de conservação. Coexistindo com essas características naturais, observa-se grande especulação imobiliária e turística. Nesse sentido, a sua proteção deve ser alcançada com a aplicação de metodologias e estratégias avançadas de conservação dos recursos ambientais. Diante dessa realidade, o governo do estado procedeu à delimitação de uma Zona de Amortecimento (ZA) no entorno da UC, no intuito de assegurar a manutenção e a criação de corredores ecológicos entre os diversos fragmentos florestais da região.

O PEMP apresenta uma vegetação primária em bom estado de conservação de forma contínua, compondo um dos principais fragmentos de vegetação nativa litorânea do Rio Grande do Norte, formando um corredor ecológico que interliga os diversos fragmentos de floresta existentes no entorno. A área do parque é de grande relevância ambiental e assegura a possibilidade de disseminação da biodiversidade local, conforme objetivo do governo do estado em protocolo de intenções firmado em 2003 por intermédio do IDEMA, que objetiva apoiar as ações necessárias no que diz respeito à criação de corredores ecológicos entre os remanescentes de Mata Atlântica nos estados do Rio Grande do Norte e Paraíba. A sua

implementação visa a sua inserção como um fragmento a ser incorporado no corredor ecológico interligando as diversas “ilhas” de vegetação de Mata Atlântica em bom estado de preservação entre os municípios de Natal e Baía Formosa.

O entorno do parque sofre grande pressão urbana e especulação imobiliária (Figura 12.12) e aguarda a regularização fundiária da área para construção do Ecoposto. O Conselho Gestor encontra-se empossado e atuante na gestão da UC.



**Figura 12.11** - Vista aérea parcial do parque estadual Mata da Pipa. Fonte: IDEMA/RN.



**Figura 12.12** - Vista aérea da região de Pipa com a delimitação da UC Mata da Pipa. Fonte: IDEMA/RN.

## APA dos Recifes de Corais

A Área de Proteção Ambiental dos Recifes de Corais (APARC) foi criada pelo Decreto Estadual n. 15.476, de 06 de junho de 2001, alterado pelo Decreto Estadual n. 15.919, de 27 de fevereiro de 2002. Com uma área de aproximadamente 12.019 ha, abrange o território marinho situado entre o Cabo de São Roque e a Ponta do Calcanhar e é delimitada pelas linhas de costa dos municípios de Maxaranguape, Rio do Fogo e Touros (Figura 12.13).

Os recifes de corais, que apresentam uma frágil característica natural, representam área de grande importância para a biodiversidade marinha. As práticas predatórias registradas na região levaram à adoção de medidas para a proteção e preservação desse patrimônio ambiental, com a criação da UC e remetendo à necessidade de uma série de outras ações que tornem possível o acompanhamento e a orientação para uso sustentável da área (Figura 12.14).

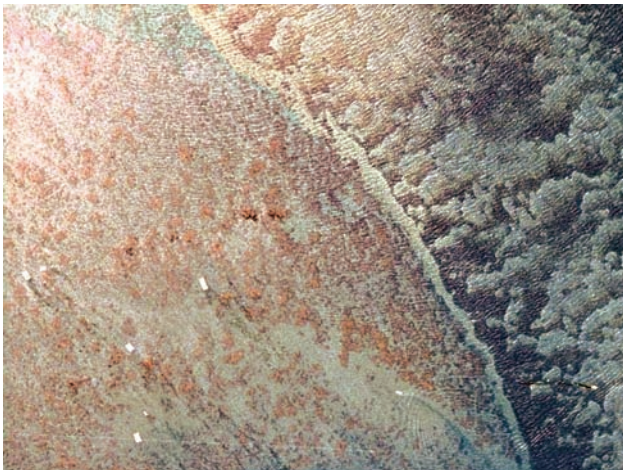
Assim, a criação dessa UC teve como principais objetivos: proteger a biodiversidade e a vida marinha presentes na área com ocorrência de recifes de corais e suas adjacências; controlar e normatizar as práticas do ecoturismo comercial, do mergulho e da pesca local; desenvolver, na comunidade local, nos empreendedores e visitantes uma consciência ecológica e conservacionista sobre o patrimônio natural e os recursos ambientais marinhos; incentivar a utilização de equipamentos de pesca artesanal ecologicamente corretos; incentivar a realização de pesquisas para a identificação e o comportamento dos organismos marinhos, visando a propiciar maior conhecimento do ecossistema.

Com o objetivo de realizar a gestão adequada da APARC, o Plano de Manejo e Zoneamento de Unidade de Conservação Marinha encontra-se em fase de elaboração, visando à formulação dos principais instrumentos de planejamento e gestão da UC. Tais documentos, associados ao planejamento participativo, contribuirão para maior inserção da população local nas discussões sobre o manejo integrado e o desenvolvimento sustentável da área. A UC apresenta um Conselho Gestor participativo e atuante.

O turismo na APARC é o setor econômico mais importante e representativo, principalmente pelo mergulho recreativo. As atividades turísticas são controladas pelo IDEMA, por meio de um programa específico de monitoramento diário. A atividade turística em UCs tem sido vista como a sua principal alternativa



**Figura 12.13** - Imagem dos recifes da APARC. Fonte: IDEMA/RN.



**Figura 12.14** - Vista parcial da área dos recifes. Fonte: IDEMA/RN.

de sustentabilidade econômica, desde que executada sob orientação. São áreas potenciais para conscientização da população quanto às funções e valores dos ambientes naturais, o que se constitui em um dos passos primordiais para atingir a conservação ambiental.

### APA Piquiri-Una

A APA Piquiri-Una localiza-se na região litorânea sul oriental do estado do Rio Grande do Norte e engloba parcialmente os municípios de Canguaretama, Pedro Velho, Espírito Santo e uma pequena porção de Goianinha. Sua superfície é de 12.000 ha (Figura 12.15).

Essa UC foi criada com o objetivo de ordenar o uso, proteger e preservar rios, riachos e demais recursos hídricos, tabuleiros e mata ciliar, bem como espécies vegetais e animais. Sua criação também visa a contribuir para a preservação da diversidade biológica e dos ecossistemas naturais; propiciar o manejo adequado dos recursos da fauna e flora; incentivar a pesquisa científica e estudos compatíveis com as características da área; propiciar educação ambiental e garantir o monitoramento ambiental (Figura 12.16).



**Figura 12.15** - Vista aérea parcial da APA Piquiri-Una. Fonte: IDEMA/RN.



**Figura 12.16** - Vista parcial da APA Piquiri-Una. Fonte: IDEMA/RN.

A APA Piquiri-Una localiza-se em uma região de transição entre os biomas Caatinga e Mata Atlântica. A proteção dessa área torna-se vital para manutenção desses fragmentos de vegetação remanescentes, os quais apresentam uma elevada densidade arbórea, com muitos deles em bom estado de preservação. Essas importantes características da APA, aliadas à abundância de água e ao relevo acentuado da região, abrigam uma significativa diversidade faunística e, até mesmo, endemismos, como estudos posteriores de maior aprofundamento poderão identificar. Nos municípios inseridos na UC, a grande maioria da população vive em áreas rurais. Economicamente, o setor primário é predominante, destacando-se a agricultura.

A UC está em fase de avaliação para redefinição e ampliação de seus limites, elaboração de seu Plano de Manejo e Zoneamento e formação do Conselho Gestor.

### RDS Estadual Ponta do Tubarão

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDSEPT) foi criada pela Lei n. 8.341, de 17 de julho de 2003, e é a primeira da categoria a ser

instituída no estado. Localizada no litoral setentrional ou norte do Rio Grande do Norte, entre os municípios de Macau e Guamaré, abrange uma área de 12.946 ha, com um perímetro de 52,6 km, possuindo parte de sua área em ambiente marinho. As principais vias de acesso são as rodovias BR-406, RN-221 e RN-403 (Figura 12.17).

A RDSEPT tem como objetivo básico preservar a natureza assegurando as condições e os meios necessários para a reprodução e a melhoria dos modos e da qualidade de vida, e a exploração dos recursos naturais pelas populações tradicionais, bem como valorizar, conservar e aperfeiçoar seu conhecimento e técnicas de manejo do ambiente.

A RDSEPT faz parte do Bioma Costeira, formado por um mosaico de ecossistemas encontrados ao longo do litoral brasileiro composto por mar, manguezais, dunas, restingas, praias e lagoas. Uma das características do litoral setentrional do Rio Grande do Norte é a expansão da região semiárida até o litoral, o que se configura também na reserva. Portanto, as formações características do semiárido, como savana estépica ou caatinga, avançam sobre o campo dunar, concorrendo com a vegetação de restinga (Figura 12.18).

A principal forma de subsistência na reserva é a pesca tradicional, para as comunidades litorâneas, e a pecuária de subsistência, para as comunidades do interior. O setor terciário é representado pelas atividades relacionadas ao comércio e à prestação de serviços.

Atualmente, o processo de gestão da UC encontra-se em fase de discussão do ZEE (Zoneamento Ecológico-Econômico) para, posteriormente, ser elaboradas as diretrizes para o Plano de Manejo e Zoneamento da reserva.



Figura 12.17 - Vista aérea da RDS Ponta do Tubarão. Fonte: IDEMA/RN.



Figura 12.18 - Vista parcial da RDS Ponta do Tubarão. Fonte: IDEMA/RN.

## PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO RIO GRANDE DO NORTE

Consciente da importância de resgatar o seu papel de protetor de áreas ambientalmente importantes para o desenvolvimento sustentável do estado, o governo do Rio Grande do Norte criou, em 2004, no IDEMA, o Núcleo de Unidades de Conservação (NUC) e instituiu o Programa de Conservação e Recuperação Ambiental, constante do Plano de Ação Plurianual do governo do estado, que estabelece como meta ampliar, até 2011, as áreas legalmente protegidas para cerca de 6% do território potiguar. Isso exigirá a destinação de cerca de 243 mil hectares de terras à proteção ambiental, mais do que triplicando as áreas continentais destinadas à conservação no Rio Grande do Norte.

Com relação às Unidades de Conservação estaduais criadas antes da estruturação do NUC, o Parque Estadual Dunas de Natal Jornalista Luiz Maria Alves era o único completamente implantado. As demais UCs detinham apenas o instrumento de criação, sem a realização de estudo técnico que embasasse quaisquer planos de manejo. Não foram, portanto, implementadas.

Atualmente, essas UCs passam por um processo de elaboração de seus planos de manejo, de regulamentação de seus conselhos gestores e de estruturação de suas unidades executoras, com a construção de ecopostos (postos descentralizados do IDEMA), onde será instalada a sede da unidade administrativa de cada UC. A estrutura do ecoposto contempla uma Sede Administrativa, a Casa do Pesquisador



e a Sede da Companhia Independente de Proteção Ambiental (CIPAM), corresponsável pelo monitoramento e fiscalização (Figura 12.19).

A Sede Administrativa dispõe de um Centro de Interpretação Ambiental dos ecossistemas existentes na área, um auditório, uma sala verde com biblioteca virtual, um salão com venda de *souvenirs* e artesanato típico da região, uma lanchonete e uma área administrativa para uso dos gestores.

Até o final de 2010 estarão implantadas, com seus ecopostos em funcionamento e abertos à visitação pública, as UCs APA dos Recifes de Corais, APA Dunas do Rosado e RDS Ponta do Tubarão, além do Parque Estadual Dunas de Natal Jornalista Luiz Maria Alves e APA Jenipabu, que já se encontram em funcionamento.

Para atingir a meta estabelecida no Programa de Conservação e Recuperação Ambiental, estão aprovadas pelo Conselho Estadual de Meio ambiente (CONEMA) e em fase de criação pelo governo estadual, até início de 2011, três novas UCs: APA Dunas do Rosado, Parque Estadual Mangues do Potengi e Parque Estadual do Jiqui. Juntas, adicionarão 17.774 ha às áreas protegidas, elevando para 18 o número de UCs no estado.

Outras três UCs estão com os estudos em andamento: Monumento Natural Morro do Careca, APA das Carnaúbas e UC das Cavernas – Região de Martins, em um total

aproximado de 77.550 ha. Espera-se que sejam criadas até início de 2011. Quando efetivamente implantadas, a área protegida em UCs se elevará a 3,2% do território potiguar (Quadro 12.3).

Como forma de subsidiar a instituição das novas unidades de conservação, com o objetivo de elevar o percentual de áreas protegidas para mais de 6% da área territorial do estado até 2011, o IDEMA efetuou o levantamento intitulado “Estudos Técnicos e Caracterização Preliminar das Áreas Potenciais para Criação de Novas Unidades de Conservação no Estado do Rio Grande do Norte”, que apresenta as diretrizes a serem consideradas em um programa de expansão das UCs no Rio Grande do Norte, destacando-se:

- Estímulo à criação de UCs municipais, sobretudo monumentos naturais e parques envolvendo serras, *inselbergs* e fragmentos florestais.
- Estímulo à criação de RPPNs.
- Prioridade à criação de UCs de proteção integral.
- Prioridade à criação de UCs na Caatinga.
- Criação de UCs envolvendo estuários, matas ciliares e praias.
- Produção de um protocolo para caracterização das áreas passíveis de se tornarem UCs.
- Envolvimento de especialistas de diversas áreas para execução do referido protocolo.



Figura 12.19 - Perspectiva de um ecoposto. Fonte: IDEMA/RN.

**Quadro 12.3** - Unidades de conservação estaduais no Rio Grande do Norte a serem criadas ou em processo de criação até início de 2011.

Denominação	Localização	Área (ha)	Observação
APA Dunas do Rosado	Porto do Mangue e Areia Branca	16.593,70	Aprovada pelo CONEMA. A ser instituída até início de 2011.
Parque Estadual Mangues do Potengi	Natal	782,12	Aprovada pelo CONEMA. A ser instituída até início de 2011.
Parque Estadual do Jiqui	Natal/Parnamirim	396,00	Aprovada pelo CONEMA. A ser instituída até início de 2011.
APA das Carnaúbas	Itajá, Assu, Ipanguaçu, Afonso Bezerra, Alto do Rodrigues	75.000,00	A ser instituída até início de 2011.
Monumento Natural Morro do Careca	Natal	1.100,27	A ser instituída até início de 2011.
UC das Cavernas – Região de Martins	Martins	1.449,26	A ser instituída até início de 2011.

Fonte: IDEMA/RN.

A intenção é que, até 2011, 22 UCs estaduais estejam criadas e implementadas, com os seus conselhos gestores empossados e seus respectivos planos de manejo iniciados. Essas novas unidades serão escolhidas dentro das prioridades apontadas pelo referido levantamento, arranjadas em ordem decrescente de prioridade, em uma escala de extremamente alta até alta (Quadro 12.4).

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Marcos Antônio Reis. **Unidades de conservação no Brasil: da República à gestão de classe mundial.** Belo Horizonte: Segrac, 2007. p. 97-115.

IDEMA. **Documentos internos.** Coordenadoria de Unidades de Conservação. Natal: Núcleo de Unidades de Conservação, 2009.

IDEMA. **Plano de manejo para a área de proteção ambiental: APA Jenipabu.** Coordenadoria de Unidades de Conservação. Natal: Núcleo de Unidades de Conservação, 2009.

RODRIGUES, José Eduardo Ramos. **Sistema nacional de unidades de conservação.** São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005.

**Quadro 12.4** - Áreas prioritárias para criação de unidades de conservação.

Ordem de Prioridade	Área ou Região	Ecosistema ou Tipo de Vegetação	Categoria de UC
01	Pureza	Savana (Cerrado)	PI
02	Chapada do Apodi	Savana-estépica florestada	PI
03	Mata do Olho d'Água (Escola Agrícola de Jundiá, Macaíba)	Floresta estacional decidual	PI
04	Serra de São José, Sítio Boqueirão (Luis Gomes, São Miguel)	Savana-estépica florestada	PI
05	Serra Bico da Arara (Acari)	Savana-estépica arborizada, andorinhões	PI
06	Chapada do Apodi	Cavernas cársticas	US
07	Inselbergs da Caatinga	Fauna e flora da Caatinga	PI e US
08	Serras dos Martins e Portalegre	Floresta estacional	PI e US
09	Serra dos Fundões (Carnaúba dos Dantas)	Savana-estépica arborizada e pinturas rupestres	US
10	Serras do Boqueirão e do Samanau (Agreste)	Savana-estépica arborizada	PI
11	Pirangi-Búzios (Nísia Floresta)	Praias e restinga arbustiva	PI e US
12	São Tomé	Savana-estépica arborizada	PI
13	Serra da Bandeira (Caiçara do Rio dos Ventos e Riachuelo)	Savana-estépica arborizada	PI
14	João Câmara	Savana-estépica arborizada e Cerrado	PI
15	Tangará (Agreste)	Savana-estépica arborizada	PI
16	Tabuleiros de Caiçara do Norte	Praias e peixe-boi marinho	US
17	Vista Serrana (ampliação da ESEC do Seridó)	Savana-estépica arborizada	PI
18	Serra do Chapéu (Currais Novos)	Savana-estépica arborizada	PI
19	Lajedo Soledade (Apodi)	Formações geológicas cársticas e pinturas rupestres	US
20	Ilha de Santa Luzia (Mossoró)	Campos salinos e aves migratórias	PI e US
21	São Miguel do Gostoso	Praias e tartarugas marinhas	US
22	Plataforma interna do Rio Grande do Norte	Peixe-boi marinho, arrecifes	US
23	Fazenda Bom Jardim	Mata Atlântica	PI e US
24	Serra do Feiticeiro (Lajes e Cerro Corá)	Savana-estépica, beleza cênica	PI ou US
25	Dunas do Norte	Restinga arbustiva e praias	PI e US

Fonte: IDEMA/RN.

PI = Proteção Integral; US = Uso Sustentável.

# 13

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

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

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

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

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

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

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

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

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

<sup>2</sup>Consultor

### SUMÁRIO

Introdução .....	161
Procedimentos metodológicos .....	161
Definição dos domínios e unidades geológico-ambientais .....	161
Atributos da geologia .....	162
Deformação .....	162
Tectônica: dobramentos .....	162
Tectônica: fraturamento (juntas e falhas)/cisalhamento .....	162
Estruturas .....	162
Resistência ao intemperismo físico .....	162
Resistência ao intemperismo químico .....	163
Grau de coerência .....	163
Características do manto de alteração potencial (solo residual) .....	164
Porosidade primária .....	164

Característica da Unidade Lito-Hidrogeológica.....	165
Atributos do relevo .....	165
Modelo digital de terreno – shuttle radar topography mission (srtm) .....	166
Mosaico geocover 2000 .....	167
Análise da drenagem.....	167
<i>Kit</i> de dados digitais.....	167
Trabalhando com o <i>kit</i> de dados digitais.....	167
Estruturação da base de dados: geobank.....	169
Atributos dos campos do arquivo das unidades geológico-ambientais: dicionário de dados .....	171
Referências.....	172

## INTRODUÇÃO

Neste capítulo são apresentadas as diversas etapas que envolveram o tratamento digital dos dados no desenvolvimento do SIG Mapa Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Norte, 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 Rio Grande do Norte, 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 Rio Grande do Norte insere-se nos critérios adotados para a definição dos domínios e unidades geológico-ambientais do Brasil, com o objetivo de se agrupar conjuntos estratigráficos de comportamento semelhante frente ao uso e ocupação dos terrenos. Da mesma forma, o resultado obtido não foi um mapa geológico ou tectônico, mas sim um novo produto, denominado Mapa Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Norte, 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. Procede-se à sua interpretação a partir da ambiência tectônica, litológica e análise de estruturas refletidas nos sistemas de relevo e drenagem.

#### Tectônica: dobramentos

- Ausente: sedimentos inconsolidados (aluviões, dunas, terraços etc.).
- Não-dobrada: seqüências sedimentares, vulcanossedimentares e rochas ígneas não-dobradas e não-metamorfizadas.
- Pouco a moderadamente dobrada: a exemplo das seqüências sedimentares ou vulcanossedimentares do tipo Bambuí, por exemplo.
- Intensamente dobrada: a exemplo das seqüências sedimentares ou vulcanossedimentares 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: seqüências 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:** 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.

## Resistência ao Intemperismo Químico

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

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

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

**Moderada a alta:** ortoquartzitos, leucogranitos e outras rochas pobres em micas e em minerais ferromagnesianos, quartzitos e arenitos impuros, granitos ricos em minerais ferromagnesianos e micáceos etc.

**Não se aplica:** aluviões.

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

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

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

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

## Grau de Coerência

Refere-se à resistência ao corte e à penetração. Mesmo em se tratando de uma única litologia, deve-se prever a combinação dos vários tipos de grau de coerência, a exemplo dos arenitos e siltitos (Figura 13.1). 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.

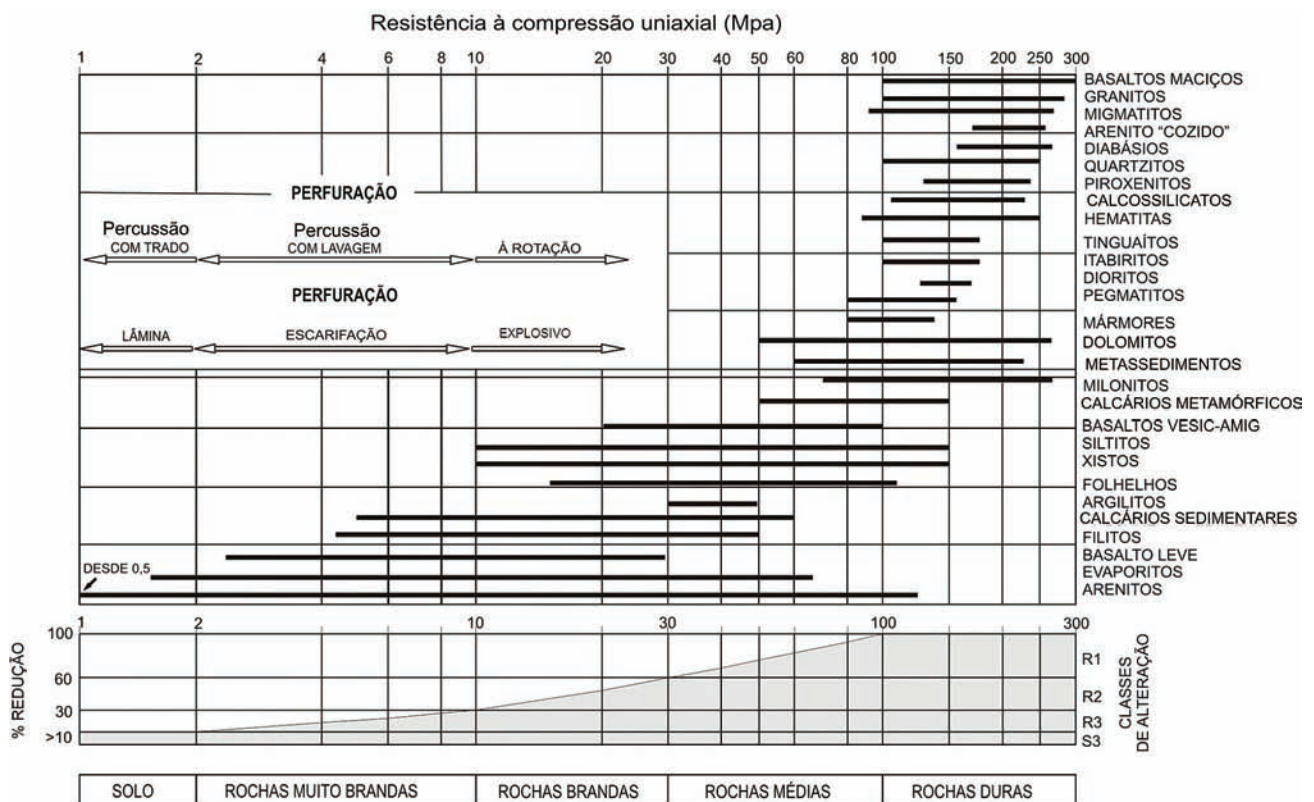


Figura 13.1 - Resistência à compressão uniaxial e classes de alteração para diferentes tipos de rochas.

Fonte: Modificado de Vaz (1996).

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

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

- Predominantemente arenoso: substrato rochoso sustentado por espessos e amplos pacotes de rochas predominantemente arenoquartzosas.
- Predominantemente argiloso: predominância de rochas que se alteram para argilominerais, a exemplo de derrames basálticos, complexos básico-ultrabásico-alcálinos, terrenos em que predominam rochas calcárias etc.
- Predominantemente argilosiltoso: siltitos, folhelhos, filitos e xistos.

- Predominantemente argilo-siltico-arenoso: rochas granitoides e gnáissico-migmatíticas ortoderivadas.
- Variável de arenoso a argilosiltoso: 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 13.1.

Tabela 13.1 - 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 pode aumentar 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.



Caso seja apenas um tipo de litologia que sustenta a unidade geológico-ambiental, observar o campo “Descrição”, da Tabela 13.1. Entretanto, se forem complexos plutônicos de várias litologias, a porosidade é baixa.

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

Para os casos em que várias litologias sustentam a unidade geológico-ambiental, observar o campo “Tipo”, da Tabela 13.1.

**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, peneplanos, 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 13.2), levando-se, essencialmente, em consideração:

**Tabela 13.2** - 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	0o (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 5o	2 a 20
R1g	Recifes	0	zero
R2a1	Tabuleiros	0 a 3	20 a 50
R2a2	Tabuleiros Dissecados	0 a 3	20 a 50

continua

Símbolo	Tipo de Relevo	Declividade (graus)	Amplitude Topográfica (m)
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	Inselbergs	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

- Parâmetros morfológicos e morfométricos que pudessem ser avaliados pelo instrumental tecnológico disponível nos *kits* digitais (imagens LandSat GeoCover e Modelo Digital de Terreno (MDT) e Relevo 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 13.2 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 Rio Grande do Norte, justifica-se por sua grande utilidade em estudos de análise ambiental.

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

A escolha do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) [missão espacial liderada pela NASA, em parceria com as agências espaciais da Alemanha (DLR) e Itália (ASI), realizada durante 11 dias do mês de fevereiro de 2000, visando à geração de um modelo digital de elevação quase global] foi devida ao fato de os MDTs disponibilizados por esse sensor já se encontrarem disponíveis para toda a América do Sul, com resolução espacial de aproximadamente 90 x 90 m, apresentando alta acurácia e confiabilidade, além da gratuidade (CCRS, 2004 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 13.2 a 13.4 ilustram parte dos dados do *kit* digital para o Mapa Geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte.

Os procedimentos de tratamento digital e processamento das imagens *geotiff* e *MrSid* (SRTM e GeoCover, respectivamente), dos *Grids* (declividade e hipsométrico), bem como dos recortes e *reclass* dos arquivos vetoriais (litologia, planimetria, curvas de nível, recursos minerais etc.) contidos no *kit* digital foram realizados em ambiente SIG, utilizando os *softwares* ArcGis9 e ENVI 4.4.

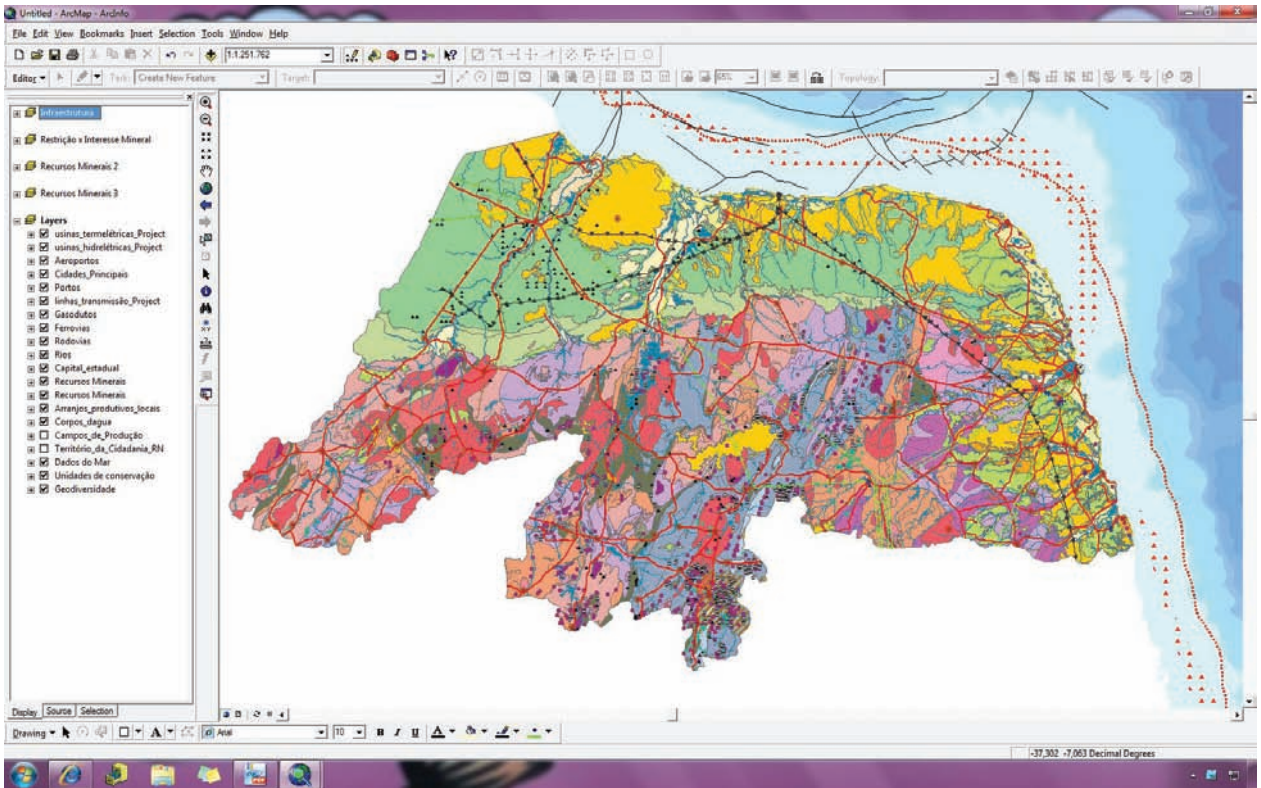


Figura 13.2 - Exemplo de dados do *kit* digital para o estado do Rio Grande do Norte: unidades geológico-ambientais *versus* infraestrutura, planimetria, recursos minerais e áreas de proteção ambiental.

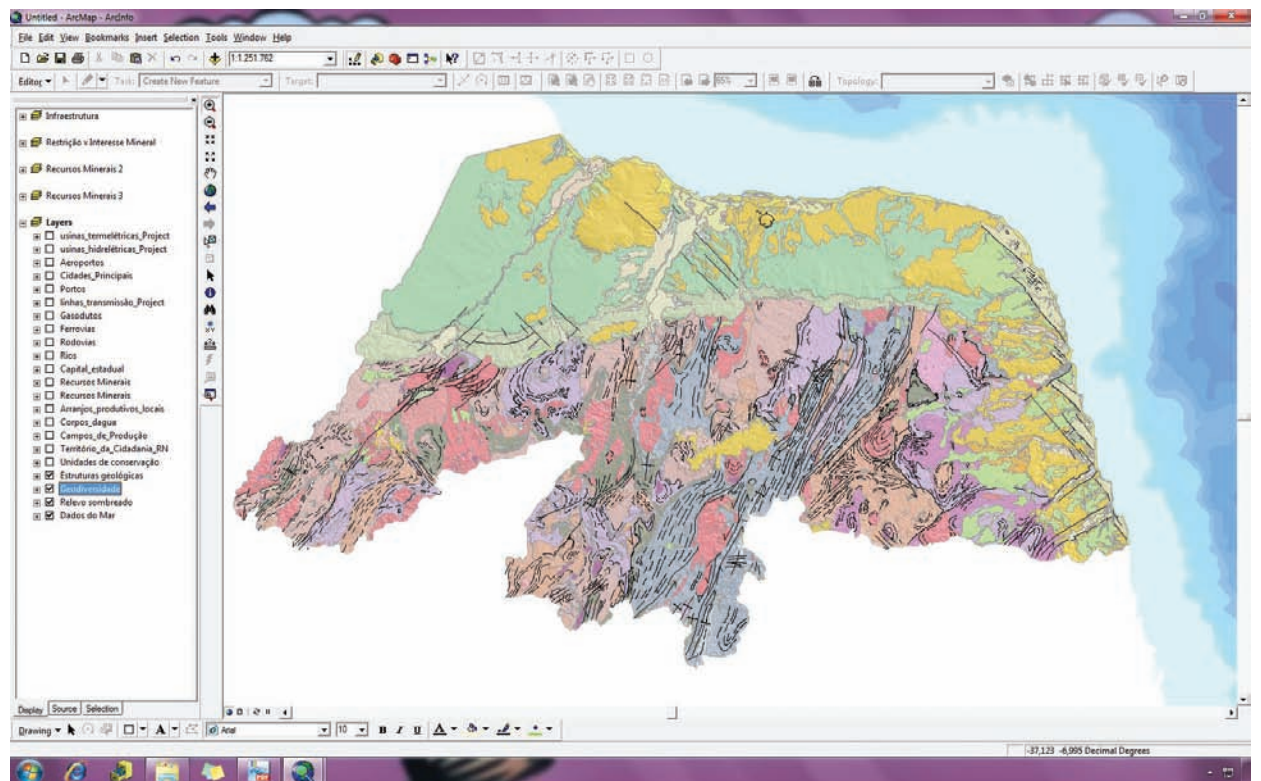


Figura 13.3 - Exemplo de dados do *kit* digital para o estado do Rio Grande do Norte: unidades geológico-ambientais *versus* relevo sombreado (MDT\_SRTM).

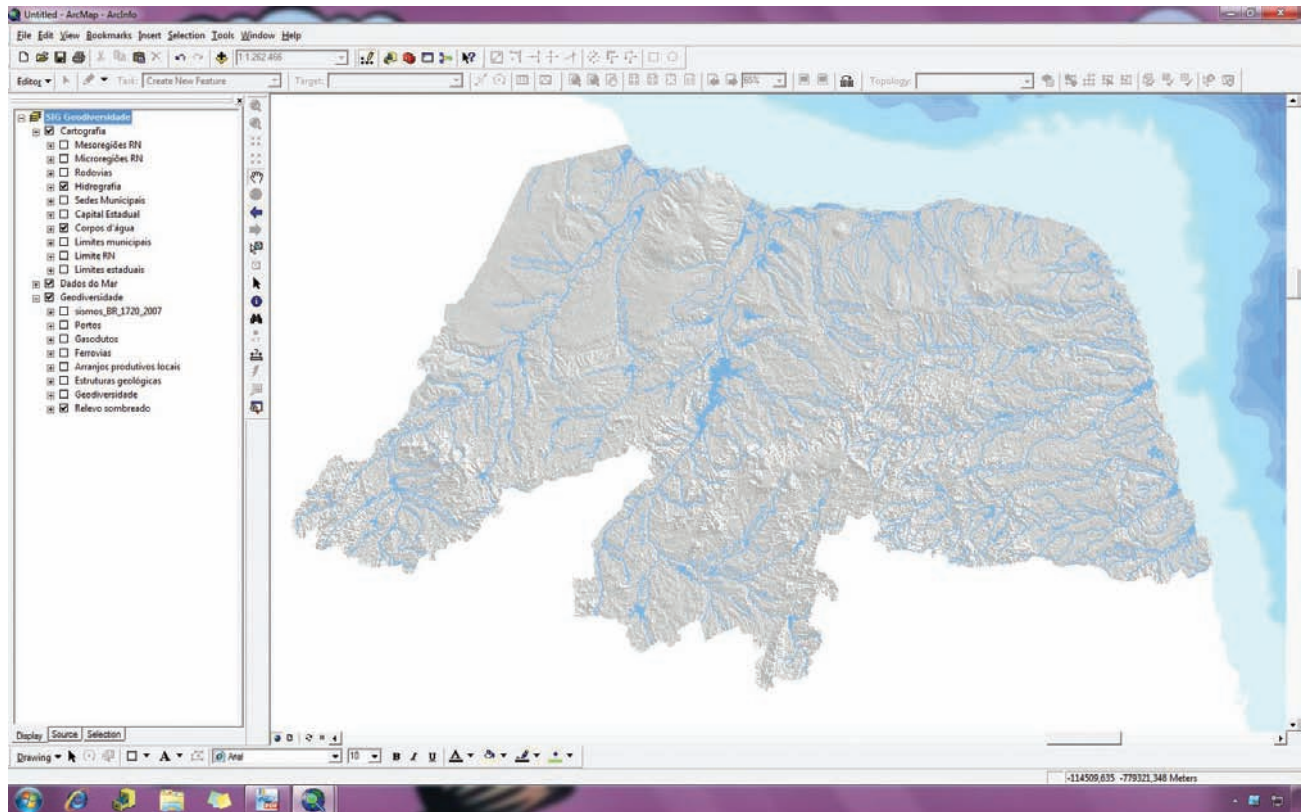


Figura 13.4 - Exemplo de dados do *kit* digital para o estado do Rio Grande do Norte: modelo digital de elevação (SRTM) versus drenagem bifilar.

## 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 atualização 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 13.5).

Posteriormente, de acordo com a escala adotada, o usuário cadastra todos os atributos da geologia de interesse para o planejamento (Figura 13.6).

Na última tela, o usuário cadastra os compartimentos de relevo (Figura 13.7).

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 13.8).

O módulo da Base Geodiversidade, suportado por bibliotecas, recupera, também por escala e por fase (quadrícula ao milionésimo, mapas estaduais), todas as infor-

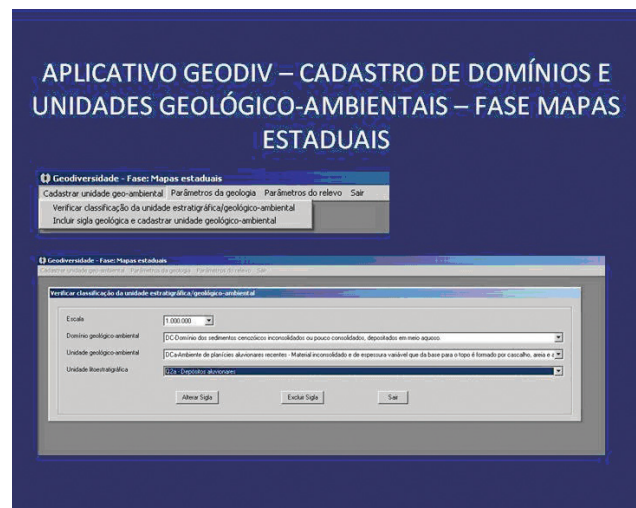


Figura 13.5 - Tela de cadastro das unidades geológico-ambientais para os mapas estaduais de geodiversidade (aplicativo GEODIV).

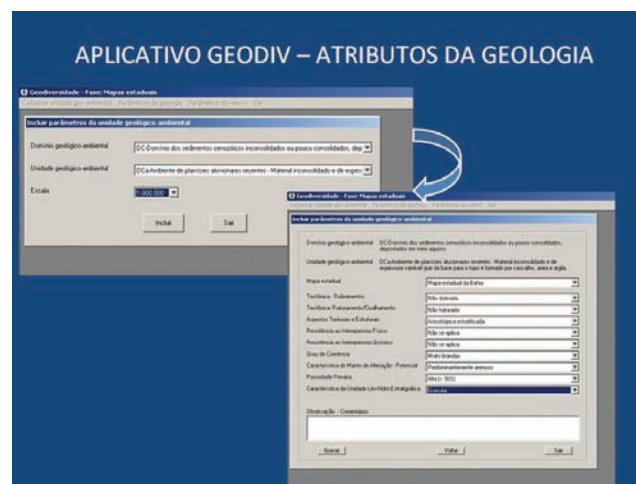


Figura 13.6 - Tela de cadastro dos atributos da geologia (aplicativo GEODIV).

mações 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 13.9).

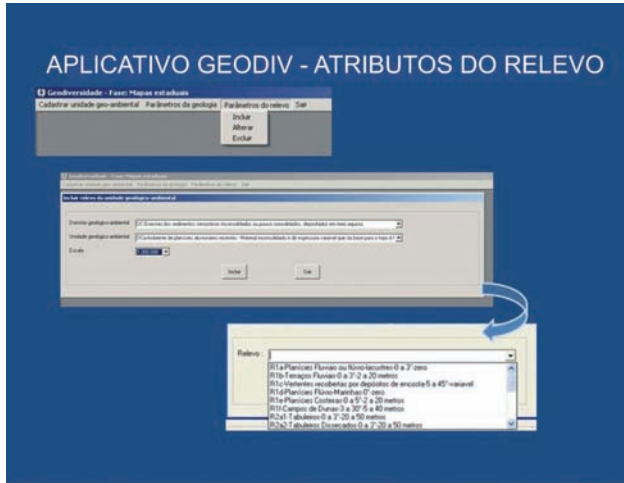


Figura 13.7 - Tela de cadastro dos atributos do relevo (aplicativo GEODIV).

### 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.

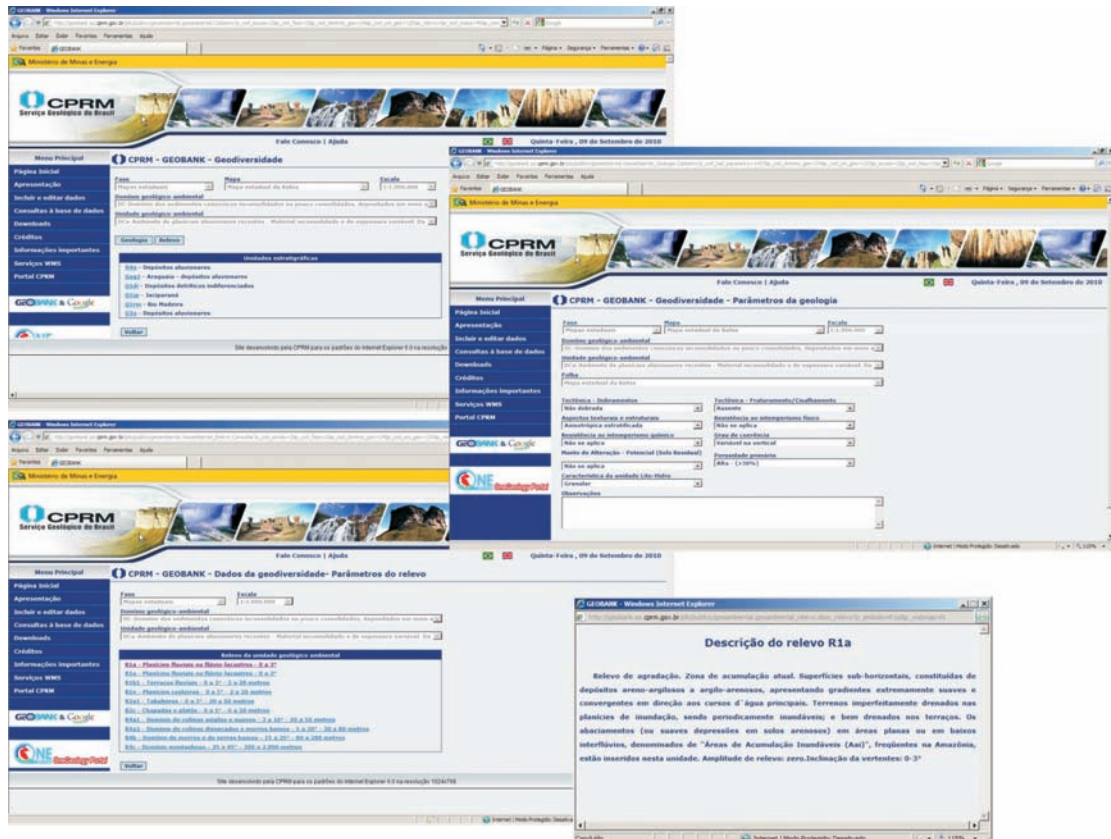


Figura 13.8 - Fluxograma simplificado da base Geodiversidade (GeoBank).

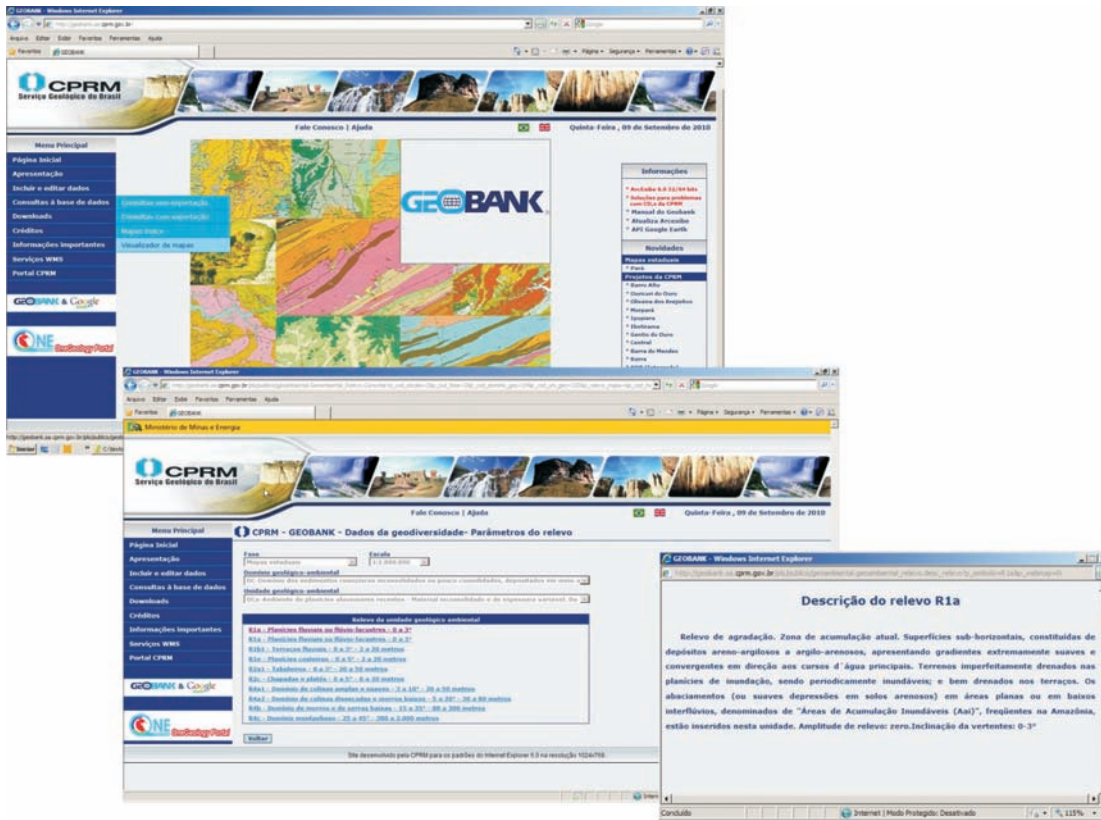


Figura 13.9 - Módulo Web Map de visualização dos arquivos vetoriais/base de dados (GeoBank).

**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 TEXTURAIIS E ESTRUTURAIIS)** – 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. et al. 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. et al. **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil**: texto, mapas e SIG. Brasília: CPRM, 2003. 674 p. il. 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. **Geologia e recursos minerais do estado do Amazonas**: Sistema de Informações Geográficas (SIG). Escala 1:1.000.000. Rio de Janeiro: CPRM, 2006. CD-ROM. Programa Geologia do Brasil: integração, atualização e difusão de dados da geologia do Brasil. Mapas geológicos estaduais.
- 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.
- CPRM. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo**: sistema de informações geográficas (SIG). Brasília: CPRM, 2004. 41 CD-ROMs. Programa Geologia do Brasil.
- CPRM. **Mapa geoambiental & mapa de domínios geoambientais/zonas homólogas [da] bacia do rio Gravataí**: escala 1:100.000. Porto Alegre: CPRM, 1998. 2 mapas. Programa PRÓ-GUAÍBA.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. Imagens CBERS + imagens SRTM + mosaicos GeoCover Landsat. 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. 1CD-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. 170 p.
- 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. Desnivelamento de altitude como parâmetros para a compartimentação do relevo: bacia do médio-baixo Paraíba do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32., 1982. **Anais...** Salvador: SGB, 1982, v. 4, p. 1459-1503.
- OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (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, 32<sup>nd</sup>, 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.

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. da C. **Estudos geoambientais e geoquímicos das bacias hidrográficas dos rios Mogi-Guaçu e Pardo**. São Paulo: CPRM, 2002. 1 CD-ROM.

THEODOROVICZ, A.; THEODOROVICZ, A. M. de G.; CANTARINO, S. da 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. et al. **Carta geoambiental da região hidrográfica do Guaíba**. Porto Alegre: CPRM/FEPAM/PRÓ-GUAÍBA, 2001.

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.

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.

# 14

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

Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff (*pedro.augusto@cprm.gov.br*)  
Fernanda Soares de Miranda Torres (*fernanda.miranda@cprm.gov.br*)

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

### SUMÁRIO

Introdução .....	177
Domínio dos sedimentos cenozoicos inconsolidados ou pouco consolidados depositados em meio aquoso .....	177
Domínio dos sedimentos cenozoicos inconsolidados do tipo coluvião e tálus....	178
Domínio dos sedimentos cenozoicos eólicos.....	178
Domínio dos sedimentos cenozoicos pouco a moderadamente consolidados associados a tabuleiros .....	179
Domínio das sequências sedimentares mesozoicas clastocarbonáticas consolidadas em bacias de margens continentais ( <i>RIFT</i> ) .....	180
Domínio do vulcanismo fissural mesozoico do tipo plateau.....	180
Domínio dos complexos alcalinos intrusivos e extrusivos diferenciados do terciário, mesozoico e proterozoico .....	181
Domínio das sequências sedimentares proterozoicas dobradas, metamorfizadas de baixo a médio grau .....	181
Domínio das sequências vulcanossedimentares proterozoicas dobradas, metamorfizadas de baixo a alto grau.....	182
Domínio dos complexos granitoides não-deformados .....	184
Domínio dos complexos granitoides deformados.....	186
Domínio dos complexos granitoides intensamente deformados: ortognaisses...	186
Domínio do complexo granito-gnaiss-migmatítico e granulitos .....	187



## INTRODUÇÃO

O estado do Rio Grande do Norte está composto por 13 domínios (figuras 14.1 a 14.13) e 35 unidades geológico-ambientais com características físicas de aptidões e restrições de uso bastante diversificadas.

Com o objetivo de contribuir para a elaboração das macrodiretrizes do planejamento estadual, de forma a subsidiar programas de gestão territorial em níveis municipal e estadual, apresentam-se, a seguir, as principais características geológicas e do relevo de cada domínio ou geossistema – subdivididos em unidades geológico-ambientais –, presentes no Mapa Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Norte, e o que estas representam em termos de potencialidades e limitações frente à execução de obras, à agricultura, aos recursos hídricos, à implantação de fontes poluidoras e aos recursos minerais.

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

O domínio dos sedimentos cenozoicos inconsolidados ou pouco consolidados depositados em meio aquoso (DC) é constituído por cinco unidades geológico-ambientais: DCa, DCta, DCfl, DCmc, Dcm (Figura 14.1).



**Figura 14.1** - Distribuição do domínio dos sedimentos cenozoicos inconsolidados ou pouco consolidados depositados em meio aquoso no estado do Rio Grande do Norte.

#### Unidade DCa

Ambiente de planícies aluvionares recentes. Material inconsolidado e de espessura variável que, da base para o topo, é formado por cascalho, areia e argila, onde são encontradas as seguintes formas de relevo: Planícies Fluviais ou Fluviolacustres.

#### Limitações

- Áreas com tendência a inundações periódicas, de fertilidade muito variável.

- Alta vulnerabilidade à poluição/contaminação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.
- Áreas inadequadas à ocupação urbana e implantação de fontes poluidoras.
- Atividades de mineração devem ser muito bem planejadas e controladas, para evitar impactos ambientais.

#### Potencialidades

- Boas vazões em poços de água subterrânea.
- Áreas de solos férteis e planos, favorecendo culturas como o arroz.
- Ambientes favoráveis à exploração de areia para construção civil e uso industrial, assim como argila.

#### Unidade DCta

Terraços aluvionares. Material inconsolidado a semi-consolidado, de espessura variável. Da base para o topo, é formado por cascalho, areia e argila, onde é encontrada a forma de relevo Baixos Platôs.

#### Limitações

- Parcelas próximas às margens dos rios podem ser frequentemente alagadas.
- Predomínio de solos de baixa capacidade de suporte, inviabilizando certas obras de engenharia.
- Faixas de proteção dos cursos d'água e matas ciliares.
- Alta vulnerabilidade à contaminação dos mananciais hídricos superficiais e subterrâneos.

#### Potencialidades

- Áreas planas, de baixo potencial erosivo.
- Captação de água subterrânea: camadas de areia com espessuras suficientes, normalmente fornecem boas vazões.
- Planícies aluvionares são, em geral, favoráveis à agricultura.
- Extração de areia, argila e cascalho para construção civil e uso industrial.

#### Unidade DCfl

Ambiente fluviolacustre. Predomínio de sedimentos arenosos, intercalados com camadas argilosas, ocasionalmente com presença de turfa, onde são encontradas as seguintes formas de relevo: Planícies Fluviais ou Fluviolacustres; Planícies Fluviomarinhas e Fluviolagunares.

#### Limitações

- Áreas sujeitas a alagamento durante períodos chuvosos.

- Predomínio de solos argilosos, ricos em matéria orgânica, que liberam ácidos corrosivos e gás metano (altamente inflamável).
- Faixas de proteção dos corpos d'água.

#### Potencialidades

- Áreas de relevo plano.
- Favoráveis à extração de argila para cerâmica vermelha.
- Atividade pesqueira e piscicultura.

#### Unidade DCmc

Ambiente marinho costeiro. Predomínio de sedimentos arenosos, onde são encontradas as seguintes formas de relevo: Planícies Fluvio-marinhas e Fluvio-lagunares.

#### Limitações

- Áreas sujeitas ao avanço das marés e à erosão costeira.
- Inadequadas à captação de água subterrânea.

#### Potencialidades

- Áreas com vocação para atividades de lazer e preservação ambiental.

#### Unidade DCm

Ambiente misto (marinho/continental), com intercalações irregulares de sedimentos arenosos, argilosos, em geral ricos em matéria orgânica (mangues), onde são encontradas as seguintes formas de relevo: Planícies Fluvio-marinhas e Fluvio-lagunares.

#### Limitações

- Ocorrência de espessas camadas com alta concentração de matéria orgânica, que liberam ácidos corrosivos e gás metano (altamente inflamável); possuem capacidade de suporte muito baixa.
- Áreas sujeitas a inundações diárias pelo avanço das marés.
- Áreas inadequadas à captação de água subterrânea, em função do substrato argiloso e das altas concentrações de sais.

#### Potencialidades

- Constituem locais de reprodução, alimentação e descanso de aves aquáticas em geral, sendo de extrema importância para aquelas migratórias. São também áreas críticas para a reprodução de um grande número de espécies de peixes, crustáceos e moluscos de valor econômico para o homem.
- Os manguezais atuam como verdadeiros contêntores da erosão provocada pela ação das ondas, protegendo

determinados setores da linha de costa. Da mesma forma, fornecem proteção contra as enchentes ao longo dos rios, diminuindo a força das inundações.

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

O domínio dos sedimentos cenozoicos inconsolidados do tipo coluvião e tálus (DCICT) é constituído pela unidade geológico-ambiental DCIC (Figura 14.2).



**Figura 14.2** - Distribuição do domínio dos sedimentos cenozoicos inconsolidados do tipo coluvião e tálus no estado do Rio Grande do Norte.

#### Unidade DCIC

Ambiente de colúvio e tálus, onde são encontradas as seguintes formas de relevo: Vertentes Recobertas por Depósitos de Encosta, Planícies Fluvio-marinhas e Fluvio-lagunares, Campos de Dunas, Tabuleiros, Baixos Platôs, Planaltos, Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas, Domínio de Colinas Amplas e Suaves, Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos.

#### Limitações

- Áreas sujeitas a movimentos de massa e com baixa capacidade de suporte.

#### Potencialidades

- Áreas, preferencialmente, de preservação, com possibilidade de uso para áreas de empréstimo de solos para obras de engenharia.

### DOMÍNIO DOS SEDIMENTOS CENOZOICOS EÓLICOS

O domínio dos sedimentos cenozoicos eólicos (DCE) é constituído por duas unidades geológico-ambientais: DCEm e DCEf (Figura 14.3).



**Figura 14.3** - Distribuição do domínio dos sedimentos cenozoicos eólicos no estado do Rio Grande do Norte.

### Unidade DCEm

Dunas móveis – material arenoso inconsolidado –, onde se encontra a forma de relevo denominada Campos de Dunas.

#### Limitações

- Em algumas áreas, a migração de dunas ocasiona o assoreamento de ecossistemas aquáticos, como lagoas, banhados e mangues.
- Construções estabelecidas nas zonas de migração de dunas podem ser soterradas lentamente pela remobilização das areias.
- As dunas móveis são desprovidas de solos agrícolas.

#### Potencialidades

- Os campos de dunas (recentes e paleodunas) são aquíferos superficiais livres, de elevado potencial, merecendo destaque na captação de água subterrânea de boa qualidade nas regiões costeiras.
- Areia para construção civil (utilizada em aterros) e industrial (principalmente para vidros).
- Patrimônio paisagístico, com elevado potencial para atividades de turismo e lazer.

### Unidade DCEf

Dunas fixas – material arenoso fixado pela vegetação onde se encontra a forma de relevo Campos de Dunas.

#### Limitações

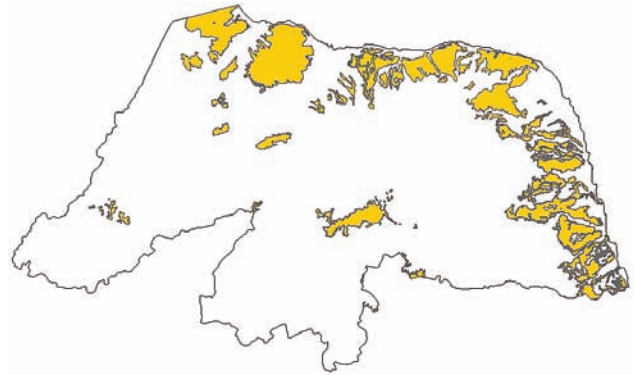
- Dunas fixas exibem pedogênese incipiente, com solos de baixa fertilidade natural, excessivamente ácidos, de baixa capacidade hídrica, erosivos e de difícil manejo devido à constituição arenosa e ao relevo.

#### Potencialidades

- Patrimônio paisagístico com elevado potencial para atividades de turismo e lazer.

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

O domínio dos sedimentos cenozoicos pouco a moderadamente consolidados associados a tabuleiros (DCT) é constituído pela unidade geológico-ambiental DCT (Figura 14.4).



**Figura 14.4** - Distribuição do domínio dos sedimentos cenozoicos pouco a moderadamente consolidados associados a tabuleiros no estado do Rio Grande do Norte.

### Unidade DCT

Alternância irregular entre camadas de sedimentos de composição diversa, onde são encontradas as seguintes formas de relevo: Planícies Fluviomarinhas e Fluviolagunares, Campos de Dunas, Tabuleiros, Tabuleiros Dissecados, Baixos Platôs, Chapadas e Platôs, Inselbergs e outros relevos residuais, Domínio de Colinas Amplas e Suaves, Domínio de Morros e de Serras Baixas.

#### Limitações

- Podem ocorrer sedimentos com argilominerais expansivos que, quando submetidos às variações de umidade, tornam-se colapsíveis e sofrem o fenômeno de empastilhamento, ou seja, desagregam-se em pequenas pastilhas, podendo causar deformações e trincamentos em obras de construção civil.
- Onde predominam sedimentos arenosos, os solos possuem baixa fertilidade natural, são ácidos, de baixa capacidade de reter água e nutrientes.
- As águas subterrâneas podem apresentar, em determinadas áreas, elevados teores de ferro.

#### Potencialidades

- Áreas de sedimentos predominantemente arenoargilosos, com boa capacidade de suporte, onde não ocorrem maiores problemas de fundação. O material predominante pode ser escavado com facilidade.

- Solos normalmente de fertilidade natural variável, em função da heterogeneidade granulométrica vertical e horizontal dos sedimentos arenosos, argilosos, siltosos e conglomeráticos.
- O potencial para captação de água subterrânea é variável, de acordo com a fácies sedimentar dominante na área de interesse: alto nos sedimentos arenosos e conglomeráticos e baixo a muito baixo nos siltosos e argilosos.
- Áreas com potencialidade para exploração de areia, argila e cascalho para a construção civil.

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

O domínio das sequências sedimentares mesozoicas clastocarbonáticas consolidadas em bacias de margem continentais (*rift*) (DSM) é constituído pelas unidades geológico-ambientais DSMc e DSMqcg (Figura 14.5).



**Figura 14.5** - Distribuição das sequências sedimentares mesozoicas clastocarbonáticas consolidadas em bacias de margem continentais (*rift*) no estado do Rio Grande do Norte.

#### Unidade DSMc

Predomínio de calcário e sedimentos siltico-argilosos, onde são encontradas as seguintes formas de relevo: Vertentes Recobertas por Depósitos de Encosta, Tabuleiros, Baixos Platôs, Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas, *Inselbergs* e outros relevos residuais, Domínio de Colinas Amplas e Suaves, Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos.

#### Limitações

- Onde ocorrem rochas calcárias, podem se formar, por dissolução, cavidades sujeitas a desmoronamentos subterrâneos, causando abatimentos e colapsos da superfície.
- Onde existem feições cársticas, a vulnerabilidade à contaminação do lençol freático é muito alta.

#### Potencialidades

- Os sedimentos siltico-argilosos predominantes e os solos deles provenientes são pouco permeáveis e possuem alta capacidade para reter e eliminar poluentes.

#### Unidade DSMqcg

Predomínio de sedimentos quartzoarenosos e conglomeráticos, com intercalações de sedimentos siltico-argilosos e/ou calcíferos, onde são encontradas as seguintes formas de relevo: Baixos Platôs, Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas, Domínio de Colinas Amplas e Suaves, Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos.

#### Limitações

- Rochas, em geral, de moderada resistência ao corte e à penetração. Em certas áreas, podem se mostrar bastante silicificadas, tornando-se bem mais endurecidas.
- Predomínio de sedimentos e solos bastante percolativos, tornando esses terrenos altamente vulneráveis à contaminação das águas subterrâneas.
- Solos arenosos e erosivos, de modo geral inadequados à agricultura.

#### Potencialidades

- O relevo relativamente plano e os materiais de moderada resistência ao corte e à penetração tornam essa unidade adequada à instalação de obras de infraestrutura (principalmente rodovias e ferrovias).
- Manto de alteração com potencial para utilização como saibro e antipó.
- Grande capacidade transmissora e armazenadora de água subterrânea, resultando em bons aquíferos.
- Potencial de recarga elevado, principalmente nas superfícies planas e topos de chapadas.
- Formas de relevo e feições erosivas interessantes constituem atrativos paisagísticos e geoturísticos.

### DOMÍNIO DO VULCANISMO FISSURAL MESOZOICO DO TIPO PLATEAU

O domínio do vulcanismo fissural mesozoico do tipo plateau (DVM) é constituído pela unidade geológico-ambiental DVMgd (Figura 14.6).

#### Unidade DVMgd

Predomínio de intrusivas na forma de gabros e diabásio, onde são encontradas a seguinte forma de relevo: Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas.





**Figura 14.6** - Distribuição do domínio do vulcanismo fissural mesozoico do tipo plateau no estado do Rio Grande do Norte.

#### Limitações

- Os solos residuais dessas rochas, quando pouco evoluídos, podem conter grande quantidade de argilominerais expansivos.
- Cuidados especiais devem ser tomados com todas as fontes potencialmente poluidoras.
- Aquíferos fissurais, de potencial hidrogeológico bastante irregular.

#### Potencialidades

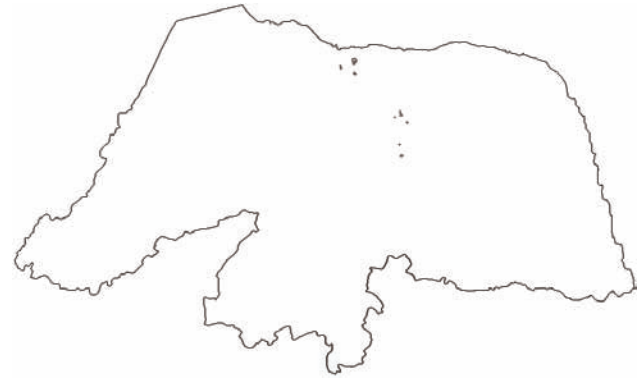
- Solos pouco erosivos, com boa capacidade de compactação, boa estabilidade em taludes de corte e adequados para material de empréstimo.
- Solos argilosos, férteis, ricos em elementos nutrientes para as plantas.
- As áreas planas são bastante favoráveis à agricultura, enquanto as mais íngremes só devem ser usadas com a aplicação de técnicas adequadas.
- Nos locais onde os solos são profundos, a vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas é baixa.

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

O domínio dos complexos alcalinos intrusivos e extrusivos diferenciados do Terciário, Mesozoico e Proterozoico (DCA) é constituído pela unidade geológico-ambiental DCAalc (Figura 14.7).

#### Unidade DCAalc

Série alcalina saturada e alcalina subsaturada, onde são encontradas as seguintes formas de relevo: Tabuleiros, Inselbergs e outros relevos residuais, Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos.



**Figura 14.7** - Distribuição do domínio dos complexos alcalinos intrusivos e extrusivos diferenciados do Terciário, Mesozoico e Proterozoico no estado do Rio Grande do Norte.

#### Limitações

- Geralmente, ocorrem com a forma de relevos de elevada declividade, o que dificulta a ocupação dessas áreas.
- Os aquíferos são do tipo fissural, com vazões muito irregulares.
- Em alguns pontos, o grau de fraturamento e a distribuição irregular das fraturas tornam o comportamento hidráulico e geomecânico dessas áreas complexo.

#### Potencialidades

- Rochas passíveis de uso como brita e pedra ornamental, com boa capacidade de suporte e de baixa resistência à perfuração, devido à ausência de quartzo.
- Esses materiais, quando alterados, dão origem a solos de fertilidade elevada.

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

O domínio das sequências sedimentares proterozoicas dobradas, metamorfizadas de baixo a médio grau (DSP2), é constituído pelas unidades geológico-ambientais DSP2mqmtc e DSP2sag (Figura 14.8).

#### Unidade DSP2mqmtc

Metarenito, quartzitos e metaconglomerados, onde são encontradas as seguintes formas de relevo: Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas, *Inselbergs* e outros relevos residuais, Domínio de Morros e de Serras Baixas.

#### Limitações

- Predomínio de rochas à base de quartzo, bastante abrasivas e de moderada a alta resistência ao corte e à penetração.



**Figura 14.8** - Distribuição do domínio das seqüências sedimentares proterozoicas dobradas, metamorizadas de baixo a médio grau no estado do Rio Grande do Norte.

- Predominam solos residuais quartzoarenosos, de baixa fertilidade natural. Respondem mal à adubação e são erosivos.
- Fraturas abertas facilitam a percolação de poluentes, podendo atingir as águas subterrâneas. Potencial hidrogeológico irregular.

#### Potencialidade

- Manto de alteração bom para ser usado como saibro.
- Metarenitos e quartzitos para revestimento e pedras de cantaria.

#### Unidade DSP2sag

Predomínio de metassedimentos siltico-argilosos, com intercalações de metagrauvas, onde são encontradas as seguintes formas de relevo: Planaltos, Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas, *Inselbergs* e outros relevos residuais, Domínio de Colinas Amplas e Suaves, Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos, Domínio de Morros e de Serras Baixas, Domínio Montanhoso, Escarpas Serranas, Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos.

#### Limitações

- Metassedimentos siltico-argilosos, finamente laminados e de alta fissilidade: soltam placas e se desestabilizam com facilidade em taludes de corte.
- Solos portadores de argilominerais expansivos, quando pedogeneticamente pouco evoluídos.
- De baixo a muito baixo potencial armazenador e circulador de água subterrânea.

#### Potencialidades

- Solos provenientes de metassedimentos siltico-argilosos são bastante porosos, de boa capacidade hídrica, mantendo boa disponibilidade de água para as plantas.
- Onde os solos são espessos, o potencial de contaminação do lençol freático é baixo.

- Aproveitamento de rochas para pisos e revestimentos (ardósias).

### DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS VULCANOSSEDIMENTARES PROTEROZOICAS DOBRADAS, METAMORFIZADAS DE BAIXO A ALTO GRAU

O domínio das seqüências vulcanossedimentares proterozoicas dobradas, metamorizadas de baixo a alto grau (DSVP2), é constituído pelas unidades geológico-ambientais DSVP2, DSVP2q, DSVP2vfc e DSVP2gravt (Figura 14.9).



**Figura 14.9** - Distribuição do domínio das seqüências vulcanossedimentares proterozoicas dobradas, metamorizadas de baixo a alto grau, no estado do Rio Grande do Norte.

#### Unidade DSVP2

Indiferenciado, onde são encontradas as seguintes formas de relevo: Vertentes Recobertas por Depósitos de Encosta, Planaltos, Chapadas e Platôs, Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas, *Inselbergs* e outros relevos residuais, Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos, Domínio de Morros e de Serras Baixas, Domínio Montanhoso, Escarpas Serranas.

#### Limitações

- Áreas onde as várias unidades desse domínio ocorrem juntas, sendo difícil a adoção de uma característica predominante de uma única delas.

#### Potencialidades

- Áreas onde as várias unidades desse domínio ocorrem juntas, sendo difícil a adoção de uma característica predominante de uma única delas.

#### Unidade DSVP2q

Predomínio de quartzito, onde são encontradas as seguintes formas de relevo: Planaltos, Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas, *Inselbergs* e outros relevos residuais, Domínio Montanhoso.

## Limitações

- Rochas de alta resistência ao corte e à penetração.
- Geralmente, os quartzitos mostram-se bastante fraturados, facilitando a percolação de poluentes que atingem as águas subterrâneas.
- A alta densidade de fraturas também facilita o desprendimento de blocos e placas em taludes de corte.
- Alteram-se para solos arenosos de baixa fertilidade natural, bastante erosivos, ácidos e permeáveis.

## Potencialidades

- A alta densidade de falhas e fraturas favorece o potencial circulador e armazenador de água subterrânea.
- Os solos arenosos favorecem o potencial de recarga das águas subterrâneas.
- Os quartzitos podem ser usados como material para revestimentos, pisos e pedras de cantaria.
- Manto de alteração bom para ser usado como saibro e para extração de areia.
- Rochas de alta resistência ao intemperismo físico-químico.

## Unidade DSVP2csa

Predomínio de rochas metacalcárias, com intercalações de finas camadas de metassedimentos síltico-argilosos, onde são encontradas as seguintes formas de relevo: Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas, *Inselbergs* e outros relevos residuais, Domínio de Morros e de Serras Baixas.

## Limitações

- Riscos de colapsos e subsidências dos terrenos, devido à presença de cavidades formadas pela dissolução das rochas calcárias.
- Necessidade de estudos geotécnicos de detalhe, incluindo geofísica, para identificar feições que podem causar colapsos dos terrenos.
- Deve-se evitar o excessivo bombeamento de água subterrânea, pois, nas áreas de rochas calcárias, isso pode causar o intenso rebaixamento do lençol freático e, conseqüentemente, acelerar os processos de abatimento e colapso dos terrenos.
- Locais com cavidades de ligação entre os fluxos d'água superficiais e subterrâneos (dolinas e sumidouros): áreas vulneráveis à contaminação dos mananciais hídricos subterrâneos.
- A qualidade da água pode estar comprometida por altos teores de carbonato de cálcio (água dura).

## Potencialidades

- Solos argilosos, normalmente pouco erosivos, de boa estabilidade em taludes de corte e boa fertilidade natural (ricos em nutrientes, principalmente Ca e Mg).

- Podem conter grandes cavidades subterrâneas armazenadoras de água, formando aquíferos cársticos.
- Potencial para exploração dos metacalcários como corretivo de solos, cimento, cal e brita.
- Metacalcários podem ser usados como material para revestimentos e pisos.
- Relevo cárstico, com grutas e cavernas de interesse geoturístico.

## Unidade DSVP2vfc

Metacherts, metavulcânicas, formações ferríferas e/ou formações ferromanganesíferas, metacalcários, metassedimentos arenosos e síltico-argilosos, onde são encontradas as seguintes formas de relevo: Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas, *Inselbergs* e outros relevos residuais, Domínio Montanhoso.

## Limitações

- Metassedimentos finamente laminados, com marcante fissilidade, favorecendo deslocamentos em taludes de corte.
- As formações ferromanganesíferas liberam ácidos bastante corrosivos, prejudiciais a obras enterradas.
- Os solos argilosos tornam-se bastante compactos, quando submetidos a mecanização excessiva e intenso pisoteio pelo gado, favorecendo a erosão hídrica laminar.
- Potencial hidrogeológico geralmente baixo a muito baixo.
- As águas subterrâneas podem conter altos teores de ferro.

## Potencialidades

- Solos síltico-argilosos, normalmente de baixa erosividade natural, boa capacidade de compactação e boa fertilidade.
- Ambiência geológica com potencial para mineralizações de ferro, manganês, ouro, cobre, chumbo e zinco.

## Unidade DSVP2gratv

Metagrauvaca, metarenito, tufo e metavulcânica básica a intermediária, onde são encontradas as seguintes formas de relevo: Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas.

## Limitações

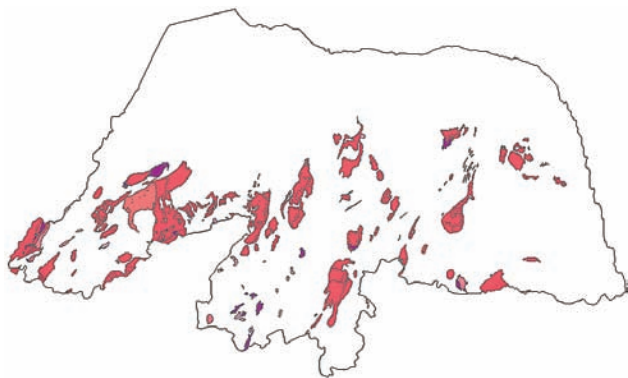
- Predomínio de rochas à base de quartzo (metarenitos), bastante abrasivas e de moderada a alta resistência ao corte e à penetração.
- Metagrauvas possuem granulometria e comportamento geotécnico bastante heterogêneos.

## Potencialidades

- Litologias que se alteram para solos argilossiltosos que, quando bem evoluídos, são de baixa erosividade natural, compactam-se bem e têm boa estabilidade em taludes de corte.
- Rochas metabásicas e metaultrabásicas dão origem a solos de boa fertilidade natural e de excelentes qualidades físicas para a agricultura.
- Ambiência geológica mais favorável a mineralizações de cobre, cromo, talco e amianto.

## DOMÍNIO DOS COMPLEXOS GRANITOIDES NÃO-DEFORMADOS

O domínio dos complexos granitoides não-deformados (DCGR1) é constituído pelas unidades geológico-ambientais DCGR1ch, DCGR1salc e DCGR1sho (Figura 14.10).



**Figura 14.10** - Distribuição dos complexos granitoides não-deformados no estado do Rio Grande do Norte.

### Unidade DCGR1ch

Associações charnockíticas, onde são encontradas as seguintes formas de relevo: Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas, *Inselbergs* e outros relevos residuais, Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos.

#### Limitações

- Alta resistência ao corte e à penetração.
- Originam solos muito rasos e de baixa fertilidade.

#### Potencialidades

- Predomínio de rochas granitoides isotrópicas, de boa homogeneidade geomecânica e hidráulica.
- Adequadas para fundações de obras de grande porte.
- Manto de alteração (saprólito) pode ser usado como saibro e material de empréstimo.
- Granitos podem ser utilizados como rochas ornamentais, pedras de cantaria e brita.

- Quando as rochas estão intensamente fraturadas, podem apresentar bom potencial para água subterrânea.

### Unidade DCGR1alc

Séries graníticas alcalinas (por exemplo: alcalifeldspatogranitos, sienogranitos, monzogranitos, quartzomonzonitos, monzonitos, quartzossienitos, sienitos, quartzo-alcalissienitos, alcalissienitos etc.; alguns minerais diagnósticos: fluorita, alanita etc.), onde são encontradas as seguintes formas de relevo: Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas, *Inselbergs* e outros relevos residuais e Domínio Montanhoso.

#### Limitações

- Presença significativa de blocos e matações irregularmente distribuídos em superfície e em profundidade nos solos.
- Normalmente, sustentam relevos acidentados, suscetíveis a movimentos de massa (escorregamentos de solos e queda de blocos).
- Os solos residuais de rochas graníticas, principalmente quando pouco evoluídos, têm alto potencial erosivo e desestabilizam-se bastante em taludes de corte.
- Geralmente, os solos originados de rochas graníticas são pobres em nutrientes (baixa fertilidade natural) e ricos em alumínio (solos ácidos).
- Os solos originados de rochas graníticas possuem altos teores de argila e podem compactar-se e impermeabilizar-se excessivamente se forem continuamente mecanizados com equipamentos pesados ou intensamente pisoteados pelo gado, favorecendo o escoamento superficial e, conseqüentemente, os processos erosivos.
- Onde os solos são rasos e as rochas apresentam-se bem fraturadas, os poluentes podem se infiltrar e atingir com facilidade as águas subterrâneas.
- Aquíferos fissurais: o potencial hidrogeológico é bastante irregular, dependendo da densidade e da interconexão de falhas e fraturas abertas.
- Solos pouco permeáveis, desfavoráveis à recarga de água subterrânea.

#### Potencialidades

- Predomínio de rochas granitoides isotrópicas, de boa homogeneidade geomecânica e hidráulica, com alto grau de coesão. Adequadas para fundações de obras de grande porte e para produção de brita.
- Quando bem evoluídos (pedogênese avançada), os solos são predominantemente argilosos, têm baixo potencial erosivo, boa capacidade de compactação, são mais estáveis em taludes de corte e adequados para uso como material de empréstimo.
- Solos porosos, com boa capacidade hídrica (retêm água) e boa capacidade de reter e fixar nutrientes (respondem bem à adubação).

- Os solos residuais dos granitos, por conterem alto teor de argila, são pouco permeáveis e possuem boa capacidade de reter e depurar poluentes. Onde os solos são profundos e bem evoluídos, a vulnerabilidade de contaminação das águas subterrâneas é baixa.
- Granitos podem ser utilizados como rochas ornamentais, pedras de cantaria e brita.
- Manto de alteração (saprólito) pode ser usado como saibro e material de empréstimo.

### Unidade DCGR1salc

Séries graníticas subalcalinas: calcialcalinas e toleíticas, onde são encontradas as seguintes formas de relevo: Vertentes Recobertas por Depósitos de Encosta, Planícies Fluvio-marinhas e Fluvio-lagunares, Planaltos, Chapadas e Platôs, Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas, *Inselbergs* e outros relevos residuais, Domínio de Colinas Amplas e Suaves, Domínio de Morros e de Serras Baixas, Domínio Montanhoso, Escarpas Serranas, Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos.

#### Limitações

- Alta resistência ao corte e à penetração.
- Solos argilo-siltico-arenosos, de alta erosividade quando pouco evoluídos, de fertilidade natural moderada a baixa e geralmente muito ácidos.
- Presença significativa de blocos e matacões em superfície e em profundidade nos solos.
- Normalmente, sustentam relevos acidentados, suscetíveis a movimentos de massa (escorregamentos de solos e queda de blocos).
- Aquíferos fissurais: potencial hidrogeológico bastante irregular, dependendo da densidade e da interconexão de falhas e fraturas.

#### Potencialidades

- Predomínio de rochas granitoides isotrópicas, de boa homogeneidade geomecânica e hidráulica.
- Adequadas para fundações de obras de grande porte.
- Manto de alteração (saprólito) pode ser usado como saibro e material de empréstimo.
- Granitos podem ser utilizados como rochas ornamentais, pedras de cantaria e brita.
- Quando as rochas estão intensamente fraturadas, podem apresentar bom potencial para água subterrânea.

### Unidade DCGR1sho

Série shoshonítica, onde são encontradas as seguintes formas de relevo: Planaltos, Chapadas e Platôs, Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas, *Inselbergs* e outros relevos residuais, Domínio de Colinas Amplas e Suaves.

#### Limitações

- Normalmente, sustentam relevos acidentados, suscetíveis a movimentos de massa (escorregamentos de solos e queda de blocos).
- Aquíferos fissurais: potencial hidrogeológico bastante irregular, dependendo da densidade e da interconexão de falhas e fraturas.

#### Potencialidades

- Rochas de menor resistência ao corte e à penetração que aquelas da unidade anterior.
- O solo originado dessas rochas também é mais fértil que aqueles provenientes das unidades DCGR1salc e DCGR1alc.

### Unidade DCGR1in

Indeterminado. São encontradas as seguintes formas de relevo: Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas, *Inselbergs* e outros relevos residuais, Domínio de Morros e de Serras Baixas.

#### Limitações

- Presença significativa de blocos e matacões irregularmente distribuídos em superfície e em profundidade nos solos.
- Normalmente, sustentam relevos acidentados, suscetíveis a movimentos de massa (escorregamentos de solos e queda de blocos).
- Os solos residuais de rochas graníticas, principalmente quando pouco evoluídos, têm alto potencial erosivo e desestabilizam-se bastante em taludes de corte.
- Geralmente, os solos originados de rochas graníticas são pobres em nutrientes (baixa fertilidade natural) e ricos em alumínio (solos ácidos).
- Os solos originados de rochas graníticas possuem altos teores de argila e podem compactar-se e impermeabilizar-se excessivamente se forem continuamente mecanizados com equipamentos pesados ou intensamente pisoteados pelo gado, favorecendo o escoamento superficial e, consequentemente, os processos erosivos.
- Onde os solos são rasos e as rochas se apresentam bem fraturadas, os poluentes podem se infiltrar e atingir com facilidade as águas subterrâneas.
- Aquíferos fissurais: o potencial hidrogeológico é bastante irregular, dependendo da densidade e da interconexão de falhas e fraturas abertas.
- Solos pouco permeáveis, desfavoráveis à recarga de água subterrânea.

#### Potencialidades

- Predomínio de rochas granitoides isotrópicas, de boa homogeneidade geomecânica e hidráulica, com alto grau de coesão. Adequadas para fundações de obras de grande porte e para produção de brita.

- Quando bem evoluídos (pedogênese avançada), os solos são predominantemente argilosos, têm baixo potencial erosivo, boa capacidade de compactação, são mais estáveis em taludes de corte e adequados para uso como material de empréstimo.
- Solos porosos, com boa capacidade hídrica (retêm água) e boa capacidade de reter e fixar nutrientes (respondem bem à adubação).
- Os solos residuais dos granitos, por conterem alto teor de argila, são pouco permeáveis e possuem boa capacidade de reter e depurar poluentes. Onde os solos são profundos e bem evoluídos, a vulnerabilidade de contaminação das águas subterrâneas é baixa.
- Granitos podem ser utilizados como rochas ornamentais, pedras de cantaria e brita.
- Manto de alteração (saprólito) pode ser usado como saibro e material de empréstimo.

### DOMÍNIO DOS COMPLEXOS GRANITOIDES DEFORMADOS

O domínio dos complexos granitoides deformados (DCGR2) é constituído pela unidade geológico-ambiental DCGR2in (Figura 14.11).



**Figura 14.11** - Distribuição do domínio dos complexos granitoides deformados no estado do Rio Grande do Norte.

#### Unidade DCGR2in

Indeterminado, onde são encontradas as seguintes formas de relevo: Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas, *Inselbergs* e outros relevos residuais.

#### Limitações

- Rochas granitoides de alta resistência ao corte e à perfuração, com grande variação do comportamento hidráulico e geomecânico, condicionado, fundamentalmente, ao grau de deformação local.
- Tipos de solos de baixa espessura e fertilidade, facilmente erodíveis.
- Aquíferos fissurais, com vazões extremamente irregulares.

#### Potencialidades

- Materiais com alta capacidade de suporte.
- Rochas com uso possível como brita e rocha ornamental.

### DOMÍNIO DOS COMPLEXOS GRANITOIDES INTENSAMENTE DEFORMADOS: ORTOGNAISSES

O domínio dos complexos granitoides intensamente deformados: ortognaisses (DCGR3) é constituído pelas unidades geológico-ambientais DCGR3salc, DCGR3pal e DCGR2in (Figura 14.12).

#### Unidade DCGR3salc

Séries graníticas subalcalinas: calcialcalinas, onde são encontradas as seguintes formas de relevo: Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas.



**Figura 14.12** - Distribuição do domínio dos complexos granitoides intensamente deformados: ortognaisses no estado do Rio Grande do Norte.

#### Unidade DCGR3pal

Granitoides peraluminosos, onde são encontradas as seguintes formas de relevo: Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas.

#### Unidade DCGR3in

Indeterminado, onde são encontradas as seguintes formas de relevo: *Inselbergs* e outros relevos residuais, Domínio de Colinas Amplas e Suaves, Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos, Domínio de Morros e de Serras Baixas, Domínio Montanhoso, Escarpas Serranas, Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos.

A essas unidades geológico-ambientais (DCGR3salc, DCGR3pal e DCGR2in) aplicam-se as mesmas limitações e potencialidades descritas a seguir.

As diferenças entre essas unidades se devem, fundamentalmente, às formas de relevo onde ocorrem.

## Limitações

- Rochas granitoides bastante deformadas, com pronunciada anisotropia textural (normalmente em todo o maciço), apresentando descontinuidades geomecânicas e hidráulicas relacionadas a faixas com grande concentração de minerais micáceos (principalmente biotita) estiradas e deformadas, segundo uma direção preferencial, facilitando a percolação de fluidos, o intemperismo, a erosão e a desestabilização em taludes de corte.
- Essas rochas se alteram para solos argilo-siltico-arenosos, de alta erosividade, principalmente quando pouco evoluídos (pedogênese pouco desenvolvida).
- Geralmente, os solos originados de rochas graníticas são pobres em nutrientes (baixa fertilidade natural) e ricos em alumínio (solos ácidos).
- Onde os solos são rasos e as rochas se apresentam bem fraturadas, os poluentes podem se infiltrar e atingir com facilidade as águas subterrâneas. Os planos de foliação também facilitam a percolação de fluidos poluentes.

## Potencialidades

- Os solos residuais dos granitos, por conterem alto teor de argila, são pouco permeáveis e possuem boa capacidade de reter e depurar poluentes. Onde os solos são profundos e bem evoluídos, a vulnerabilidade de contaminação das águas subterrâneas é baixa.
- Os planos de foliação dessas rochas podem favorecer a capacidade circuladora e armazenadora de água subterrânea, em relação aos granitoides pouco ou não deformados.
- Manto de alteração (saprólito) pode ser usado como saibro e material de empréstimo.

## DOMÍNIO DO COMPLEXO GRANITO-GNAISSE-MIGMATÍTICO E GRANULITOS

O domínio do complexo granito-gnaiss-migmatítico e granulitos (DCGMGL) é constituído pelas unidades geológico-ambientais DCGMGLgno, DCGMGLgnp, DCGMGLmgi, DCGMGLgmo, DCGMGLgni e DCGMGLcar (Figura 14.13).

### Unidade DCGMGLgno

Predominam gnaiss ortoderivados. Podem conter porções migmatíticas, onde são encontradas as seguintes formas de relevo: Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas, *Inselbergs* e outros relevos residuais, Domínio de Colinas Amplas e Suaves, Domínio de Morros e de Serras Baixas, Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos.

### Unidade DCGMGLgnp

Predomínio de gnaisses paraderivados. Podem conter porções migmatíticas. Apresenta as seguintes formas de relevo: Planaltos, Superfícies Aplainadas Retocadas ou De-



**Figura 14.13** - Distribuição do domínio do complexo granito-gnaiss-migmatítico e granulitos no estado do Rio Grande do Norte.

gradadas, *Inselbergs* e outros relevos residuais, Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos, Domínio de Morros e de Serras Baixas, Escarpas Serranas, Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos.

### Unidade DCGMGLmgi

Migmatitos indiferenciados, onde são encontradas as seguintes formas de relevo: Superfícies Aplainadas Degradadas e *Inselbergs* e outros relevos residuais.

### Unidade DCGMGLgmo

Predominam migmatitos ortoderivados. Apresenta as seguintes formas de relevo: Planaltos, Chapadas e Platôs, Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas, *Inselbergs* e outros relevos residuais, Domínio de Colinas Amplas e Suaves, Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos, Domínio de Morros e de Serras Baixas, Domínio Montanhoso, Escarpas Serranas, Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos.

### Unidade DCGMGLgni

Gnaisses indiferenciados. Apresenta as seguintes formas de relevo: Planaltos, Chapadas e Platôs, Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas, *Inselbergs* e outros relevos residuais, Domínio de Colinas Amplas e Suaves, Domínio Montanhoso e Escarpas Serranas.

A essas unidades geológico-ambientais (DCGMGLgno, DCGMGLgnp, DCGMGLmgi, DCGMGLgmo, DCGMGLgni) aplicam-se as mesmas limitações e potencialidades descritas a seguir.

As diferenças entre as unidades desse domínio devem-se apenas à gênese das diversas litologias.

## Limitações

- Rochas formadas pela alternância de bandas ricas em minerais ferromagnesianos, planares, isorientados, com porções quartzofeldspáticas, muitas vezes complexamen-

te dobradas, resultando em marcantes diferenciações de comportamentos geomecânicos e hidráulicos.

- As rochas se alteram para solos argilo-siltico-arenosos, de alta erosividade, principalmente quando pouco evoluídos (pedogênese pouco desenvolvida).
- Predomínio de solos argilo-siltico-arenosos, pobres em nutrientes (baixa fertilidade natural) e ricos em alumínio (solos ácidos).
- Onde os solos são rasos e as rochas se apresentam bem fraturadas, os poluentes podem infiltrar-se e atingir com facilidade as águas subterrâneas. Os planos de foliação também facilitam a percolação de fluidos poluentes.

#### Potencialidades

- Terrenos normalmente adequados para fundações de obras de grande porte.
- Podem ocorrer lentes de rochas metabásicas e metacarbonáticas, que dão origem a solos de boa fertilidade natural.
- Os solos residuais, por conterem alto teor de argila, são pouco permeáveis e possuem boa capacidade de reter e depurar poluentes.
- Onde os solos são profundos e bem evoluídos, a vulnerabilidade de contaminação das águas subterrâneas é baixa.

- Os planos de foliação dessas rochas podem favorecer a capacidade circuladora e armazenadora de água subterrânea.
- Potencialidade para lavras de rochas ornamentais, pedras de cantaria e brita.

#### Unidade DCGMGLcar

Metacarbonato, apresentando as seguintes formas de relevo: Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas.

#### Limitações

- Esses materiais se alteram mais facilmente e podem apresentar fratura mais abertas que nas unidades anteriores, por onde os poluentes podem se infiltrar e atingir com facilidade as águas subterrâneas.

#### Potencialidades

- Rochas de mais fácil corte e perfuração que aquelas das unidades anteriores, com materiais de mais fácil alteração, gerando solos mais espessos e mais férteis.



# **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 Uruçuia.	<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.	DSMsaq
		Intercalação de sedimentos siltico-argilosos e camadas de carvão.	DSMscv
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.	DSVMPa
		Predomínio de espessos pacotes de arenitos de deposição eólica. Ex.: Arenito Botucatu.	DSVMPae
		Predomínio de espessos pacotes de arenitos de deposição mista (eólica e fluvial). Ex.: Fm. Rio do Peixe, Fm. Caiuá.	DSVMPaef
		Predomínio de arenitos e conglomerados.	DSVMPacg
		Predomínio de arenitos a arenitos caulíníficos. Ex.: Fm. Alter do Chão.	DSVMPac
		Intercalações de sedimentos arenosos, siltico-argilosos e folhelhos.	DSVMPasaf
		Predomínio de sedimentos siltico-argilosos com intercalações arenosas.	DSVMPsaa
		Predomínio de arenitos vulcanoclásticos (tufos cineríticos).	DSVMPav
		Predomínio de sedimentos siltico-argilosos e arenosos, contendo camadas de carvão.	DSVMPsaacv
		Intercalações de paraconglomerados (tilitos) e folhelhos.	DSVMPcgf
		Predomínio de sedimentos siltico-argilosos e calcários com intercalações arenosas subordinadas.	DSVMPsaca
		Intercalações irregulares de sedimentos arenosos, siltico-argilosos e calcários.	DSVMPasac

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 Utariti.	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 charnockíticas. Ex.: Piroxênio granitoides etc. Minerais diagnósticos: hiperstênio, diopsídio.	DCGR3ch
		Séries graníticas peralcalinas. Ex.: Granitos alcalinos a riebeckita e arfvedsonita.	DCGR3palc
		Séries graníticas alcalinas. Ex.: Alcalifeldspato granitos, sienogranitos, monzogranitos, quartzomonzonitos, monzonitos, quartzossienitos, sienitos, quartzo-alcalissienitos, alcalissienitos etc. Alguns minerais diagnósticos: fluorita, alanita.	DCGR3alc
		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.	DCGR3salc
		Granitoides peraluminosos. Ex.: Sienogranitos, monzogranitos, granodioritos etc. Minerais diagnósticos: muscovita, granada, cordierita, silimanita, monazita, xenotima.	DCGR3pal
		Série Shoshonítica. Ex: Gabrodiorito a quartzomonzonito etc. Minerais diagnósticos: augita, diopsídio e/ou hiperstênio, anfibólio e plagioclásio.	DCGR3sho
		Indeterminado.	DCGR3in
DOMÍNIO DOS COMPLEXOS GRANITO-GNAISSE-MIGMATÍTIOS E GRANULITOS.	DCGMGL	Predominam migmatitos ortoderivados.	DCGMGLmo
		Predominam migmatitos paraderivados.	DCGMGLmp
		Predomínio de gnaisses paraderivados. Podem conter porções migmatíticas.	DCGMGLgnp
		Migmatitos indiferenciados.	DCGMGLmgi
		Gnaisse-granulito paraderivado. Podem conter porções migmatíticas.	DCGMGLglp

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).

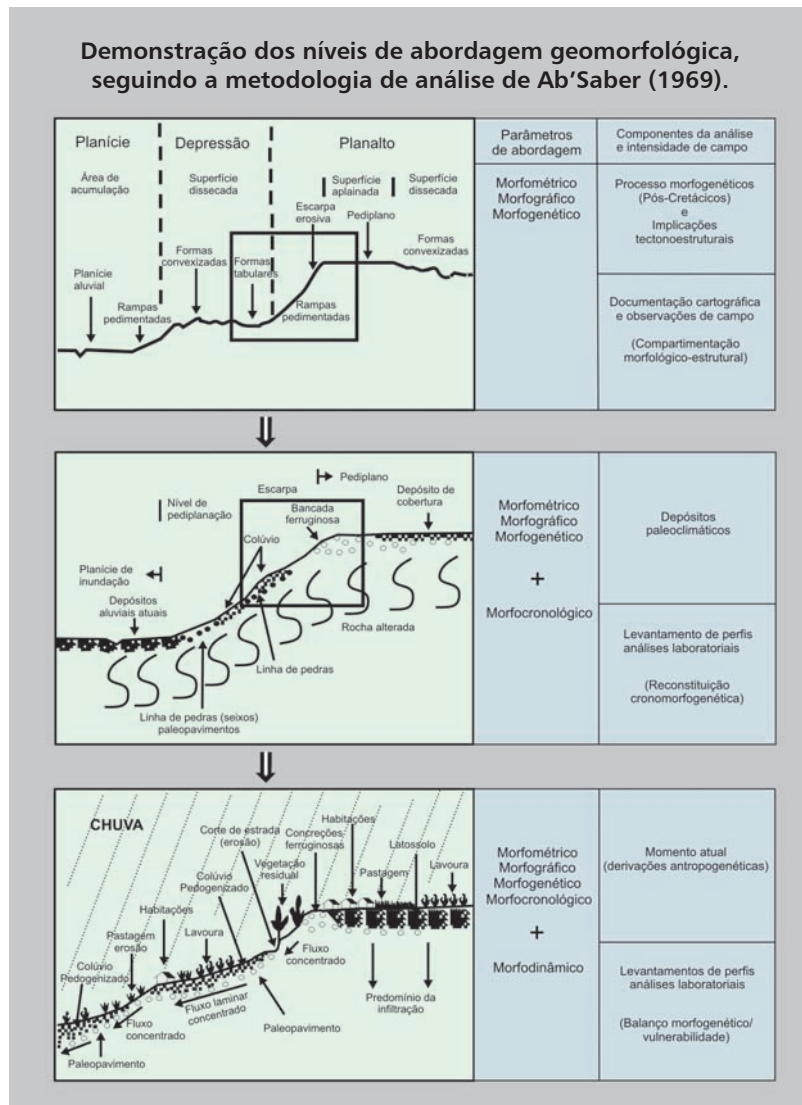
A **compartimentação morfológica dos terrenos** é obtida a partir da avaliação empírica dos diversos conjuntos de formas e padrões de relevo posicionados em diferentes níveis topográficos, por meio de observações de campo e análise de sensores remotos (fotografias aéreas, imagens de satélite e Modelo 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.

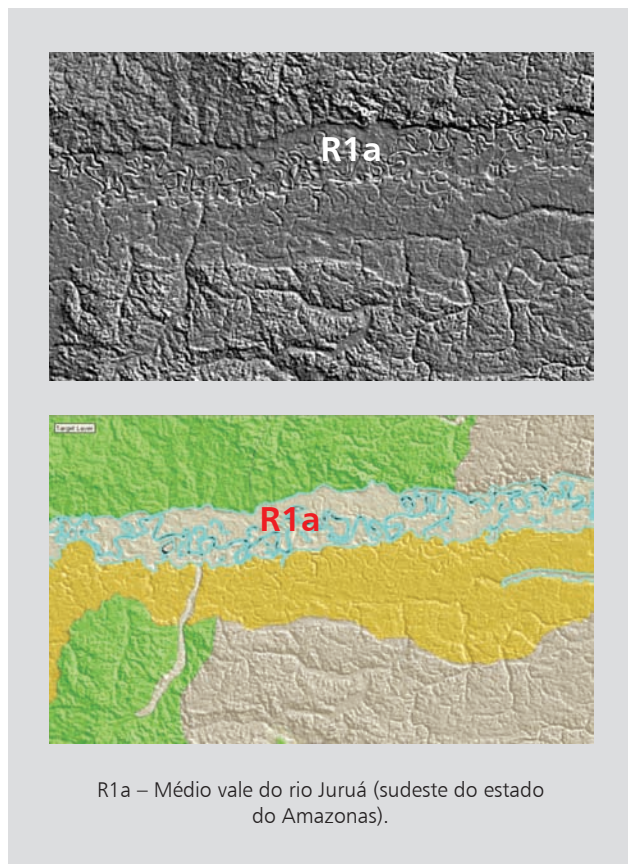
Inclinação das vertentes: 0°-3°.



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.

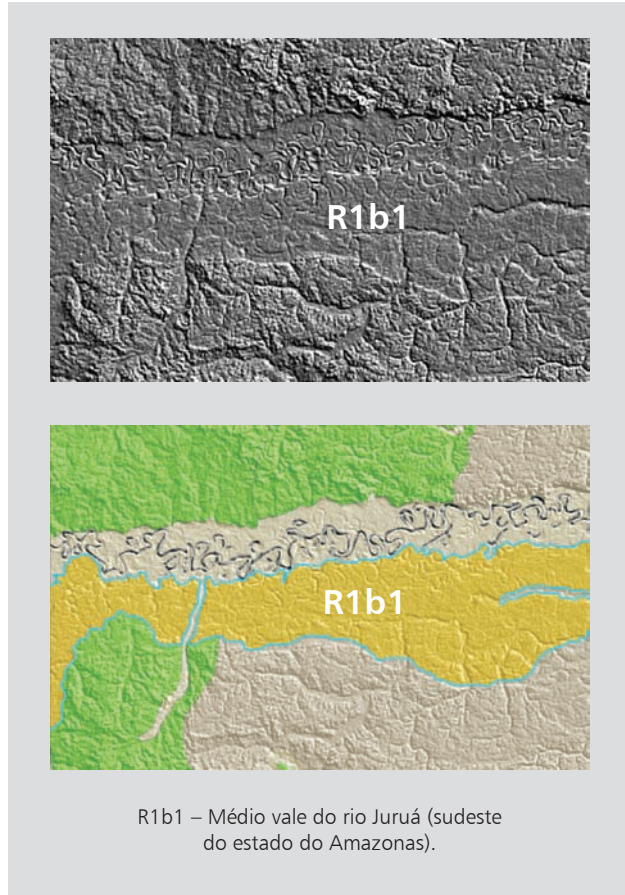
---

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 Marinhas (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 malselecionados. 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, malselecionados, 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.

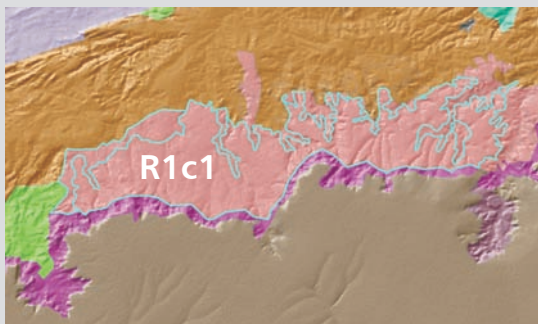
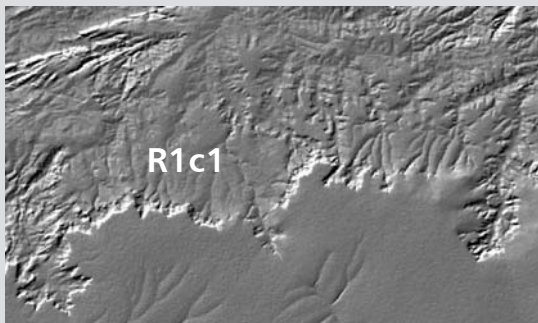
---

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).

---

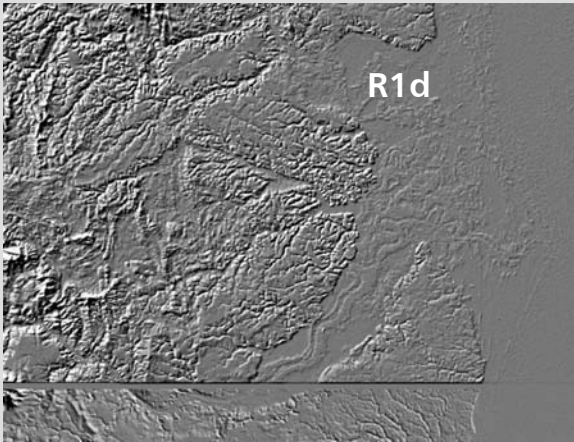
## R1d – Planícies Fluvio marinhas (mangues e brejos)

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°.

---

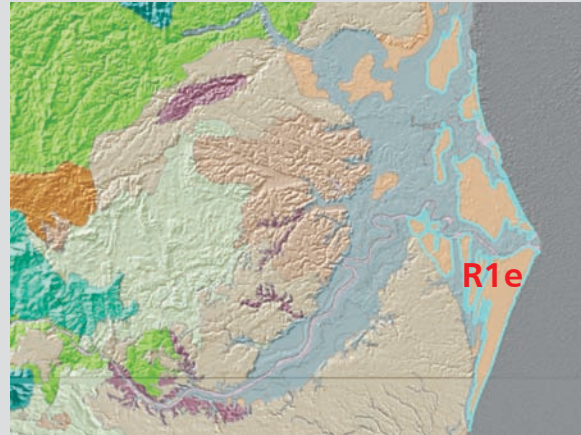
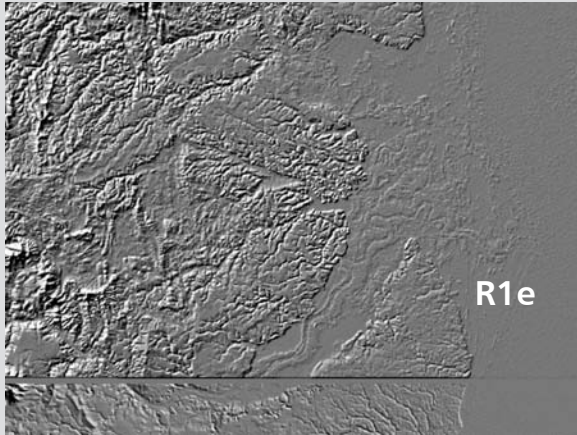


R1d – Planície fluvio-marinha do baixo curso do rio Cunhaú, originalmente ocupado por mangues e atualmente desfigurado para implantação de tanques de carcinicultura (litoral sul-oriental do estado do Rio Grande do Norte).

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

Relevo de agradação. Zona de acumulação atual ou subatual.

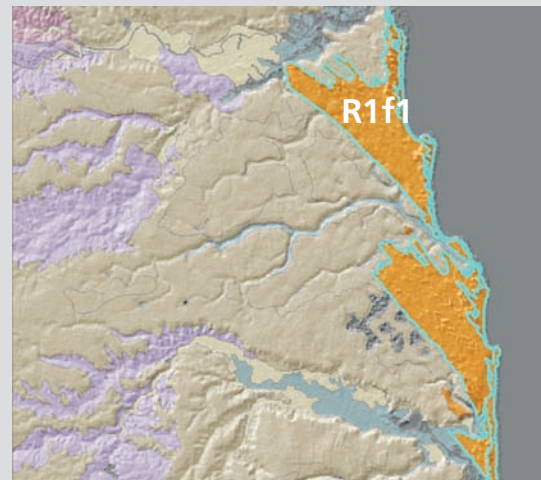
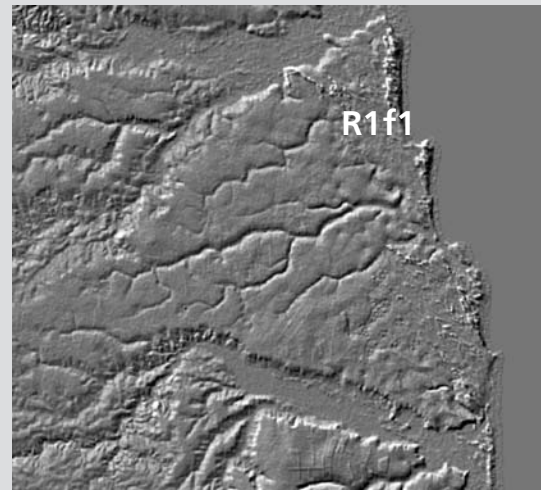
Superfícies de relevo ondulado constituído de depósitos arenoquartzosos, bem selecionados, depositados por ação eólica longitudinalmente à linha de costa. Por vezes, encontram-se desprovidos de vegetação e apresentam expressiva mobilidade (dunas móveis); ora encontram-se recobertos por vegetação pioneira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



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 agradação. Zona de acumulação atual ou subatual.

Superfícies de relevo plano a suave ondulado constituído de depósitos silticos ou siltico-argilosos, bem sele-

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

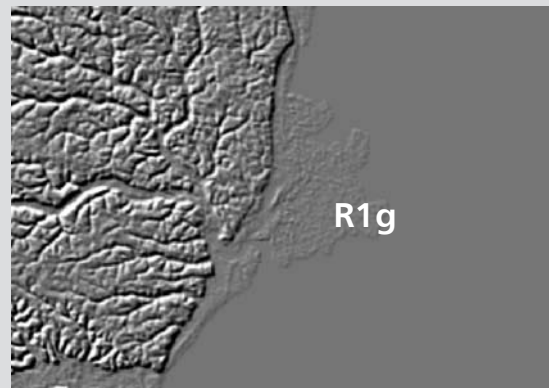
Amplitude de relevo: 0 a 20 m.

Inclinação das vertentes: 0°-5°.

### R1g – Recifes

Relevo de agradação. Zona de acumulação atual.

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



R1g – Santa Cruz Cabralia (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°).

---

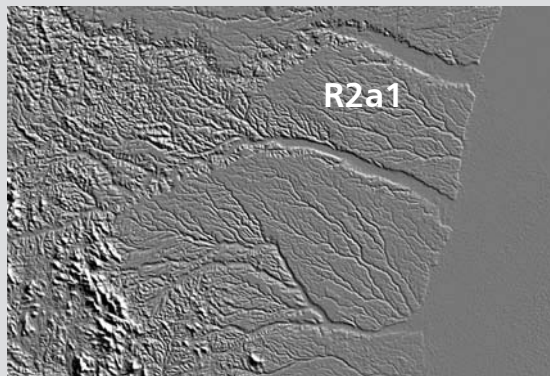
## II – DOMÍNIO DAS UNIDADES DENUDACIONAIS EM ROCHAS SEDIMENTARES POUCO LITIFICADAS

### 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).

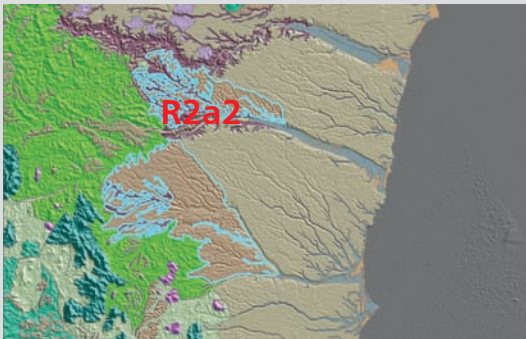
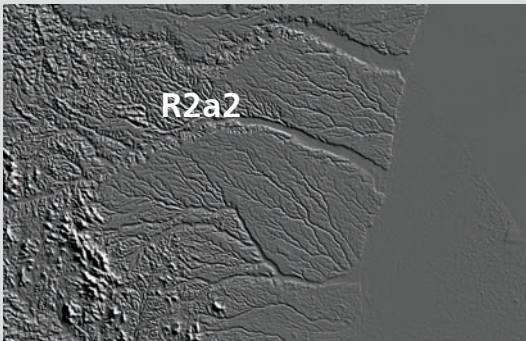
---

Amplitude de relevo: 20 a 50 m.

---

Inclinação das vertentes: topos planos restritos: 0°-3° (localmente, ressaltam-se vertentes acen-tuadas: 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.

---

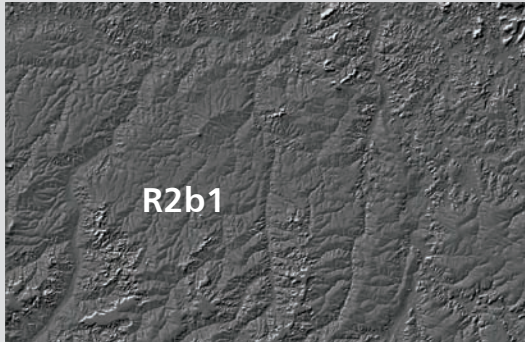
Inclinação das vertentes: topo plano a suavemente ondulado: 2°-5°.

---

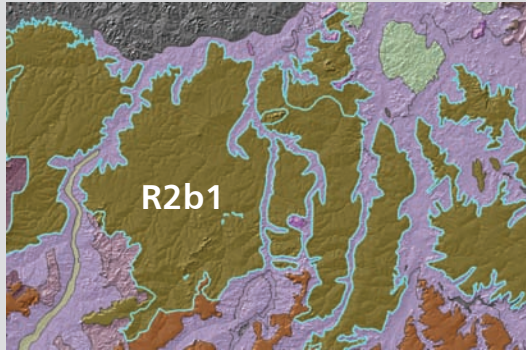
#### R2b2 – Baixos Platôs Dissecados

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).

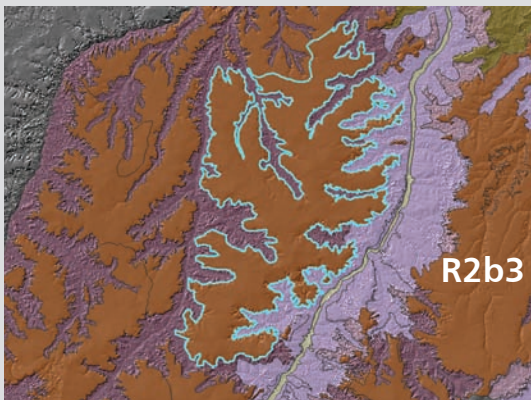
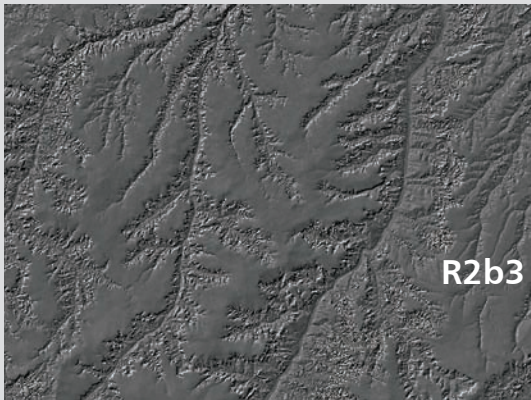
---

Amplitude de relevo: 20 a 50 m.

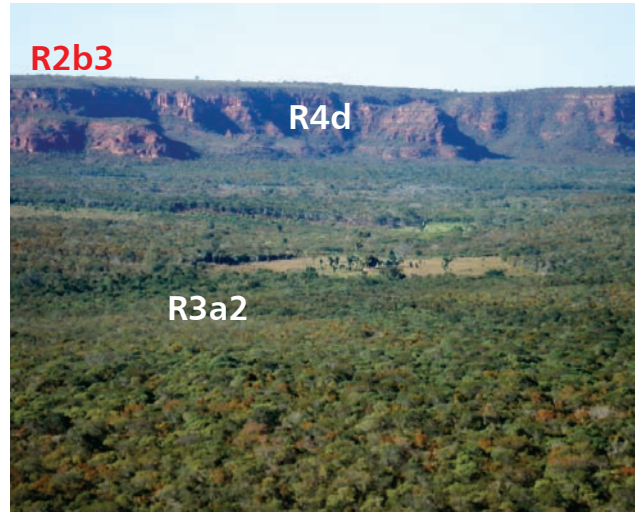
---

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).

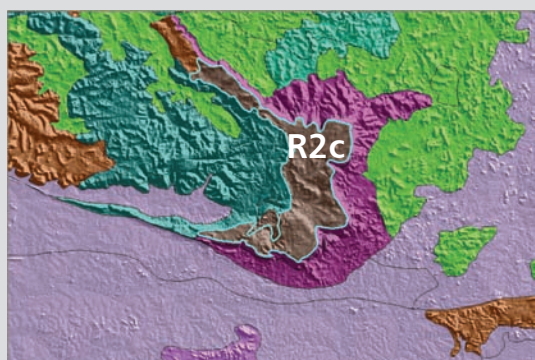
---

Amplitude de relevo: 0 a 20 m.

---

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

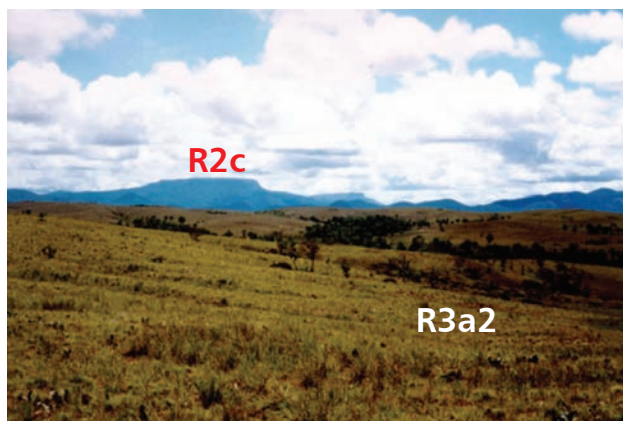
---



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°.

---

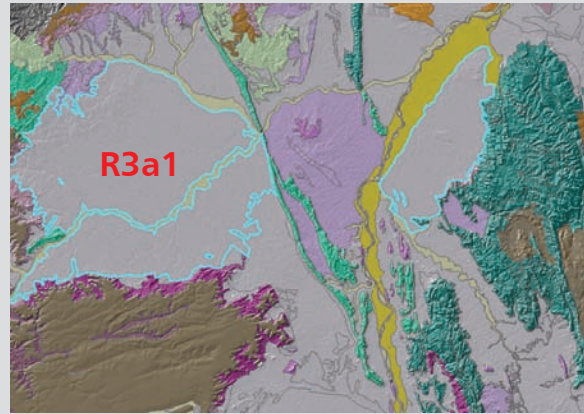
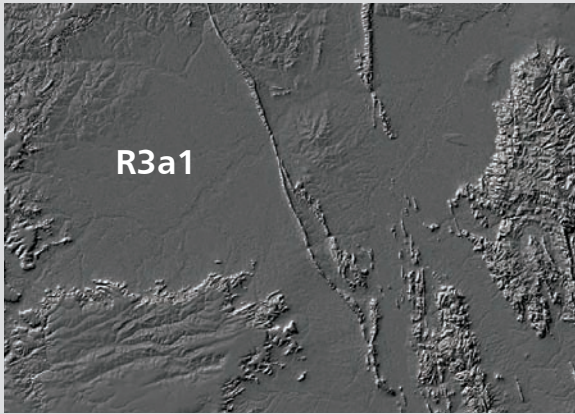
No bioma da floresta amazônica: franco predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa suscetibilidade à erosão). Eventual atuação de processos de laterização.

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).

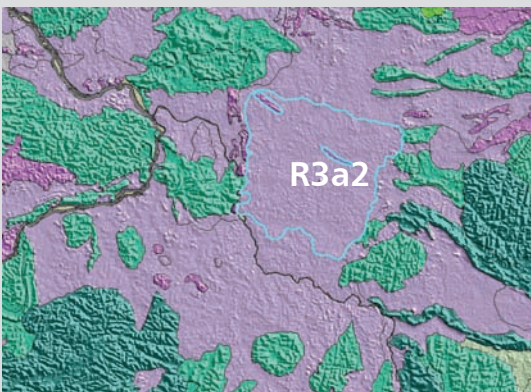
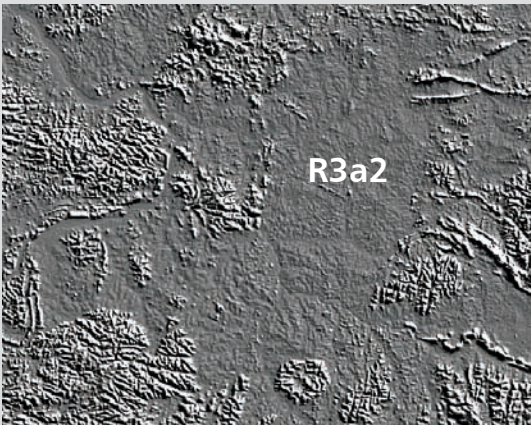
Amplitude de relevo: 10 a 30 m.

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°).

---



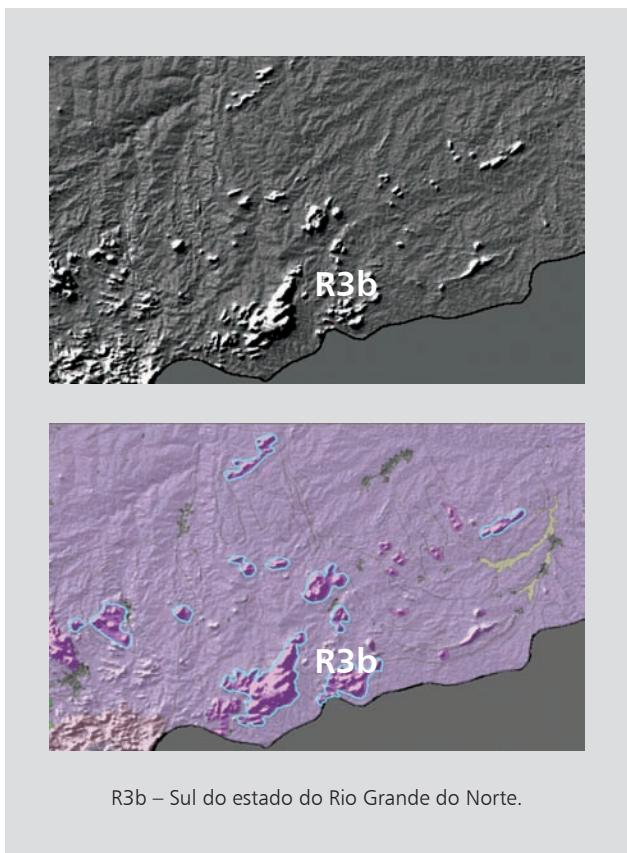
R3b – Neck vulcânico do pico do Cabugi (estado do Rio Grande do Norte).

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

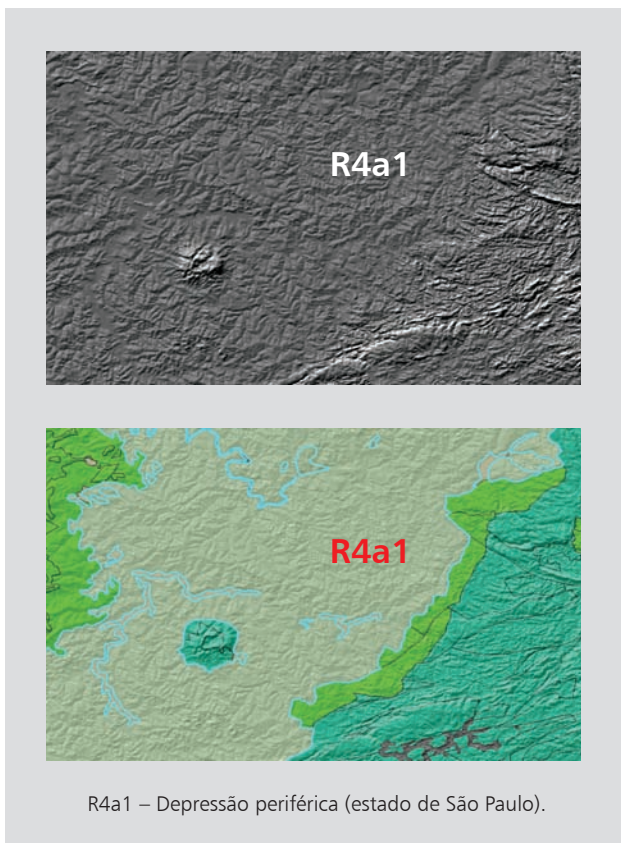
**R4a1 – Domínio de Colinas Amplas e Suaves**

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.

---

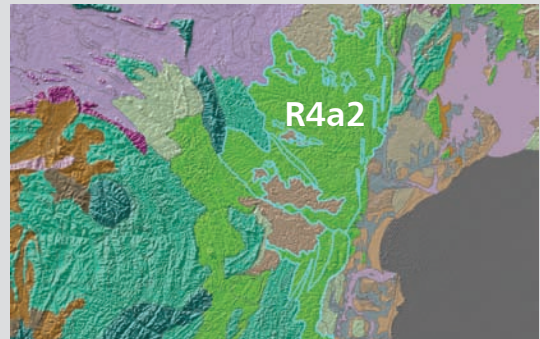
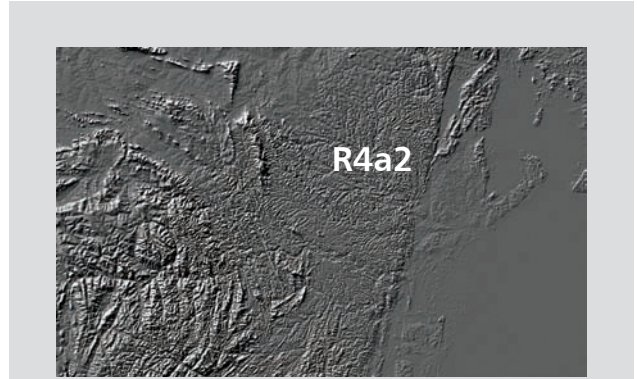
Inclinação das vertentes: 3°-10°.

---

### 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.

---

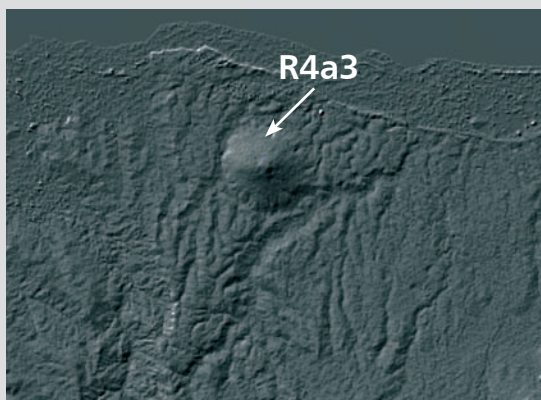
Inclinação das vertentes: 5°-20°.

---

### 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.

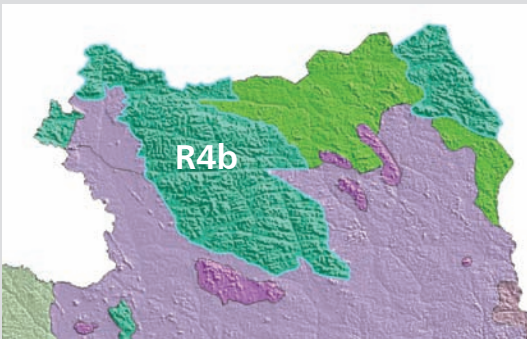
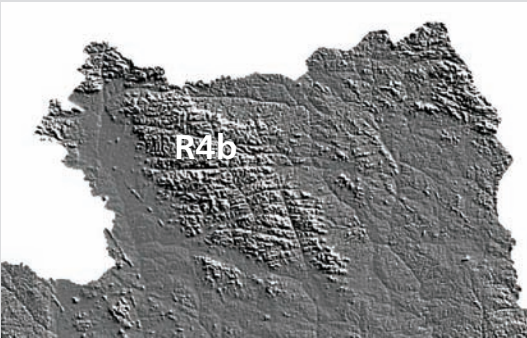
---

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.

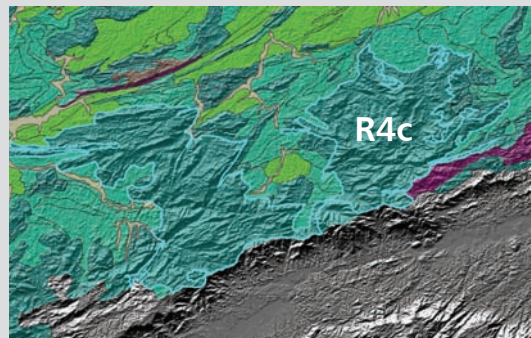
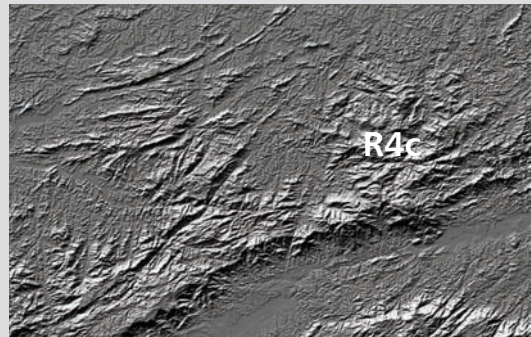
---

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.

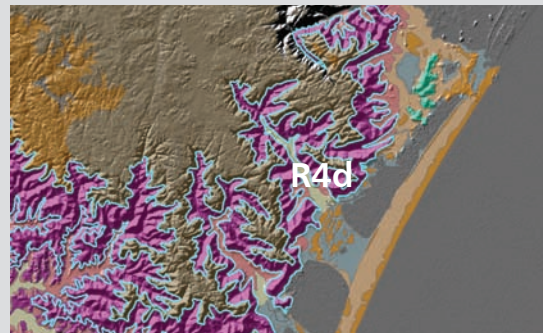
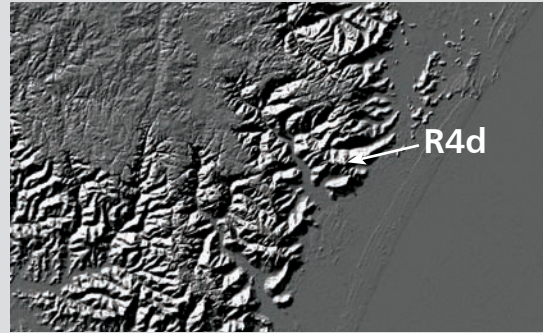
---

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°).

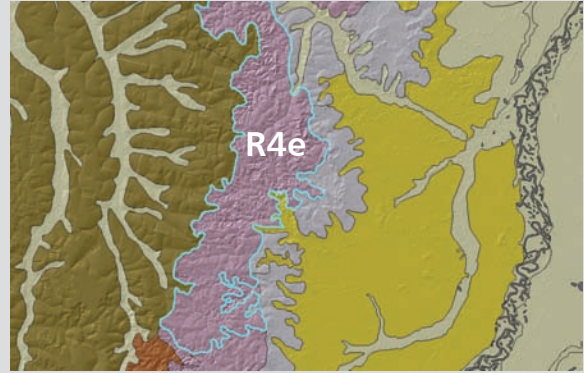
---

**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.



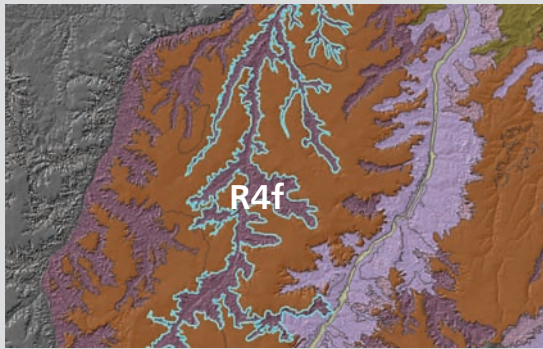
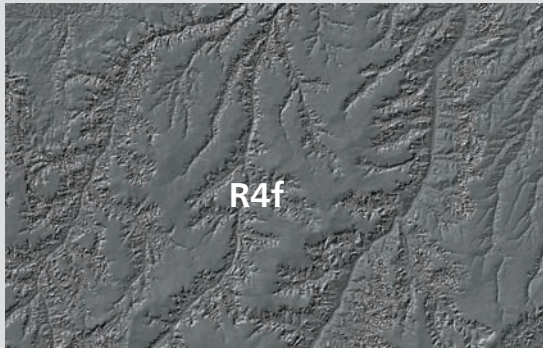
R4e – Degrau escarpado da serra do Roncador (leste do estado de Mato Grosso).



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).

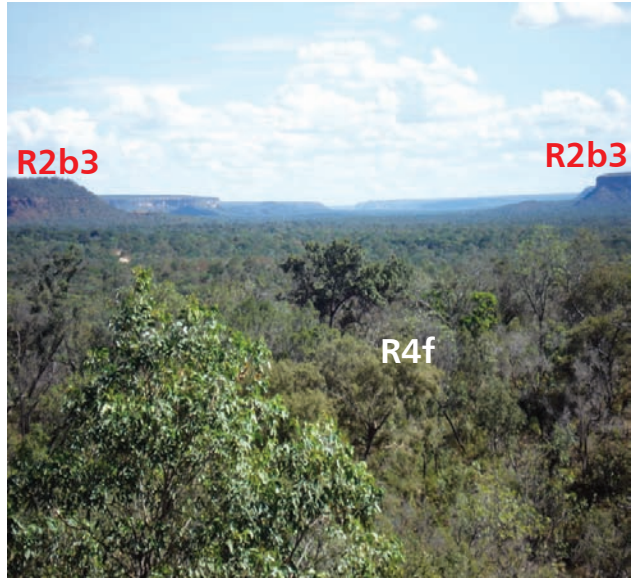
---

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 (sudeste do estado do Piauí).

## **NOTA SOBRE OS AUTORES**

**ALINNE KADIDJA DE SOUSA FERNANDES** – Graduada (2007) em Tecnologia em Meio Ambiente pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, mestre (2010) em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Coordenou o Núcleo de Unidades de Conservação do Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (2010), sendo também Assessora Técnica desse Instituto. Atualmente, é Assessora Ambiental de empresas no Estado, e de municípios, com destaque para o município de São Gonçalo do Amarante. Possui experiência em Engenharia Sanitária e Ambiental, com ênfase em Saneamento Ambiental, e em Conservação Ambiental, com ênfase em criação e gestão de áreas protegidas.

**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.

**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.

**FERNANDA SOARES DE MIRANDA TORRES** – Graduada (2007) em Geologia pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Atua na CPRM/SGB desde 2007, na área de Geologia Ambiental. Atualmente, faz parte da equipe do Projeto Geodiversidade do Brasil.

**FRANCISCO HILÁRIO REGO BEZERRA** – Geólogo (1987) formado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), mestre (1992) em Geologia pela Universidade de Brasília e doutor (1998) em Geologia pela Universidade de Londres. Atualmente, é professor associado da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Atua na área de Geociências, com ênfase em Geotectônica (Neotectônica, Deformação Rúptil), principalmente nos seguintes temas: Falhas Sismogênicas, Paleossismicidade, Reativação Cenozoica de Falhas, Deformação de Depósitos Sedimentares Neogênicos, Paleotensões.

**FRANCISCO NILDO DA SILVA** – Graduado (2000) em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido, mestre (2002) em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Ceará e doutor (2006) em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Lavras-Brasil/University of California-Riverside (EUA). Experiência na área de Ciências Agrárias, com ênfase em Solos, atuando principalmente nos seguintes temas: Gênese, Morfologia e Classificação do Solo, Adução Fosfatada e Poluição do Solo por Elementos-Traço.

**JOAQUIM MENDES FERREIRA** – Bacharel (1971) em Física pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), mestre (1983) em Geofísica pela Universidade de São Paulo (USP) e doutor (1997) em Geofísica pela USP. Atualmente, é Professor-Adjunto IV da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Experiência na área de Geociências, com ênfase em Geofísica. Atua principalmente nos seguintes temas: Sismicidade, Esforços.

**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.

**LEANDSON ROBERTO FERNANDES DE LUCENA** – Geólogo (1993) e mestre (1999) em Geodinâmica e Geofísica pela UFRN e doutor (2005) em Geologia Ambiental pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Exerceu o cargo de Pesquisador III – Recursos Hídricos na Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN) de 1995 a 2009. Atualmente, é Professor-Adjunto do Departamento de Geofísica da UFRN. Experiência na área de Geociências, com ênfase em Hidrogeologia, atuando principalmente nos seguintes temas: Hidrogeologia Regional, Compartimentação Estrutural e Vulnerabilidade de Aquíferos e Geofísica Aplicada a Águas Subterrâneas.

**LUIS CARLOS BASTOS FREITAS** – Geólogo (2007) e mestre (2009) em Geologia pela Universidade Federal do Ceará (UFCE). Atualmente, é Pesquisador em Geociências na CPRM/SGB. Experiência na área de Geociências, com ênfase em Gestão Territorial e Hidrogeologia.

**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 Relevo; Sedimentação Fluvial; Impacto das Atividades Humanas sobre as Paisagens Naturais no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul. Em 1997, ingressou na CPRM/SGB, atuando como geomorfólogo até o presente. Desenvolveu atividades profissionais em projetos na área de Geomorfologia, Diagnósticos Geoambientais e Mapeamentos da Geodiversidade, em atuação integrada com a equipe de geólogos do Programa GATE/CPRM.

Dentre os trabalhos mais relevantes, destacam-se: Mapa Geomorfológico e Diagnóstico Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro; Mapa Geomorfológico do ZEE RIDE Brasília; Estudo Geomorfológico Aplicado à Recomposição Ambiental da Bacia Carbonífera de 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.

**MARCOS ANTONIO LEITE DO NASCIMENTO** – Geólogo (1998) pela UFRN, mestre (2000) e doutor (2003) em Geodinâmica e Geofísica pela UFRN. Foi geólogo da CPRM/SGB, onde desenvolveu atividades de mapeamento geológico da Folha Currais Novos e coordenação do Projeto Monumentos Geológicos do Rio Grande do Norte. É Professor-Adjunto I do Departamento de Geologia da UFRN. Experiência na área de Geociências, com ênfase em Petrologia Ígnea, Geologia de Campo, Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo. As áreas de pesquisa atuais incluem: Magmatismo Ediacarano a Cambriano do Domínio Rio Grande do Norte e Levantamento do Patrimônio Geológico Potiguar, com destaque para o Geoparque Seridó.

**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.

**RICARDO DE LIMA BRANDÃO** – Geólogo (1978) formado pela UFRJ. Trabalhou em projetos de mapeamento geológico na Amazônia (1978 a 1981) e posteriormente, pela CPRM/SGB (1986 a 1990). Entre esses dois períodos exerceu função de Supervisão e Acompanhamento de Projetos na área de Metalogenia e Geologia Econômica, no Escritório Rio de Janeiro da CPRM/SGB (1981-1986). Desde 1990 está lotado na Residência de Fortaleza da CPRM/SGB, onde tem desenvolvido trabalhos relativos aos temas Geologia Ambiental e Recursos Hídricos Subterrâneos, com ênfase nos processos geológicos e problemas ambientais em regiões costeiras.

**ROGÉRIO VALENÇA FERREIRA** – Bacharel (1993) em Geografia, especialização (1994) em Cartografia Aplicada ao Geoprocessamento, mestre (1999) em Geociências e doutor (2008) em Geociências, todos pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Trabalhou no período de 1992 a 2002 no Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), onde atuou na área de Geoprocessamento. Ingressou na CPRM/SGB em 2002, como Analista em Geociências, quando participou do Projeto Sistema de Informações Geoambientais da Região Metropolitana do Recife. Atualmente, faz parte da equipe do Projeto Geodiversidade do Brasil, trabalhando com o tema Geomorfologia. É coordenador regional do Projeto Geoparques na área de atuação da Superintendência Regional do Recife (CPRM/SGB). Suas principais áreas de interesse são: Geomorfologia e Conservação do Patrimônio Geológico-Geomorfológico.

**VALTER JOSÉ MARQUES** – Geólogo (1966) formado pela UFRGS, especialização em Petrologia (1979) pela USP e em Engenharia do Meio Ambiente (1991) pela UFRJ. Nos primeiros 25 anos de carreira, dedicou-se ao ensino universitário, na UnB, e ao mapeamento geológico na CPRM/SGB, entremendo um período em empresas privadas (Mineração Morro Agudo e Camargo Correa), onde atuou em prospecção mineral em todo o território nacional. Desde 1979, quando retornou à CPRM/SGB, exerceu diversas funções e ocupou diversos cargos, dentre os quais o de Chefe do Departamento de Geologia da CPRM/SGB e o de Superintendente de Recursos Minerais. Nos últimos 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 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).

**VLADIMIR CRUZ DE MEDEIROS** – Geólogo (1992) pela UFRN, mestre (1995) em Geociências pela UFPE e doutor (2004) em Geodinâmica e Geofísica pela UFRN. Atualmente, é geólogo da CPRM/SGB. Experiência na área de Geociências, com ênfase em Cartografia Geológica, atuando principalmente nos seguintes temas: Província Borborema, Cartografia Geológica, Geotectônica e Sensoriamento Remoto.



# GEODIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

**PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL**  
**LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE**

Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Norte é um produto concebido para oferecer aos diversos segmentos da sociedade potiguar 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 potiguar 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.



Secretaria de Geologia,  
Mineração e Transformação Mineral

Ministério de  
Minas e Energia



ISBN 978-85-7499-082-8



9 788574 990828



#### 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 Recife

Avenida Sul, 2291 • Afogados  
Recife • PE • 50770-011  
Fone: 81 3316-1400 • Fax: 81 3316-1403

#### 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@rj.cprm.gov.br

#### Serviço de Atendimento ao Usuário – SEUS

Fone: 21 2295-5997 • Fax: 21 2295-5897  
seus@rj.cprm.gov.br

[www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)  
2010

**PAC** PROGRAMA DE  
ACELERAÇÃO DO  
CRESCIMENTO