

número

5

MANUAL
TÉCNICO DE
GEOMORFOLOGIA

2ª edição

Presidente da República
Luiz Inácio Lula da Silva

Ministro do Planejamento, Orçamento e Gestão
Paulo Bernardo Silva

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE

Presidente
Eduardo Pereira Nunes

Diretor-Executivo
Sérgio da Costa Côrtes

ÓRGÃOS ESPECÍFICOS SINGULARES

Diretoria de Pesquisas
Wasmália Socorro Barata Bivar

Diretoria de Geociências
Luiz Paulo Souto Fortes

Diretoria de Informática
Paulo César Moraes Simões

Centro de Documentação e Disseminação de Informações
David Wu Tai

Escola Nacional de Ciências Estatísticas
Sérgio da Costa Côrtes (interino)

UNIDADE RESPONSÁVEL

Diretoria de Geociências

Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais
Celso José Monteiro Filho

Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Diretoria de Geociências
Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais

Manuais Técnicos em Geociências
número 5

Manual Técnico de Geomorfologia

2^a edição

Rio de Janeiro
2009

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

Av. Franklin Roosevelt, 166 - Centro - 20021-120 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

ISSN 0103-9598 Manuais técnicos em geociências

Divulga os procedimentos metodológicos utilizados nos estudos e pesquisas de geociências.

ISBN 978-85-240-4110-5

© IBGE. 1ª edição 1995

2ª edição 2009

Capa

Ubiratã O. dos Santos/Eduardo Sidney - Coordenação de *Marketing*/Centro de Documentação e Disseminação de Informações - CDDI

Manual técnico de geomorfologia / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2009. 182 p. – (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598 ; n. 5)

Acompanha um CD-ROM, em bolso.

Inclui bibliografia.

ISBN 978-85-240-4110-5

1. Geomorfologia - Manuais, guias, etc. 2. Mapeamento geomorfológico – Manuais, guias, etc. I. IBGE. Coordenação de Recursos *Naturais e Estudos Ambientais. II. Série.*

Gerência de Biblioteca e Acervos Especiais
RJ/IBGE/2009-26

CDU 551.4
GEO

Impresso no Brasil / *Printed in Brazil*

Sumário

Apresentação

Introdução

Pressupostos teórico-metodológicos

Evolução da metodologia

Taxonomia do mapeamento geomorfológico

Domínios Morfoestruturais

Regiões Geomorfológicas

Unidades Geomorfológicas

Modelados

Formas de Relevo Simbolizadas

Conceitos básicos dos fatos geomorfológicos mapeados

Modelados

Acumulação

Aplanamento

Dissecação

Dissolução

Formas de relevo simbolizadas

Formas relacionadas às ações fluviais, lacustres e marinhas

Forma relacionada à ação eólica

Formas relacionadas à ação cárstica

Formas relacionadas à dissecação englobando feições residuais

Formas relacionadas a bacias e coberturas sedimentares

Formas relacionadas a dobramentos

Formas relacionadas à tectônica de falha

Forma relacionada a estruturas circulares

Formas de gênese indiferenciada

Símbolos relacionados a processos de erosão e movimentos de massa

Símbolos de representação cartográfica temática

Conceitos complementares à interpretação geomorfológica

Bacias hidrográficas

Rede de drenagem

Tipos de canais fluviais

Padrões de drenagem

Hierarquia fluvial

Propriedades da drenagem

Anomalias de drenagem

Processos erosivos

Natureza da erosão

Formas erosivas causadas pelo escoamento superficial

Fatores controladores da erosão

Movimentos de massa ou gravitacionais

Formações superficiais

Hipsometria

Declividade

Avaliação do relevo

Sensoriamento remoto aplicado à geomorfologia

Importância das geotecnologias na análise da paisagem

Enfoque geomorfológico e resolução dos sensores

Importância do radar

A contribuição do Radar GEMS no levantamento geomorfológico do Brasil

Aplicações e produtos de radares orbitais

Particularidades do radar na análise do relevo

Sistemas multiespectrais

Propriedades das bandas Landsat

Composições coloridas

Integração SR-SIG e produtos derivados

Técnicas utilizadas na interpretação geomorfológica

Técnicas de gabinete

- Processamento digital de imagens
- Elaboração de perfis topográficos

Técnicas de campo

- Utilização de cadernetas e fichas de campo
- Registro fotográfico de campo

Procedimentos básicos do mapeamento geomorfológico

Estudos preliminares, seleção e preparação de imagens

- Seleção de dados gráfico e textual
- Preparação das imagens selecionadas

Interpretação temática

- Análise da drenagem
- Interpretação de imagens em meio digital
- Identificação e delimitação dos Modelados e das formas de relevo
- Elaboração de carta geomorfológica preliminar

Trabalho de campo

Reinterpretação e integração temática

Edição gráfica

Cargas alfanumérica e gráfica no banco de dados de geomorfologia

Validação e consolidação

Geração de produtos

- Banco de dados de geomorfologia
- Carta geomorfológica final
- Cartas derivadas
- Estatísticas e indicadores ambientais

Síntese temática

Aplicações da pesquisa geomorfológica

Referências

Apêndices

- 1 Corte cartográfico e escalas de trabalho**
- 2 Fichas de campo**
- 3 Letras-símbolos e símbolos da Geomorfologia e convenções da Geologia**
- 4 Relação e identificação das Unidades Geomorfológicas mapeadas no Brasil**

Figuras

- 1 – Linhagens Epistemológicas da Geomorfologia e Seguidores
- 2 – Estrutura da Geomorfologia
- 3 – Domínios Morfoestruturais e Morfoclimáticos
- 4 – Compartimentos de Relevô
- 5 – Modelados de acumulação fluvial, fluviolacustre e de inundação, e de dissecação homogênea. Imagem Mosaico GeoCover do rio Japurá, AM
- 6 – Modelados de acumulação marinha e fluviomarinha. Imagem Mosaico GeoCover da região do delta do rio Paraíba do Sul, RJ
- 7 – Modelados de acumulação lagunar e eólica. Imagem CBERS 2/CCD, composição R3G4B2 da região adjacente à lagoa do Casamento, Palmares do Sul, RS
- 8 – Modelados de acumulação coluvial, fluvial e de dissecação homogênea. Imagem ALOS/AVNIR 2, composição R2G4B3 do vale do rio Itajaí-Mirim, SC
- 9 – Modelados de aplanamento degradado e de dissecação homogênea. Imagem Landsat 7/ETM+, composição R5G4B3 da Chapada e Depressão de Itiquira, MT
- 10 – Modelados de aplanamento etchplanado e de dissecação homogênea. Imagem Mosaico GeoCover da região de Caldas Novas, GO
- 11 – Modelados de dissecação homogênea e estrutural. Imagem Landsat 5/TM, composição R5G4B3 no vale do rio Paraíba do Sul e na serra do Mar, SP/RJ
- 12 – Modelados de dissecação estrutural, de aplanamento retocado e de acumulação fluvial, fluviolacustre e de inundação. Imagem Landsat 7/ETM+, composição R5G4B3 da Província Serrana, MT
- 13 – Padrões de imagem em modelados de dissecação com as classes de densidade de drenagem. Imagens Mosaico GeoCover
- 14 – Padrões de imagem em modelados de dissecação com as classes de aprofundamento das incisões. Imagens Mosaico GeoCover
- 15 – Modelados de dissecação em ravinas e homogênea e de aplanamento retocado. Imagem Mosaico GeoCover ao sul de Niquelândia, GO
- 16 – Modelados de dissolução e de aplanamento retocado. Imagem ALOS/AVNIR, composição R3G2B1 da região dos Patamares do Oeste Baiano, BA

- 17 – Divisão Hidrográfica Nacional
- 18 – Padrão de canal retilíneo no rio Tocantins, TO. Imagem Mosaico GeoCover
- 19 – Padrão de canal anastomosado no rio Japurá, AM. Imagem Mosaico GeoCover
- 20 – Padrão entrelaçado no rio Tapajós, PA. Imagem Mosaico GeoCover
- 21 – Padrão meandrante psamítico no rio Uruguai, SC. Imagem Mosaico GeoCover
- 22 – Padrão meandrante pelítico no rio Juruá, AM. Imagem Mosaico GeoCover
- 23 – Alternâncias de padrões (meandrante-retilíneo) podem indicar mudanças no arranjo estrutural de uma área. Imagem Mosaico GeoCover no rio Guaporé, RO
- 24 – Padrões de Drenagem (Dendrítico no oeste do Pará, na folha SA21, Imagem Mosaico GeoCover; Pinado na região da Reserva Biológica de Linhares, ES na folha SE24, Imagem Mosaico GeoCover; Paralelo nos arredores de Correntina, BA na folha SD23, Imagem Mosaico GeoCover; Trelíça no vale do rio Paraíba do Sul, limite dos Estados RJ/MG na folha SF23, Imagem CBERS 2/ CCD, composição (R3G4B2); Retangular na região de Cataguases, MG-SF23, Imagem Mosaico GeoCover; Radial Centrífugo na folha SF22zb; Radial Centrípeto no Pantanal Matogrossense, MS na folha SD21yc, Imagem Mosaico GeoCover; Anelar na rede de drenagem do rio das Velhas, MT na folha SE22, Imagem Landsat 7/ETM+, composição (R5G4B3)
- 25 – Determinação da ordem dos canais de drenagem proposta por Strahler, 1952
- 26 – Propriedades da drenagem
- 27 – Feições anômalas desenvolvidas pelo rio Peruípe, Município de Nova Viçosa, no litoral sul da Bahia. Imagem ALOS/PALSAR HH
- 28 – Variações no contorno das ilhas na desembocadura norte do rio Amazonas. Em sequência cronológica: A - imagem de Radar GEMS banda X (1984); B - imagem Landsat 5/TM, composição R5G4B3 (1998); e C - imagem RADARSAT-1, banda C (2002) que exhibe a configuração da linha de costa (em laranja) correspondente à imagem do Radar GEMS
- 29 – A composição colorida R3G4B2 do satélite CBERS 2 /CCD possibilita a identificação de diversos compartimentos na Serra Gaúcha, RS

- 30 – Composição colorida R3G4B2 do satélite ALOS/AVNIR 2 mostrando a região da Baía de Babitonga e Ilha de São Francisco, SC
- 31 – Recorte de imagem Radar GEMS 1000 em área de relevo dissecado com feições residuais, a leste do Município de Caracaraí, Roraima, onde sobressaem as serras de Barauana e Anauá. Mosaico semicontrolado de radar, folha NA 20 ZB
- 32 – Imagem Landsat 7/ETM+, composição colorida R4G5B3 da região de Porto Belo-Bombinhas, SC
- 33 – Produtos derivados de modelos digitais de elevação SRTM, sobrepostos por imagem Landsat 5/TM, composição 4R5G3B, na região do vale do rio Paraíba do Sul, SP
- 34 – A utilização conjunta de imagens de satélite com modelos digitais de elevação SRTM amplia as possibilidades da interpretação na compartimentação do relevo, particularmente em áreas onde há cobertura de nuvens. Imagem Mosaico GeoCover e modelo SRTM, folhas SE23xc e SE23xd
- 35 – Procedimentos básicos do mapeamento geomorfológico
- 36 – Articulação entre folhas ao milionésimo
- 37 – Decomposição da folha 1: 000 000 até 1:25 000
- 38 – Decomposição da folha 1: 000 000 até 1:25 000 (detalhe)

Formas de Relevo Simbolizadas

- Delta** - Imagem Mosaico GeoCover na folha SD24zc
- Auréola de Colmatagem** - Imagem Mosaico GeoCover na folha SC22zc
- Borda de Terraço** - Imagem Mosaico GeoCover na folha SA19zd
- Cone de Dejeção** - Composição ALOS/AVNIR 2 R3G4B2 na folha SD23ya
- Leque Aluvial (*Alluvial Fan*)** - Imagem Landsat 7/ETM+ R5G4B3 na folha SE21vb
- Garganta** - Imagem Mosaico GeoCover na folha SC23zc
- Depressão Pseudocárstica** - Imagem Mosaico GeoCover na folha SE24yb
- Barras em Pontal (*Point Bars*)** - Imagem Mosaico GeoCover na folha SC20yc
- Barras de Canal (*Scroll Bars*)** - Imagem Mosaico GeoCover na folha SB20xb
- Dique Marginal (*Natural Levee*)** - Imagem Mosaico GeoCover na folha SB20xd
- Paleodrenagem (*Palaeochannel*)** - Imagem Mosaico GeoCover na folha SB20zb

[Meandro Abandonado \(*Oxbow Lake*\)](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SB19xb

[Vereda](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha NA20xd

[Dale](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SD21vc

[Cristas de Praia \(*Beach Ridges*\)](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SE24yd

[Chenier](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha NA22xc

[Linhas de Crescimento](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha NA22vb

[Falésia](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SB25ya

[Paleofalésia](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SB25ya

[Paleolitoral](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SE24yb

[Recife](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SD24yd

[Restinga \(*Barrier Spit*\)](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SG22xd

[Ilha Barreira \(*Barrier Island*\)](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SD24zc

[Duna](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SH22za

[Borda de Patamar Cárstico](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SD23xc

[Lapiès](#) - Composição ALOS/AVNIR 2 R3G2B1 na folha SD23xc

[Dolina](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SE23za

[Morro Cárstico](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SD23xc

[Ressurgência](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SC23zd

[Sumidouro](#) - Composição ALOS/AVNIR 2 R3G4B2 na folha SD23vd

[Uvala](#) - Composição ALOS/AVNIR 2 R3G4B 2 na folha SC23zb

[Vale Cárstico](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SC24ya

[Crista Simétrica](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folhaSD23va

[Crista Assimétrica \(*Hogback*\)](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SD22xb

[Inselbergue](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha NA20xb

[Pontão](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SA19xb

[Cuesta](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SE21zd

[Morro Testemunho \(*Mesa*\)](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SB23yc

[Borda de Anticlinal Escavada](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SE21vb

[Borda de Sinclinal Suspensa](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SD23xd

[Combe](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SD21za

[Dorso Anticlinal](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SF23va

[Facetas Triangulares de Camada](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SE23xc

[Marcas de Enrugamentos](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SD23xb

[Escarpa Adaptada à Falha](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SE23za

[Escarpa de Falha](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SD21ya

[Facetas Triangulares de Falha](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SD23vc

[Vale ou Sulco Estrutural](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SH22vc

[Anomalia de Drenagem](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha NA22vb

[Borda de Estrutura Circular](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SE23ya

[Borda de Patamar Estrutural](#) - Composição CBERS 2/CCD R3G4B2 na folha SH22xa

[Canyon](#) - Composição CBERS 2/CCD R2G4B2 na folha SH22xc

[Escarpa Erosiva](#) - Composição CBERS 2/CCD R2G4B2 na folha SH22xa

[Escarpa em Relevo Monoclinal](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SD23vb

[Linha de Cumeada](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SF23xb

[Ressalto](#) - Imagem Mosaico GeoCover na folha SD21xd

Fotografias

- 1 - Níveis de terraço na margem direita do rio Piranga (afluente do rio Doce). Porto Firme, MG
- 2 - Planície fluvial caracterizada pelas barras em pontal bem desenvolvidas no rio Guaporé, 25km a jusante de Costa Marques, RO
- 3 - Planície fluvial utilizada para criação de búfalos próximo à Itacoatiara, AM
- 4 - Planície periodicamente inundável, utilizada para criação de búfalos no Lago Curiaú, AP
- 5 - Planície marinha com extenso pós-praia interligado ao campo de dunas ao sul de Torres, RS
- 6 - Planície marinha com a formação de restinga na foz do rio Araranguá, conjugada às dunas no Morro dos Conventos, SC

- 7 - Terraço marinho em contato com a paleofalésia (Tabuleiros Costeiros ao fundo) em Lucena, PB
- 8 - Áreas inundáveis em setor de planície com manguezal na Fazenda Bom Jesus, cerca de 15km a norte de Soure, Ilha de Marajó, PA
- 9 - Planície lagunar à margem da lagoa de Itapeva, Três Cachoeiras, RS
- 10 - Campo de dunas barcanas compõe a maior parte da planície costeira adjacente à foz do rio São Francisco, AL
- 11 - Planície eólica (interduna) recoberta pela Formação Pioneira Marinha Herbácea, parcialmente alagada devido à elevação do lençol freático, e em segundo plano, às dunas móveis no Cabo de Santa Marta, SC
- 12 - Fundo de vale colmatado por colúvio recoberto com vegetação herbácea, vizinha ao rio Pedreira, Macapá, AP
- 13 - Paisagem formada pelas planícies lacustre e de inundação adjacentes à serra do Amolar, MT
- 14 - Superfície de aplanamento parcialmente conservada, correspondendo ao topo da Chapada dos Guimarães. Estrada de Cuiabá para a UHE do rio Manso, MT
- 15 - Contato entre as escarpas do Planalto Dissecado do Tocantins com a Depressão do Médio Tocantins. Trecho da Serra do Lageado na descida para Palmas, TO
- 16 - Área de contato do pediplano retocado (Campos de Roraima) com o relevo dissecado predominantemente montanhoso em segundo plano. Fazenda Alvorada, Normandia, RR
- 17 - Superfície de aplanamento retocado embutida em áreas com cristas. Saída de Unaí para Riachinho, MG
- 18 - Pediplano retocado desnudado com inselbergues em forma de cristas. Contato do Pediplano Sertanejo com as Encostas Ocidentais da Borborema, Santa Luzia, PB
- 19 - Ao longo da Serra do Sincorá, o pedimento preenche o interior da imensa estrutura anticlinal escavada na Chapada Diamantina, BA
- 20 - Forma de topo convexo. Colinas entre Muriaé e Barão do Monte Alto, MG
- 21 - Forma de topo tabular. Praia Grande, SC
- 22 - Forma de topo aguçado. Relevo montanhoso da Serra de Macaé, Sana, RJ
- 23 - Relevo de encostas suaves e topos tabulares nas proximidades de Cristalina, GO
- 24 - Relevo dissecado de topos convexos (Dc21), conhecido localmente pela denominação de coxilhas, norte da cidade de Pelotas, RS

- 25 - Relevo dissecado em morros e colinas de vertentes convexizadas formando ombreiras e vales profundos (Dc43) nas Encostas Orientais da Borborema, Rodovia PB-087, Município de Areia, PB
- 26 - Relevo dissecado de topos convexos (Dc31) no Chapadão do Boqueirão entre Tapira e Araxá, MG
- 27 - Relevo dissecado marcado pela predominância de morros de topos aguçados e vertentes retilíneas cortando rochas da Faixa Ribeira em Pedra Dourada, MG
- 28 - Relevo montanhoso (Da35) marcado por pontões e picos elevados que caracterizam a Serra dos Órgãos, Nova Friburgo, RJ
- 29 - Relevo dissecado estrutural na Serra do Cipó-Espinhaço, MG
- 30 - Relevo dissecado estrutural na Serra do Espinhaço em Monte Azul, MG
- 31 - Aspecto do modelado dissecado em ravinas a oeste de MG, observado em sobrevoo
- 32 - Ravinas características dos modelados dissecados que ocorrem ao sul de Tapira, MG
- 33 - Carste coberto observado ao longo da Rodovia TO-110 entre Lavadeira e Aurora do Tocantins, TO
- 34 - Paredão calcário à margem do rio Taquari, BA
- 35 - Carste descoberto na área do Parque Nacional Cavernas do Peruaçu, Itacarambi, MG
- 36 - As cristas cársticas são marcantes na paisagem em Unaí (MG) onde se tem os melhores exemplos de rochas dobradas do Grupo Bambuí
- 37 - Carste descoberto bastante representativo com todas as feições de detalhe correspondentes em Taguatinga, TO
- 38 - Feições cársticas que se formaram em rochas carbonáticas neoproterozóicas do Grupo Una na Chapada Diamantina (Gruta Azul-Pratinha), BA
- 39 - Gruta Rei do Mato em Sete Lagoas, MG
- 40 - Afloramento rochoso em Doutor Elias no reverso da Serra do Mar, RJ
- 41 - Caos de blocos em colinas residuais que se erguem em meio à Depressão de Santana do Araguaia, apresentando as vertentes repletas de matacões graníticos em Santana do Araguaia, PA
- 42 - Caimento em rampa em alvéolos coluviais associados a relevo dissecado dominado por morros e pontões rochosos entre Miracema e Lage do Muriaé, RJ
- 43 - Arenização - O fenômeno de arenização ocorre em extensas áreas entre as cidades gaúchas de Quaraí e Santana do Livramento

- 44 - Fenômeno de erosão – Voçoroca no Município de Mineiros, GO
- 45 - Fenômeno de movimento de massa deu origem à voçoroca cujo material coluvial sofreu deslizamento, bloqueou a rodovia e expôs o regolito constituído de rochas metamórficas com foliação paralela ao talude do corte da estrada em Cataguases, MG
- 46 - Delta do rio São Francisco, AL
- 47 - Auréola de colmatagem em lagoas salobras nas proximidades de Nhecolândia, MS
- 48 - Borda de terraço com níveis de cascalheira no rio Pequeno em Aiuré, SC
- 49 - Cone de dejeção no relevo dissecado de topos convexos próximo a BR-259 entre as cidades de Santa Efigênia de Minas e Gonzaga, MG
- 50 - Garganta do rio Caraça que corta a serra homônima, superimpondo as camadas dobradas de rochas do Supergrupo Minas. Reserva Particular do Patrimônio Natural Santuário do Caraça, MG
- 51 - Barras em pontal desenvolvidas na confluência do rio Verde com o rio Teles Pires, MT
- 52 - Barras de canal desenvolvidas no leito do rio Branco, 33km a jusante de Boa Vista, RR
- 53 - Paleodrenagem na planície fluvial do rio Purus, a montante de Lábrea, AM
- 54 - Meandro abandonado na planície fluvial do rio Purus, AM
- 55 - Vereda desenvolvida em superfície pediplanada, configurando pequenas áreas de inundação com vegetação típica (buritizais) nos Campos de Roraima
- 56 - *Chenier* em evolução na foz do rio São Francisco, SE
- 57 - Linhas de acreção no Cabo Orange, AP
- 58 - Contato dos tabuleiros costeiros com a planície marinha através de uma falésia em sedimentos terciários do Grupo Barreiras. Localidade de Baía Formosa, RN
- 59 - Recife - Cordão recifal paralelo à praia do Francês, AL
- 60 - Restinga na Barra do Ribeira, SP
- 61 - Ilha barreira - Ilha Comprida, SP
- 62 - Litoral marcado pelas dunas e lagoas de águas transparentes em Genipabu. Algumas atingem dezenas de metros de altura e se encontram estabilizadas pela vegetação (Mata Atlântica) em Natal, RN
- 63 - Morro cárstico entre Taipas e Taguatinga, TO
- 64 - Sumidouro - o rio da Lapa penetra na gruta e tem parte do curso subterrâneo em rochas carbonáticas da Formação Sete Lagoas, Parque Estadual Terra Ronca, GO

- 65 - Superfície do Pediplano Sertanejo com inselbergues (Serra do Mulungu) de vertentes parcialmente vegetadas em São João do Sabugi, RN
- 66 - Pontão em relevo montanhoso caracterizado pela abundância destas feições alinhadas, segundo a direção N-S delineando as cristas da Serra da Mantiqueira. Serra do Pão de Açúcar, Sericita, MG
- 67 - Morro Testemunho e relevos tabulares dos Chapadões do Alto Parnaíba, na Rodovia MA-006 entre Alto Parnaíba/MA e Tasso Fragoso/MA
- 68 - Facetas triangulares de camada em rochas metassedimentares do Grupo Paranoá ao sul de Niquelândia, GO
- 69 - Escarpa adaptada à falha na Serra do Espinhaço. BR-122, entre Mato Verde e Porteirinha, MG
- 70 - Facetas triangulares de falha em relevo dissecado estrutural com desnível acentuado e alta declividade das vertentes, sobretudo quando coincide com a foliação. Mina de Timbopeba (Fe), Antônio Pereira, MG
- 71 - Borda de patamar estrutural na Serra Geral mostrando feições lineares horizontais que demarcam os patamares formados pela erosão diferencial das diferentes fases do derrame basáltico no caminho entre Terra de Areia e Tainha, RS
- 72 - *Canyon* Fortaleza no Parque Nacional da Serra Geral, RS/SC
- 73 - Escarpa erosiva bem-definida nos contrafortes da Serra Geral em Praia Grande, SC
- 74 - Linha de cumeada delinea o topo aguçado da série de montanhas na Serra do Mar em Garuva, SC
- 75 - Ressalto no vale do rio das Antas a caminho de Bento Gonçalves, RS
- 76 - Marcas de erosão profundas em ravinas configurando área de *badlands*, com predomínio de material arenoso e blocos de canga laterítica. Saída de Riachinho para São Romão, MG
- 77 - A ação do escoamento concentrado, em material friável, provocou o surgimento de sulcos, ravinas e voçorocas cujo solo é avermelhado, com detritos rochosos espalhados na superfície. Estrada entre Gilbués e Enseada, PI
- 78 - Voçoroca à beira da estrada instalada em baixa vertente. Alter do Chão, PA
- 79 - Área com intenso processo de erosão acelerada com a ocorrência de ravinas e voçorocas. Pastagem com marcas de pisoteio e revolvimento de terra por animais. Plantio de bambu na voçoroca como medida preventiva à erosão nas vertentes entre Governador Valadares e Guanhães, MG

- 80 - Estradas para deslocamento do gado, com terracetes relacionados ao pisoteio, em relevo acidentado a cerca de 13km de Santa Rosa da Serra em direção a Divinópolis, MG
- 81 - Ocupação indevida em faixa costeira em meio a campo de dunas ativas com vegetação herbácea incipiente no norte da Ilha de Santa Catarina, SC
- 82 - Perfil Convexo - Relevo dissecado cortado pelo rio Indaiá, destaque para o canal sinuoso controlado pela estrutura. Santa Rosa da Serra, MG
- 83 - Perfil Retilíneo - Relevo montanhoso associado a falhamentos em blocos na Serra do Mar, Caminho do Imperador próximo a Teresópolis, RJ
- 84 - Perfil Côncavo - Relevo de morros no vale do rio Cotingo com desfiladeiro de vertentes ravinadas a caminho de Pedra Branca, RR
- 85 - Dentre os mais diversos tipos de ocorrências deste fenômeno no vale do Itajaí, as corridas de lama e de detritos em área florestada foram os mais rápidos e de alto poder destrutivo no entorno do Morro do Baú, Ilhota, SC
- 86 - Movimento de massa como fenômeno natural e frequente nas vertentes íngremes da Serra dos Órgãos, cuja declividade é acentuada e o solo é pouco espesso, favorecendo o deslocamento de regolito e porções da cobertura vegetal durante as chuvas de verão. Paraíso, RJ
- 87 - O registro fotográfico é imprescindível para realizar uma boa descrição dos pontos observados em campo
- 88 - A equipe examina o corte na MG-181 (Brasilândia de Minas a João Pinheiro, MG) de aproximadamente 25m de altura e 200m de comprimento, formado por arenito erodido com estratificação cruzada capeado por canga laterítica
- 89 - As situações mais adversas e os imprevistos são enfrentados durante o trabalho de campo. Neste episódio, a equipe de Geologia foi acionada e presta socorro à equipe de Pedologia em Costa Marques, RO

Quadro

[Quadro 1](#) - Índices de dissecação do relevo

Apresentação

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, através da Diretoria de Geociências, tem a satisfação de apresentar à sociedade brasileira o *Manual técnico de geomorfologia*, que contempla técnicas e procedimentos para interpretação e mapeamento do relevo, com a expectativa de atender a setores da sociedade que necessitam deste tipo de informação, cumprindo parte de sua missão institucional de retratar o Brasil com informações necessárias ao conhecimento de sua realidade e ao exercício da cidadania.

Os Manuais Técnicos para os vários temas ambientais foram divulgados a partir de 1991, inicialmente com o objetivo de uniformizar e definir critérios para os trabalhos realizados pelo IBGE no âmbito nacional e, posteriormente, visando contribuir para a disponibilização de metodologias e padronizações também no campo extrainstitucional.

Esta edição oferece uma versão atualizada do *Manual técnico de geomorfologia*, lançado em 1995, abordando, em documento único e conciso, as modificações e a evolução do mapeamento geomorfológico ocorridas no Brasil, especialmente na área da interpretação de imagens em meio digital, geoprocessamento e Sistemas de Informações Geográficas - SIG integrados a Banco de Dados.

O IBGE tem como uma de suas atribuições realizar o mapeamento sistemático do relevo brasileiro em escala regional. Este manual técnico estabelece normas e procedimentos para produção e armazenamento de informações de geomorfologia em meio digital, atendendo, assim, às necessidades de especificações técnicas exigidas pela Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE (item 4.4.2 – Normas e Especificações de Dados Geoespaciais Temáticos).

A Diretoria de Geociências do IBGE, através da equipe executora deste projeto, agradece a todos os que colaboraram de alguma forma para a realização do mesmo, entre os quais pessoas físicas, jurídicas e empresas estatal e privada.

Luiz Paulo Souto Fortes
Diretor de Geociências

Introdução

Este manual técnico, em sua segunda edição, resultou da reunião e adaptação de vários documentos, de épocas e autorias distintas.

Traçando um breve histórico desta evolução, sua elaboração remonta à década de 1970, e partiu da necessidade da equipe técnica da Divisão de Geomorfologia do Projeto RADAMBRASIL de ter um documento de referência para realizar o mapeamento geomorfológico sistemático de todo o Território Nacional. O documento inicial discriminava todas as fases da pesquisa e a incorporação dos procedimentos adotados para o mapeamento geomorfológico. A metodologia foi pioneira na utilização de mosaicos semicontrolados de radar na escala 1:250 000, cujos produtos finais foram publicados na escala 1:1 000 000 pela série *Levantamentos de Recursos Naturais*. Na oportunidade, a equipe serviu-se de dois documentos básicos de normatização dos trabalhos: o *Manual de etapas de trabalho* e o *Álbum de legendas*. A necessidade da padronização das informações coletadas nos trabalhos de campo resultou na criação das fichas de campo referentes à “Descrição da paisagem” e à “Amostragem das formações superficiais”. O conjunto destes capítulos foi a base para a elaboração da primeira versão do *Manual técnico de geomorfologia*, publicada em 1995 pelo IBGE.

Esta segunda edição apresenta algumas inovações, com a inclusão de novos capítulos e a reestruturação dos existentes na edição anterior. Explica-se o fato tendo em vista o caráter de atualização da presente edição, com a complementação das informações e dos conceitos.

O capítulo inicial, Pressupostos teórico-metodológicos, tem como objetivo contextualizar a fundamentação teórica da obra, e é complementado pelo capítulo Evolução da metodologia.

No capítulo Taxonomia do mapeamento geomorfológico, foram atualizados os conceitos dos táxons, sobretudo o de Domínios Morfoestruturais, enfatizando-se os aspectos do relevo.

No capítulo Conceitos básicos dos fatos geomorfológicos mapeados, é dado maior destaque aos Modelados, que passam a anteceder as Formas de Relevo Simbolizadas e apresentam exemplos de imagens com interpretação temática. A atualização compreende a inclusão de novos modelados e formas simbolizadas e a exclusão de alguns, buscando-se, assim, uma visão abrangente na natureza e ao mesmo tempo concisa na representação dos fatos mapeados. Os tipos de modelados e as formas simbolizadas foram ilustrados com recortes de imagens de satélites, blocos-diagramas correspondentes e fotografias de campo das diversas regiões do Brasil, procurando dar ao fato mapeado uma visão mais fidedigna em relação à paisagem.

Sucedem-se dois novos capítulos incluídos nesta edição: em Conceitos complementares à interpretação geomorfológica são apresentados, de forma abrangente, aspectos fundamentais à Geomorfologia, como Rede de drenagem, Processos erosivos, Formações superficiais, Hipsometria e Declividade. Esta seleção foi norteadada pela utilização rotineira destes fundamentos no trabalho de interpretação temática. Complementa o capítulo a descrição dos fundamentos da Avaliação do relevo, síntese dos processos morfodinâmicos de elaboração do relevo.

O capítulo Sensoriamento remoto aplicado à geomorfologia destaca a importância da incorporação de novas tecnologias ao processo de trabalho. Vale lembrar que a metodologia original foi desenvolvida tendo como base a utilização de imagens de radar e, embora este sensor não tenha sido descartado, atualmente o processo é realizado com a utilização dos recursos do Sensoriamento Remoto e dos Sistemas de Informações Geográficas. Busca-se, ainda, pormenorizar as particularidades destas ferramentas para a interpretação do relevo em trechos onde são analisadas as propriedades e as possibilidades dos sensores contemplados.

O capítulo Técnicas utilizadas na interpretação geomorfológica, que discrimina aquelas mais utilizadas pela equipe, foi atualizado com a inclusão da etapa de Processamento Digital de Imagens.

O capítulo Procedimentos básicos do mapeamento geomorfológico apresenta todas as etapas que antecedem a elaboração de uma carta geomorfológica, incluindo os procedimentos de gabinete e de campo, além da descrição dos cartogramas que poderão ser incorporados à edição final da mesma. Nele são apresentados, ainda, as etapas de Carga alfanumérica e gráfica no banco de dados de geomorfologia e os produtos gerados a partir dele.

De forma complementar, foi incluída uma seção com apêndices contendo: Corte cartográfico e escalas de trabalho; Fichas de campo; Letras-símbolos e símbolos da Geomorfologia e da Geologia; e Relação e identificação das Unidades Geomorfológicas.

Pressupostos teórico-metodológicos

Na evolução dos conhecimentos geomorfológicos, as discussões teórico-metodológicas tiveram sua fase inicial a partir da publicação do *Geographical cycle* (DAVIS, 1899), embora Surell em 1841 (apud ABREU, 1983) já fizesse alusão à existência de uma linhagem epistemológica. Os dados históricos mostram que, enquanto na América do Norte os geólogos e engenheiros começavam a sistematização dos conhecimentos geomorfológicos, paralelamente, no centro e leste europeu, através de Von Richthofen, iniciava-se a formalização das bases conceituais, que foram progressivamente aprimoradas.

A avaliação global do desenvolvimento desta ciência efetuada por Abreu (1983), consistiu em uma análise comparativa, ressaltando que a teoria geomorfológica parte de duas fontes principais, cada uma com seus seguidores (Figura 1), onde se percebem interferências de uma sobre a outra, e que evoluem paralelamente, convergindo na segunda metade do Século XX, em busca de conceitos mais abrangentes.

Ao longo dos Séculos XIX e XX, houve uma insatisfação geral em relação aos sistemas conceituais existentes e, nos anos do pós-guerra, houve severas críticas às linhas de abordagem, o que levou a uma reformulação mais global, valorizando cada vez mais os aspectos voltados para as geociências (ABREU, 1982). Esse quadro manifesta a intenção e a busca de uma sistematização e de uma linha evolutiva epistemológica mais global, procurando entender o pensamento geomorfológico das duas correntes epistemológicas: uma de raízes norte-americanas, que incorpora a maior parte da produção em línguas inglesa e francesa até a Segunda Guerra Mundial, e a outra de raízes germânicas, que engloba grande parte da produção do leste europeu. Os trabalhos clássicos de Davis (1899) e Penck (1923), traduzido para o inglês em 1953, representam os dois pilares da Geomorfologia: o conceitual e o metodológico.

Conforme a obra *davisiana*, sistematizada no *Geographical cycle* (DAVIS, 1899), o relevo é decorrente da estrutura geológica, dos processos operantes e do tempo. Tal postura valoriza muito o aspecto histórico. Deste modo, as forças internas determinariam a estrutura; a forma da superfície seria consoante com seu arranjo interno; a altitude dependeria da intensidade do soerguimento; o ataque dos processos externos às rochas implicaria, com o tempo, mudança da forma inicial; e a velocidade dos processos seria inicialmente moderada passando a rápida até o máximo, decrescendo lentamente até o mínimo.

A postura *penckiana*, tendo como referência a obra *Die morphologische analyse*, preocupava-se essencialmente com três elementos: os processos endogenéticos e exogenéticos, e os produtos resultantes de ambos, que correspondem às formações superficiais e às feições geomorfológicas. As feições geomorfológicas resultantes dos processos exogenéticos são objeto de pesquisa indutiva. Quanto às formações superficiais, as relações estratigráficas dos depósitos correlatos formados simultaneamente, a espessura e a forma como foram depositados, representam registros de grande significado para a Geologia, evidenciando movimentos diastróficos, e para a Geomorfologia, formalizando o conceito de depósitos correlativos na análise das formas de relevo. De acordo com esta teoria, foram elaborados os novos conceitos, fundamentando as bases geomorfológicas contemporâneas.

A proposta de Penck foi seguida por grandes pesquisadores, como Mescerjakov (1968) e Gerassimov e Mescherikov (1968), que a utilizaram como base conceitual para análise e classificação do relevo, sugerindo os conceitos de morfotectura, morfoestrutura e morfoescultura, fundamentados no resultado de interação das forças endógenas e exógenas, como um novo instrumento de análise geomorfológica.

Baseado nestes princípios, Mescerjakov (1968) conceitua a morfotectura como o elemento de ordem superior mais importante do relevo da terra, condicionado pelas forças tectônicas, segundo as interações com os outros fatores de formação do relevo. As morfoestruturas correspondem aos elementos do relevo de ordem mediana, de aspecto complexo, sobre a superfície das morfotecturas. Posteriormente, I. P. Gerassimov (apud MESCERJAKOV, 1968) acrescenta que a evolução das formas de relevo particularmente grandes resulta da interação contraditória dos fatores endogenéticos e exogenéticos, e que os integrantes ativos dos fatores endógenos (os movimentos tectônicos) são predominantes. As morfoesculturas de ordens inferiores resultam das ações dos fatores exogenéticos.

Dois grandes geomorfólogos, conhecidos em nosso meio, foram os precursores deste pensamento, os professores Jean Tricart e Lester C. King. Este último percorreu grandes extensões do território brasileiro para fundamentar a teoria da pediplanação, inspirada no conceito de superfície escalonada de Penck. A produção científica do professor Jean Tricart mostra com bastante clareza as interações proporcionadas pelas forças interna e externa.

O ordenamento dos fatos geomorfológicos de Mescerjakov (1968), em uma taxonomia hierarquizada, tem muita semelhança com a proposta de Tricart, diferenciando-se em alguns pontos a classificação taxonômica dos fatos geomorfológicos dos dois pesquisadores.

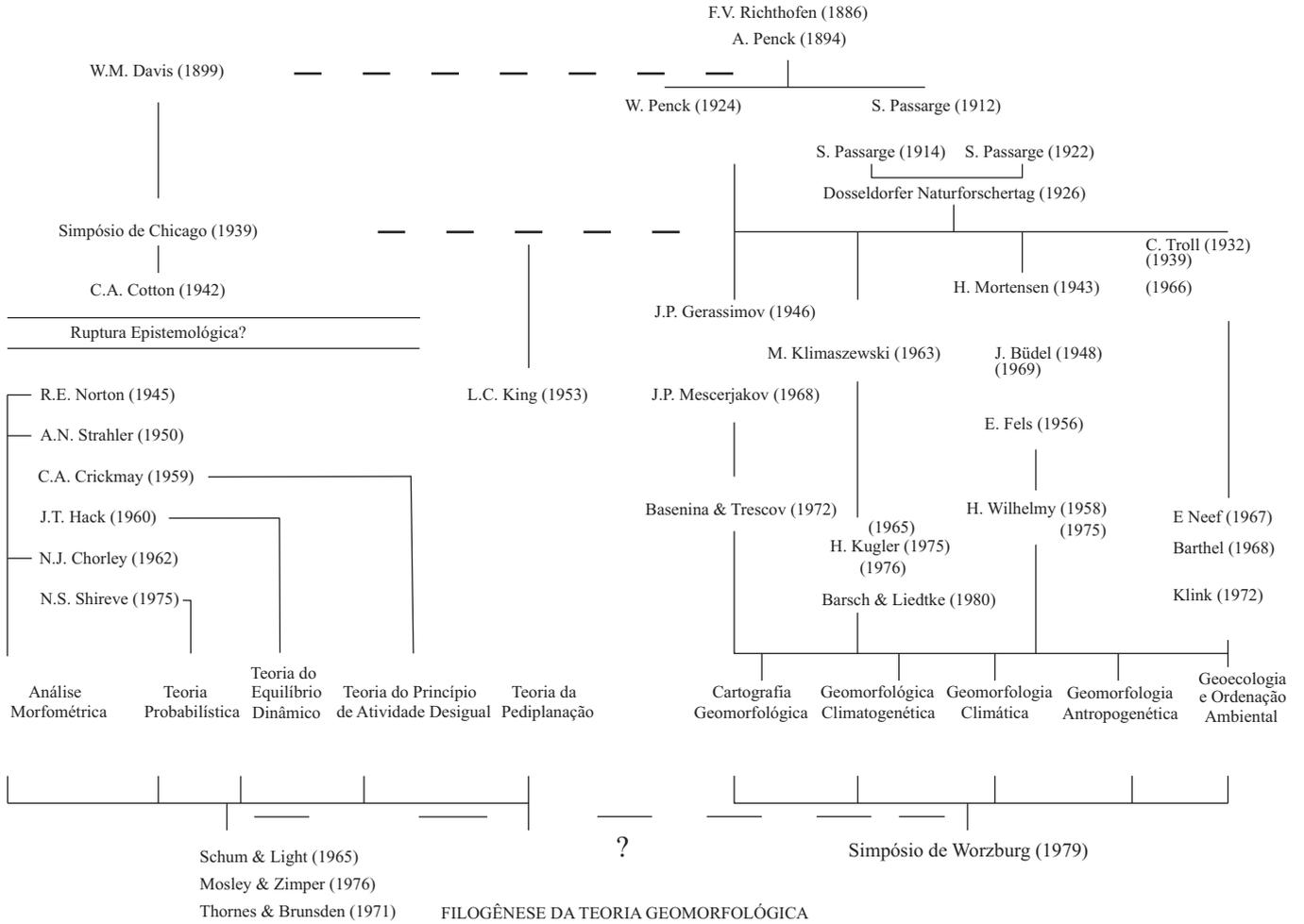
No Brasil, por muitos anos, a maior parte da produção científica tendia para as raízes anglo-americanas, seguidoras do paradigma *davisiano*, amplamente difundido nos países de línguas inglesa e francesa. Após o Congresso de Geografia do Rio de Janeiro, em 1956, foram absorvidas em nosso meio científico as propostas de raízes germânicas, e novos conceitos começaram a ser incorporados (ABREU, 1982). Deste modo, no ano de 1969, o professor Aziz Ab'Saber, fundamentado nos postulados da Escola Germânica, propôs os níveis da pesquisa geomorfológica, registrando uma grande contribuição a esse campo.

Nesta mesma época, as ideias de georrelevo de Kugler (1976, apud ABREU, 1983) foram formalizadas, enquadrando o relevo no contexto da Geografia. Da mesma maneira, os trabalhos de Tricart (1976; 1982) e Bertrand (1968) enquadram a Geomorfologia no âmbito da Geografia Física. Dentro do conceito de georrelevo de Kugler, trabalha-se com a essência da forma, sua dinâmica e o papel que o relevo representa, em face da ação do homem. Tricart propõe a análise integrada do meio ambiente e Bertrand expressa a compreensão do relevo na interação com os outros elementos físico, biológico e antrópico, dentro do conceito de paisagem ((SUERTEGARAY, 1999).

A produção científica deste período foi um marco de grande importância para a Geomorfologia no Brasil, pois além de divulgar as características do relevo brasileiro, lançou as bases de sua interpretação geral.

Diversos estudiosos tiveram uma participação decisiva na discussão de novos conceitos e teorias, atuando no desenvolvimento de linhas de pesquisa de interesse para a Geomorfologia no Brasil. Pela importância de seus trabalhos e pelo papel que desempenharam na formação de grande número de pesquisadores, citem-se nomes como os de Aziz Ab'Saber, Victor Leinz, Fernando Flávio Marques de Almeida, Rui Osório de Freitas, Amélia Alba Nogueira Moreira, Getúlio Vargas Barbosa, Teresa Cardoso da Silva, Maria Regina Mousinho de Meis, Olga Cruz, Antonio Christofolletti, Antonio Teixeira Guerra, Alfredo José Porto Domingues, Celeste Rodrigues Maio, João José Bigarella, Dieter Muehe e Margarida Penteado, entre outros.

Figura 1 - Linhagens Epistemológicas da Geomorfologia e Seguidores



Abreu (1983).

Evolução da metodologia

De acordo com Barbosa e outros (1984), até 1968, a experiência acumulada no Brasil sobre mapas geomorfológicos era pequena, díspare em escalas e geralmente calcada em modelos estrangeiros, sendo quase toda ela baseada em aerofotos e elaborada em universidades. Segundo estes autores, uma avaliação dessa experiência foi feita na I Conferência Nacional de Geografia e Cartografia e a súmula dos resultados discutida por Ab'Saber (1969, apud BARBOSA et al., 1984) e Moreira (1969, apud BARBOSA et al., 1984), que praticamente lançaram as bases e os princípios de uma cartografia geomorfológica no Brasil, delineando o conteúdo essencial de um mapa geomorfológico, qual seja:

- base geológica como elemento essencial;
- fixação, delimitação e descrição precisas das formas de relevo em si mesmas;
- fixação da altimetria;
- representação dos domínios morfoclimáticos e morfoestruturais;
- representação da dinâmica de evolução geomorfológica atual;
- cartografia das formações superficiais.

Com esta orientação, o Projeto RADAMBRASIL, criado em 1971, elaborou os fundamentos para uma cartografia geomorfológica de caráter sistemático. Depois de ensaios sucessivos em suas várias etapas, coordenadas por Getúlio Vargas Barbosa e Teresa Cardoso da Silva, os fatos geomorfológicos foram sistematizados em quase todo o Território Nacional, direcionando os trabalhos para o contexto geomorfológico da Escola Francesa, inspirada nos princípios do paradigma alemão. Adotou-se, então, uma classificação taxonômica inspirada na proposta de A. Cailleux e J. Tricart (1956, apud TRICART, 1965) que, a princípio, como todo inventário dos fatos geomorfológicos, apresentou dificuldades

em função da escala e do objetivo do levantamento sistemático. A importância da classificação taxonômica deve-se à noção geográfica de escala, que além de ser descritiva é também genética (TRICART, 1965). Com os avanços técnicos utilizados, tais como imagens de sensores remotos, inventários de dados facilitados e o apoio logístico, foi possível ordenar os fatos geomorfológicos e criar uma base taxonômica: Domínios Morfoestruturais, Regiões Geomorfológicas, Unidades Geomorfológicas e Modelados.

Com isso, ao longo das quatro diferentes fases de mapeamento geomorfológico que recobriram áreas diversas do território brasileiro, consolidaram-se avanços na representação cartográfica compatível com a escala de 1:1 000 000, calcada na interpretação da imagem de radar.

Contudo, a organização taxonômica imposta por diferentes fases metodológicas trouxe um problema essencial a ser solucionado no que se refere à compatibilidade das diferentes taxonomias e à integração dos fatos mapeados entre as áreas recobertas. Buscou-se, assim, elaborar uma nova taxonomia que representasse a interface entre as existentes, através da conversão das legendas para a nova legenda integradora. A primeira edição deste manual apresenta estes fundamentos que passaram a nortear toda a fase de mapeamentos subsequentes.

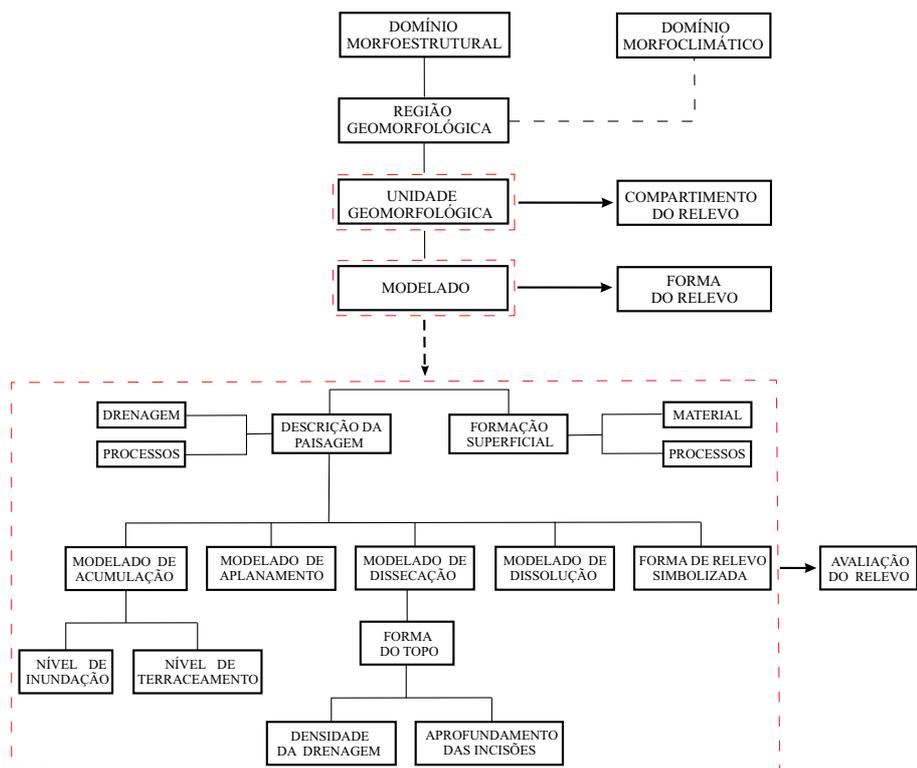
Concluída a fase do mapeamento sistemático do Projeto RADAMBRASIL, em 1985, e dando continuidade aos trabalhos pelo IBGE a partir de 1986, foram desenvolvidos e testados métodos de trabalho relacionados a estudos integrados, com a participação de equipes multidisciplinares, objetivando estudos ambientais.

Nestes trabalhos, desenvolve-se uma nova abordagem e compreensão a respeito da relação homem-natureza, ressaltando o progresso socioeconômico e a interferência do homem sobre o ambiente natural, remetendo a uma concepção de tempo das análises e interfaces da Geomorfologia.

Taxonomia do mapeamento geomorfológico

Os conceitos utilizados na proposta de mapeamento deste manual têm como princípio básico o ordenamento dos fatos geomorfológicos de acordo com uma classificação temporal e espacial, na qual se distinguem os modelados como unidade básica e seus grupamentos hierarquicamente relacionados. Para a individualização destes conjuntos de feições, são considerados como parâmetros fatores causais, de natureza estrutural, litológica, pedológica, climática e morfodinâmica, responsáveis pela evolução das formas do relevo e pela composição da paisagem no decorrer do tempo geológico. De acordo com a ordem decrescente de grandeza são identificados: Domínios Morfoestruturais, Regiões Geomorfológicas, Unidades Geomorfológicas, Modelados e Formas de Relevo Simbolizadas (Figura 2).

Figura 2 - Estrutura da geomorfologia



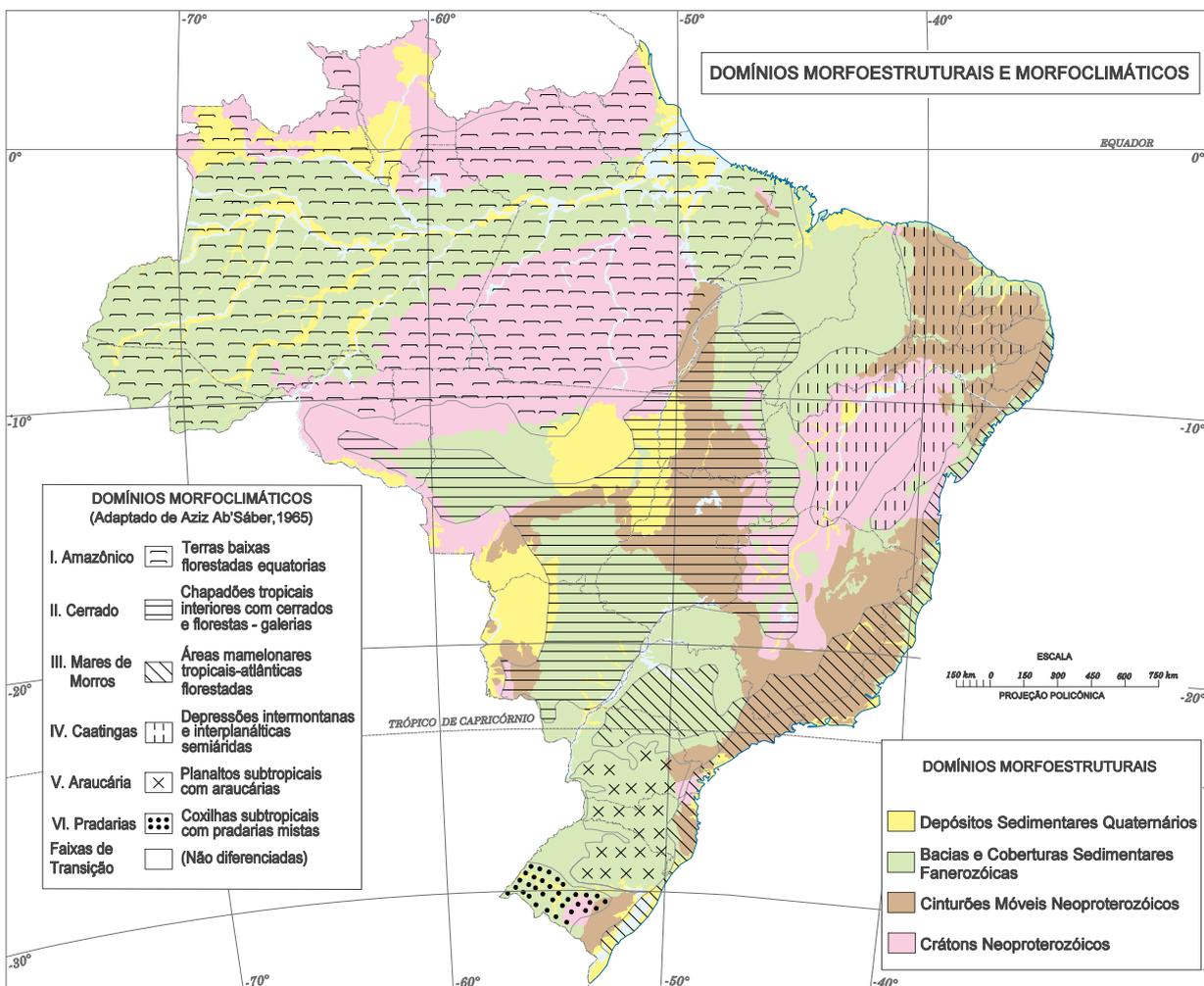
Domínios Morfoestruturais

Os Domínios Morfoestruturais compreendem os maiores táxons na compartimentação do relevo. Ocorrem em escala regional e organizam os fatos geomorfológicos segundo o arcabouço geológico marcado pela natureza das rochas e pela tectônica que atua sobre elas. Esses fatores, sob efeitos climáticos variáveis ao longo do tempo geológico, geraram amplos conjuntos de relevos com características próprias, cujas feições embora diversas, guardam, entre si, as relações comuns com a estrutura geológica a partir da qual se formaram.

São exemplos de Domínios Morfoestruturais: bacias sedimentares, cinturões móveis remobilizados ou não, plataformas e crátons, de idades geológicas distintas. Conjuntos de batólitos e extensos derrames efusivos também podem constituir domínios, assim como grandes áreas onde a erosão obliterou os efeitos litológicos ou truncou estruturas, como os pediplanos ou as depressões periféricas.

Tendo como base novos conceitos morfoestruturais, foram definidos quatro domínios para todo o Brasil (Figura 3), os quais refletem implicações geocronológicas sobre o modelado. Os domínios são os que se descrevem a seguir.

Figura 3 - Domínios Morfoestruturais e Morfoclimáticos



Fonte: Mapa de unidades de relevo do Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

Depósitos Sedimentares Quaternários – Esse domínio é constituído pelas áreas de acumulação representadas pelas planícies e terraços de baixa declividade e, eventualmente, depressões modeladas sobre depósitos de sedimentos horizontais a sub-horizontais de ambientes fluviais, marinhos, fluviomarinhos, lagunares e/ou eólicos, dispostos na zona costeira ou no interior do continente.

Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas – Planaltos e chapadas desenvolvidos sobre rochas sedimentares horizontais a sub-horizontais, eventualmente dobradas e/ou falhadas, em ambientes de sedimentação diversos, dispostos nas margens continentais e/ou no interior do continente.

Cinturões Móveis Neoproterozóicos – Compreendem extensas áreas representadas por planaltos, alinhamentos serranos e depressões interplanálticas elaborados em terrenos dobrados e falhados, incluindo principalmente metamorfitos e granitóides associados.

Crátons Neoproterozóicos – Planaltos residuais, chapadas e depressões interplanálticas, tendo como embasamento metamorfitos e granitóides associados e incluindo como cobertura rochas sedimentares e/ou vulcano-plutonismo, deformados ou não.

Regiões Geomorfológicas

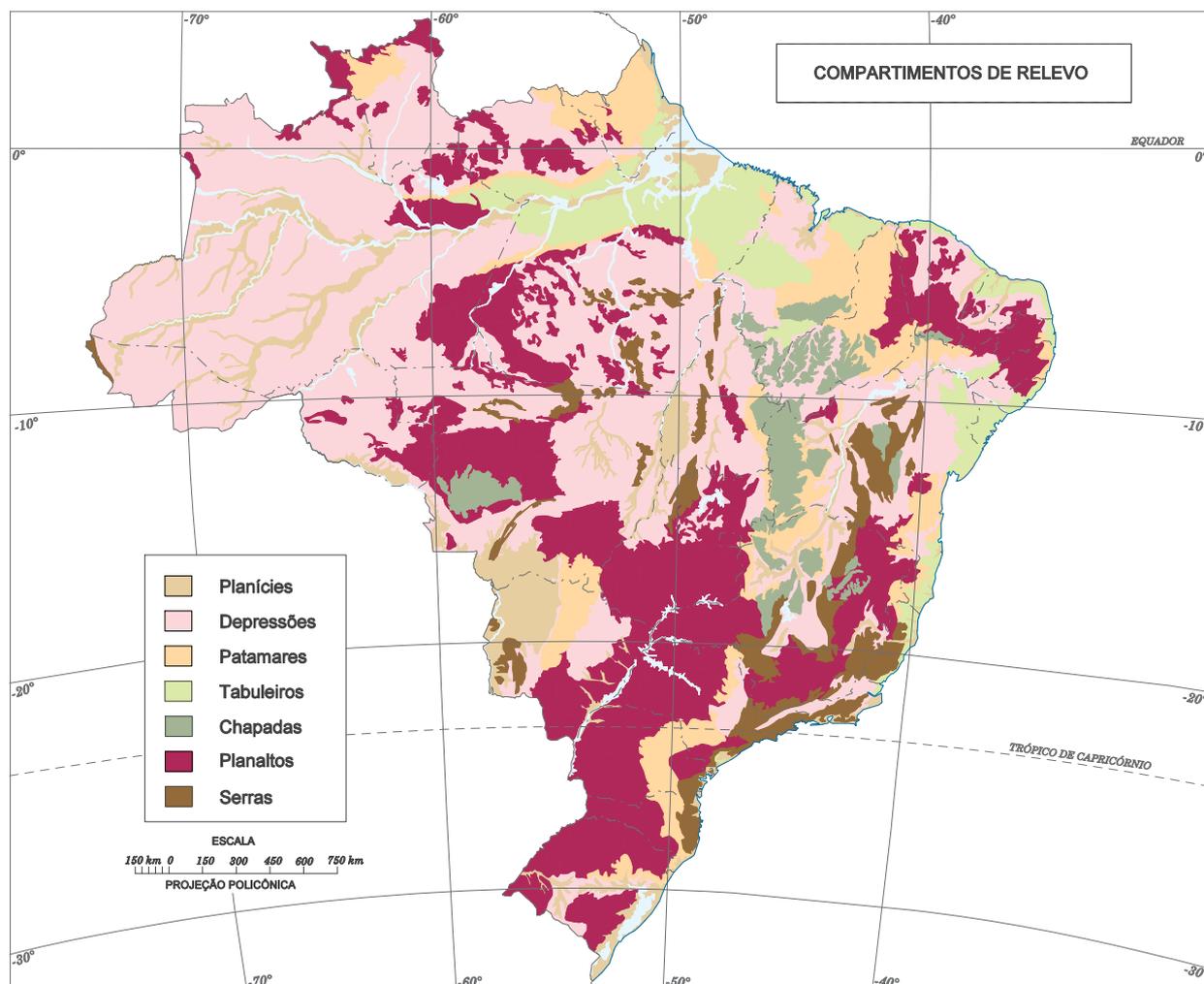
Constituem o segundo nível hierárquico da classificação do relevo. Representam compartimentos inseridos nos conjuntos litomorfoestruturais que, sob a ação dos fatores climáticos pretéritos e atuais, lhes conferem características genéticas comuns, agrupando feições semelhantes, associadas às formações superficiais e às fitofisionomias.

Na sua identificação, também são consideradas, além dos aspectos mencionados, sua distribuição espacial e sua localização geográfica, em consonância com algumas regiões classicamente reconhecidas. São exemplos de Regiões Geomorfológicas o Planalto da Borborema, a Chapada Diamantina, as Chapadas do São Francisco, a Serra do Espinhaço, a Serra da Mantiqueira e o Planalto das Araucárias.

Unidades Geomorfológicas

O terceiro nível taxonômico refere-se às Unidades Geomorfológicas. Elas são definidas como um arranjo de formas altimétrica e fisionomicamente semelhantes em seus diversos tipos de modelados. A geomorfogênese e a similitude de formas podem ser explicadas por fatores paleoclimáticos e por condicionantes litológica e estrutural. Cada unidade geomorfológica evidencia seus processos originários, formações superficiais e tipos de modelados diferenciados dos demais. O comportamento da drenagem, seus padrões e anomalias são tomados como referencial à medida que revelam as relações entre os ambientes climáticos atuais ou passados e as condicionantes litológicas ou tectônicas.

Os conjuntos de formas de relevo que compõem as unidades constituem compartimentos identificados como planícies, depressões, tabuleiros, chapadas, patamares, planaltos e serras (Figura 4).

Figura 4 - Compartimentos de relevo


Fonte: Mapa de unidades de relevo do Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

Planícies são conjuntos de formas de relevo planas ou suavemente onduladas, em geral posicionadas a baixa altitude, e em que processos de sedimentação superam os de erosão. Tabuleiros e chapadas são conjuntos de formas de relevo de topo plano, elaboradas em rochas sedimentares, em geral limitadas por escarpas; os tabuleiros apresentam altitudes relativamente baixas, enquanto as chapadas situam-se em altitudes mais elevadas. Depressões são conjuntos de relevos planos ou ondulados situados abaixo do nível das regiões vizinhas, elaborados em rochas de classes variadas. Os patamares são relevos planos ou ondulados, elaborados em diferentes classes de rochas, constituindo superfícies intermediárias ou degraus entre áreas de relevos mais elevados e áreas topograficamente mais baixas. Os planaltos são conjuntos de relevos planos ou dissecados, de altitudes elevadas, limitados, pelo menos em um lado, por superfícies mais baixas, onde os processos de erosão superam os de sedimentação. As serras constituem relevos acidentados, elaborados em rochas diversas, formando cristas e cumeadas ou as bordas escarpadas de planaltos.

São exemplos de Unidades Geomorfológicas a Planície Amazônica, os Tabuleiros Costeiros, os Patamares de Roraima, a Chapada dos Parecis, o Planalto dos Guimarães, a Serra da Canastra e o Planalto dos Campos Gerais. Encontra-se, no Apêndice 4, a relação de todas as Unidades Geomorfológicas mapeadas no Brasil.

Modelados

A quarta ordem de grandeza constitui a dos Modelados. Um polígono de modelado abrange um padrão de formas de relevo que apresentam definição geométrica similar em função de uma gênese comum e dos processos morfogenéticos atuantes, resultando na recorrência dos materiais correlativos superficiais. Segundo a metodologia definida neste manual são identificados quatro tipos de Modelados: acumulação, aplanamento, dissolução e dissecação.

Os Modelados de acumulação são diferenciados, em função de sua gênese, em fluviais, lacustres, marinhos, lagunares, eólicos e de gêneses mistas, resultantes da conjugação ou atuação simultânea de processos diversos.

Os Modelados de aplanamento foram identificados pela definição de sua gênese e funcionalidade, combinadas ao seu estado atual de conservação ou degradação impostas por episódios erosivos posteriores à sua elaboração.

Os Modelados de dissolução, elaborados em rochas carbonáticas, podem ser classificados de acordo com sua evolução, identificados de acordo com o seu aspecto em superfície ou em subsuperfície.

Os Modelados de dissecação são os que ocorrem de forma mais generalizada na paisagem brasileira, sendo caracterizados como dissecados homogêneos, dissecados estruturais e dissecados em ravinhas. Os dois primeiros são definidos pela forma dos topos e pelo aprofundamento e densidade da drenagem.

As feições de topo do relevo são classificadas em: convexas (c), tabulares (t) e aguçadas (a).

No estudo dos relevos dissecados constatou-se que, além das formas dos topos, dados morfométricos da densidade e do aprofundamento da drenagem, outro elemento essencial é a declividade, largamente utilizada na identificação e caracterização das unidades geomorfológicas.

Formas de Relevo Simbolizadas

De acordo com o princípio básico de organização taxonômica adotada, a quinta ordem de grandeza, das formas de relevo simbolizadas, abrange feições que, por sua dimensão espacial, somente podem ser representadas por símbolos lineares ou pontuais.

Conceitos básicos dos fatos geomorfológicos mapeados

Modelados

Os conceitos seguintes referem-se aos tipos de modelados representados no mapeamento. São adequados à escala de 1:250 000, podendo, no entanto, ser ampliados a outras escalas de detalhe ou estendidos a escalas mais amplas e generalizadas.

Acumulação (Figuras 5 a 8 e Fotos 1 a 13)

Fluvial

Planície – Apf

Área plana resultante de acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas, correspondendo às várzeas atuais. Ocorre nos vales com preenchimento aluvial.

Terraço – Atf

Acumulação fluvial de forma plana, levemente inclinada, apresentando ruptura de declive em relação ao leito do rio e às várzeas recentes situadas em nível inferior, entalhada devido às mudanças de condições de escoamento e consequente retomada de erosão. Ocorre nos vales contendo aluviões finas a grosseiras, pleistocênicas e holocênicas (Foto 1).

Planície e terraço – Aptf

Áreas planas resultantes de acumulação fluvial, periodicamente alagadas, comportando meandros abandonados e cordões arenosos. Ocorrem nos vales com preenchimento aluvial, contendo material fino a grosseiro, pleistocênico e holocênico. São identificados em conjunto devido à limitação de representação nesta escala de mapeamento.



Foto 1 - Níveis de terraço na margem direita do rio Piranga (afluente do rio Doce).
Porto Firme - MG.
Marcia Faria.

Lacustre

Planície – Apl

Área plana resultante de processos de acumulação lacustre, comportando lagos, cordões arenosos e diques marginais. Ocorre associada aos grandes sistemas fluviais e aos vales de origem neotectônica.

Terraço – Atl

Acumulação lacustre de forma plana, levemente inclinada, apresentando ruptura de declive em relação à bacia do lago e às planícies lacustres mais recentes situadas em nível inferior, entalhada devido às variações de nível da lâmina de água provocadas por mudanças de condições de escoamento ou perda por evaporação e consequente retomada de erosão.

Fluviolacustre

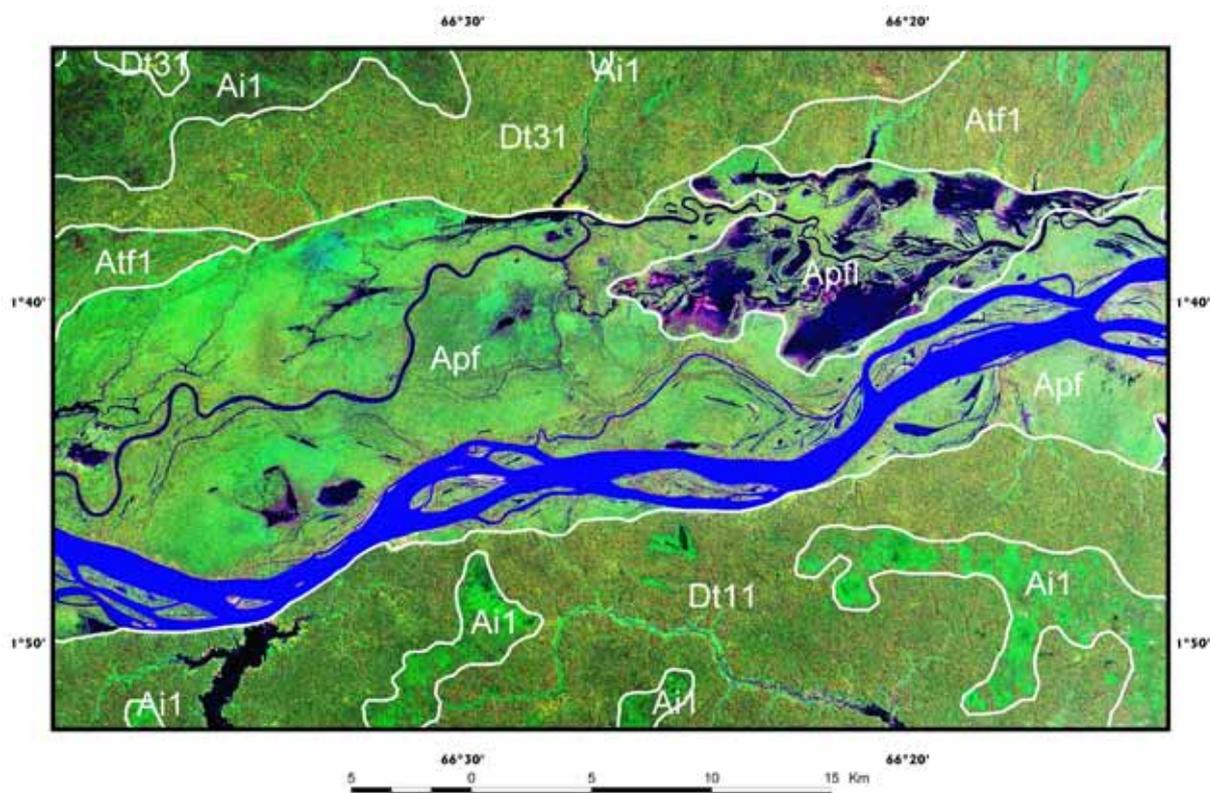
Planície – Apfl

Área plana resultante da combinação de processos de acumulação fluvial e lacustre, podendo comportar canais anastomosados, paleomeandros (oxbow lakes) e diques marginais. Ocorre em setores sob o efeito de processos combinados de acumulação fluvial e lacustre, sujeitos a inundações periódicas com barramentos, formando os lagos.

Terraço – Atfl

Acumulação fluviolacustre de forma plana, levemente inclinada, apresentando ruptura de declive em relação à bacia do lago e às planícies fluviolacustres mais recentes situadas em nível inferior, entalhada devido às variações de nível da lâmina de água provocadas por mudanças de condições de escoamento ou perda por evaporação e consequente retomada de erosão.

Figura 5 - Modelados de acumulação fluvial, fluviolacustre e de inundação, e de dissecação homogênea



GeoCover circa 2000 coverage point and polygon shapefiles (2000)

Marinha

Planície – Apm

Área plana resultante de acumulação marinha, podendo comportar praias, canais de maré, cristas de praia, restingas, ilhas barreira. Ocorre nas baixadas litorâneas sob a influência dos processos de agadação marinhos.

Terraço – Atm

Acumulação marinha de forma plana, levemente inclinada para o mar, apresentando ruptura de declive em relação à planície marinha recente, entalhada em consequência de variação do nível marinho, por processos erosivos ou, ainda, por neotectônica. Ocorre nas baixadas litorâneas pleistocênicas e holocênicas.

Fluviomarinha

Planície – Apfm

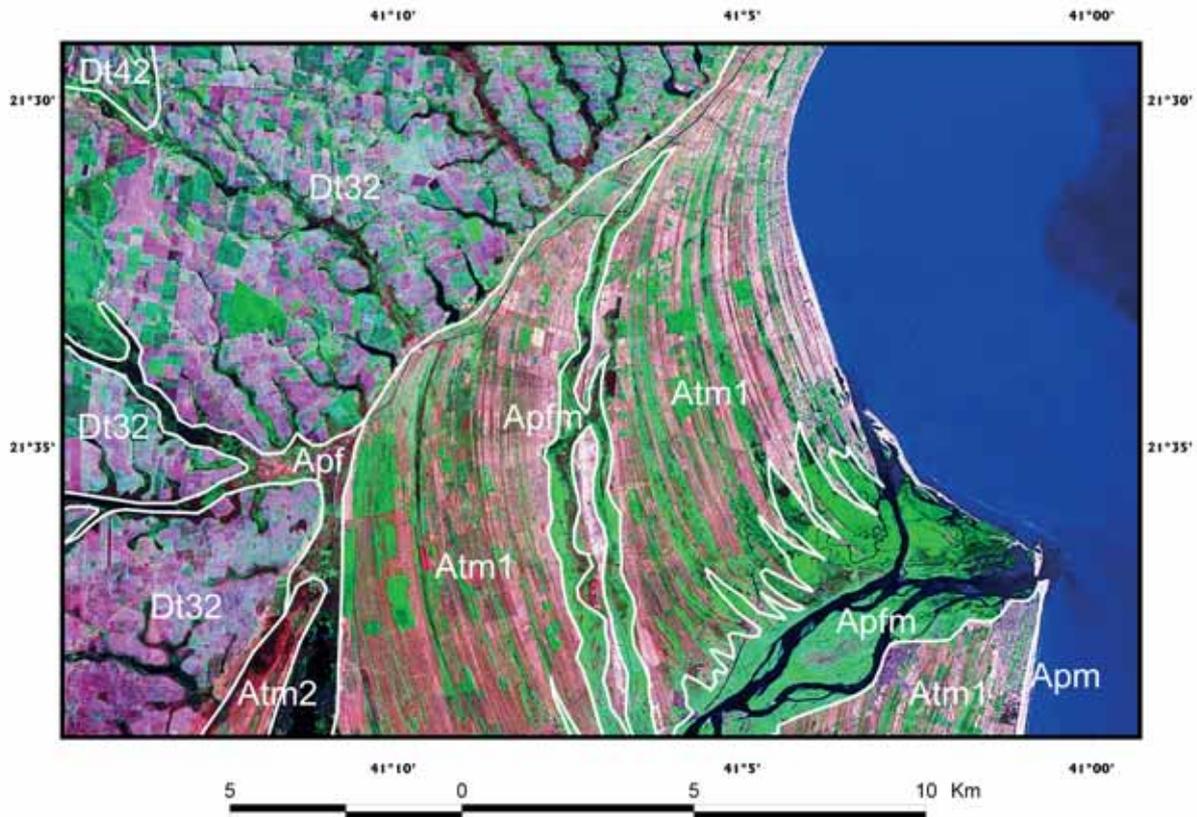
Área plana resultante da combinação de processos de acumulação fluvial e marinha, sujeita a inundações periódicas, podendo comportar canais fluviais, manguezais, cordões arenosos e deltas. Ocorre nas baixadas litorâneas, próximo às embocaduras fluviais.

Terraço – Atfm

Acumulação fluviomarinha de forma plana, levemente inclinada, apresentando ruptura de declive em relação ao canal fluvial e à planície, entalhada em consequência

de variação do nível marinho, por processos erosivos ou, ainda, por neotectônica. Ocorre nas baixadas litorâneas pleistocênicas e holocênicas, em níveis diferentes do atual nível médio do mar.

Figura 6 - Modelados de acumulação marinha e fluviomarinha



GeoCover circa 2000 coverage point and polygon shapefiles (2000)

Lagunar

Planície – Aplg

Área plana resultante da combinação de vários processos formadores dos corpos lagunares associados às barreiras costeiras. A natureza dos sedimentos é bastante variada, podendo as planícies ser constituídas por sedimentos eólicos, fluviais, praias ou mesmo conter camadas de lama orgânica ou turfa. Ocorre nas faixas costeiras conectadas às planícies marinhas, planícies eólicas e/ou planícies fluviomarinhas.

Terraço – Atlg

Acumulação lagunar de forma plana, suavemente inclinada, apresentando ressaltos em relação à laguna e/ou à planície localizada em nível inferior, devido a variações eustáticas. Ocorre nas faixas costeiras que sofreram variações do nível do mar ou que foram submetidas à neotectônica.

Os terraços apresentam índices numéricos relativos aos níveis de posicionamentos altimétrico e geocronológico, numa sequência crescente dos mais recentes para os mais antigos.

Eólica

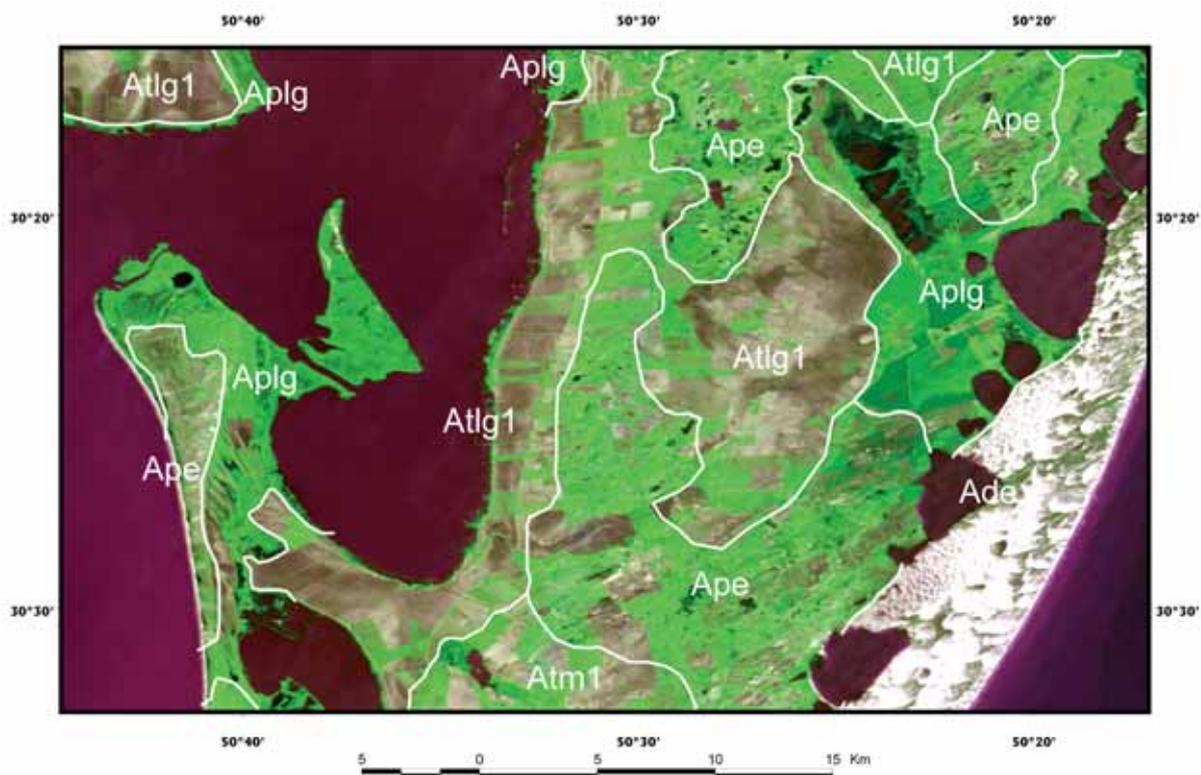
Planície – Ape

Área aplanada entre as dunas constituídas de sedimentos eólicos em laminações lisas, bem como estratificações cruzadas truncadas entre as dunas ativas. A extensão das interdunas varia em função do suprimento sedimentar e da presença de água no sistema (lençol freático). Ocorre nas regiões litorâneas ou mesmo interiores entre os campos de dunas.

Duna – Ade

Depósito eólico cuja forma varia em função do estoque de sedimentos fornecidos por um sistema fluvial ou costeiro e do regime de ventos. As formas mais comuns são as barcanas, parabólicas, transversais, longitudinais e reversas. Ocorre nas regiões litorâneas, ou mesmo interiores, onde o regime de ventos é favorável e o suprimento sedimentar é relativamente constante.

Figura 7 - Modelados de acumulação lagunar e eólica



CBERS 2 (2005)

Gravitacionais, de Enxurrada e de Inundação

Rampa de Colúvio – Arc

Formas de fundo de vale suavemente inclinadas, associadas à coalescência de depósitos colúviais provenientes das vertentes que se interdigitam e/ou recobrem os depósitos aluvionares. Ocorre em setores de baixa encosta, em segmentos côncavos que caracterizam as reentrâncias (*hollows*) ou depressões do relevo nos anfiteatros.

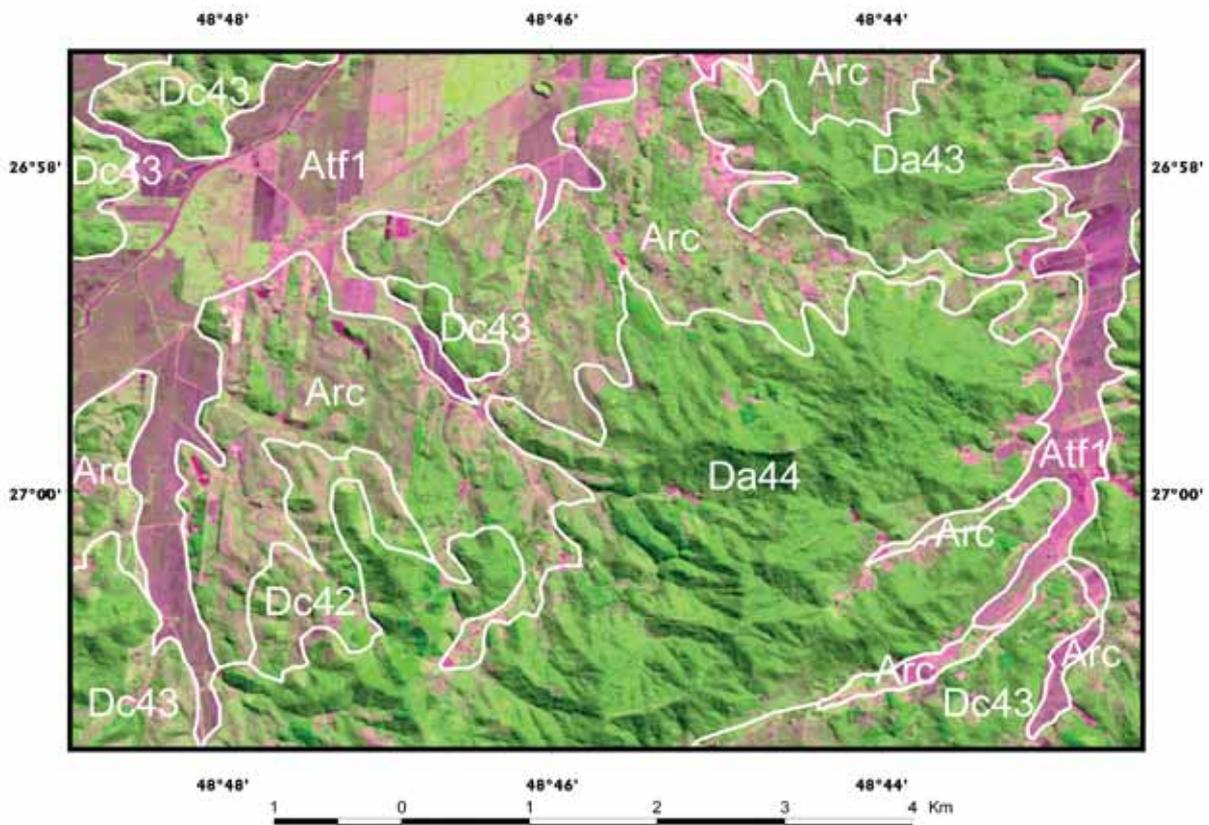
Plano de Inundação – Ai

Área abaciada resultante de planos convergentes, arenosa e/ou argilosa, sujeita ou não a inundações periódicas, podendo apresentar arreísmo e/ou comportar lagoas fechadas ou precariamente incorporadas à rede de drenagem. Apresenta dígitos referentes às condições diferenciadas de drenagem do solo, variando do menos ao mais alagado (Ai1, Ai2 e Ai3).

Plano Inundável Indiferenciado – Aii

Área abaciada resultante de planos convergentes, arenosa e/ou argilosa, sujeita ou não a inundações periódicas, podendo apresentar arreísmo. Refere-se, também, ao interior colmatado de paleocanais. É identificado em situações que não possibilitam determinar as condições da drenagem do solo.

Figura 8 - Modelados de acumulação coluvial, fluvial e de dissecação homogênea



IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia

Nota: Dados gerados pela Agência Espacial Japonesa - JAXA e processados pela Alaska Satellite Facility - ASF.

Modelados de Acumulação - Exemplos

(continua)



Foto 2 - Planície fluvial caracterizada pelas barras em pontal bem desenvolvidas no rio Guaporê, 25km a jusante de Costa Marques, RO.

*Margi Moss



Foto 3 - Planície fluvial utilizada para criação de búfalos próximo à Itacoatiara, AM.

Diana Del'Arco



Foto 4 - Planície periodicamente inundável, utilizada para criação de búfalos no Lago Curiaú, AP.

José Eduardo Bezerra



Foto 5 - Planície marinha com extenso pós-praia interligado ao campo de dunas ao sul de Torres, RS.

Marcia Faria



Foto 6 - Planície marinha com a formação de restinga na foz do rio Araranguá, conjugada às dunas no Morro dos Conventos, SC.

Marcia Faria



Foto 7 - Terraço marinho em contato com a paleofalésia (Tabuleiros Costeiros ao fundo) em Lucena, PB.

Regina Coeli Costa

*Para todas as fotos de Margi Moss, ver: MOSS, M.; MOSS, G. Brasil das águas: revelando o azul do verde e amarelo. Disponível em: <<http://www.brasildasaguas.com.br/>>. Acesso em: dez. 2009.

Modelados de Acumulação - Exemplos

(conclusão)



Foto 8 - Áreas inundáveis em setor de planície com manguezal na Fazenda Bom Jesus, cerca de 15 km a norte de Soure, Ilha de Marajó, PA.
Bernardo Nunes



Foto 9 - Planície lagunar à margem da lagoa de Itapeva, Três Cachoeiras, RS.
Marcia Faria



Foto 10 - Campo de dunas barcanas compõe a maior parte da planície costeira adjacente à foz do rio São Francisco, AL.
Margi Moss



Foto 11 - Planície eólica (interduna) recoberta pela Formação Pioneira Marinha Herbácea parcialmente alagada devido à elevação do lençol freático, e em segundo plano, às dunas móveis no Cabo de Santa Marta, SC.
Marcia Faria



Foto 12 - Fundo de vale colmatado por colúvio recoberto com vegetação herbácea, vizinha ao rio Pedreira, Macapá, AP.
José Eduardo Bezerra



Foto 13 - Paisagem formada pelas planícies lacustre e de inundação adjacentes à serra do Amolar, MT.
Margi Moss

Aplanamento (Figuras 9 e 10 e Fotos 14 a 19)

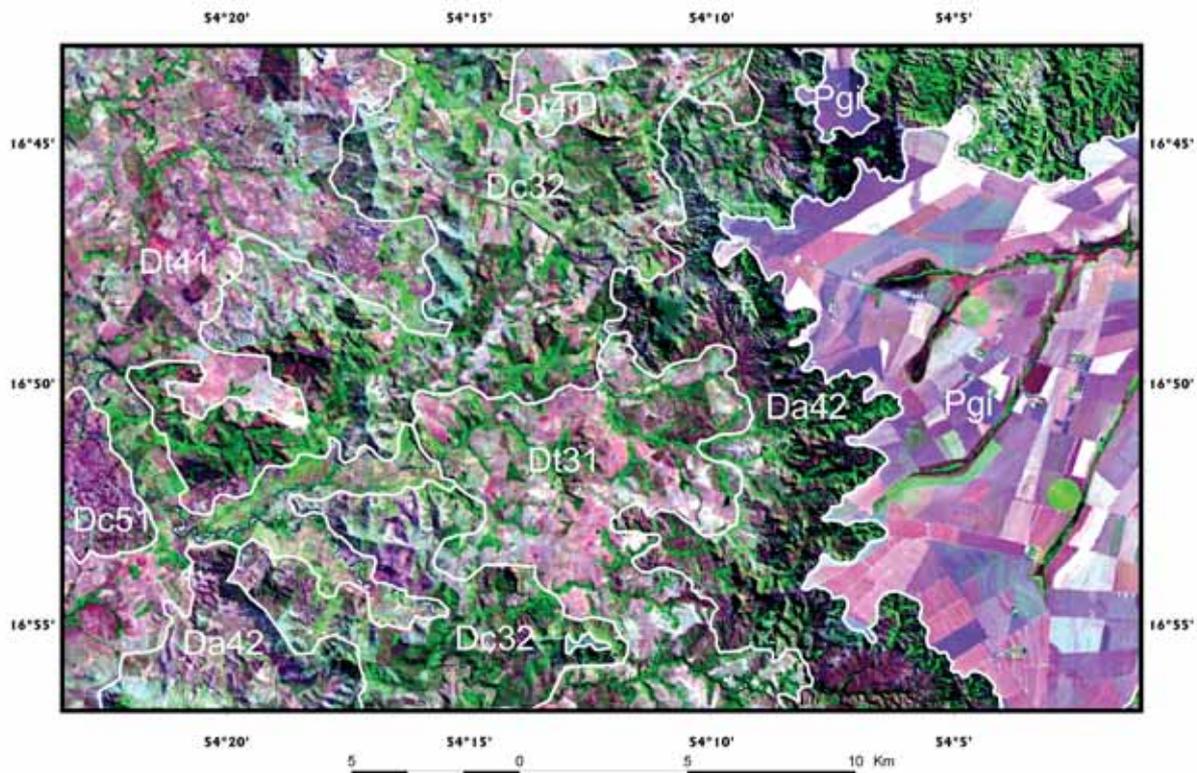
Pediaplano Degradado Inumado/Desnudo – Pgi, Pgu

Superfície de aplanamento parcialmente conservada, tendo perdido a continuidade em consequência de mudança do sistema morfogênético. Geralmente, apresenta-se conservada ou pouco dissecada e/ou separada por escarpas ou ressaltos de outros Modelados de aplanamento e de dissecação correspondentes aos sistemas morfogênicos subsequentes. Aparece frequentemente mascarada, inumada por coberturas detríticas e/ou de alteração, constituídas de coureças e/ou Latossolos (Pgi); às vezes, encontra-se desnuda em consequência da exumação de camada sedimentar ou remoção de cobertura preexistente (Pgu). Ocorre nos topos de planaltos e chapadas, dominados por residuais ou dominando relevos dissecados.

Pediaplano Retocado Inumado/Desnudo – Pri, Pru

Superfície de aplanamento elaborada durante fases sucessivas de retomada de erosão, sem no entanto perder suas características de aplanamento, cujos processos geram sistemas de planos inclinados, às vezes levemente côncavos. Pode apresentar cobertura detrítica e/ou encouraçamentos com mais de um metro de espessura, indicando remanejamentos sucessivos (Pri), ou rochas pouco alteradas truncadas pelos processos de aplanamento que desnudaram o relevo (Pru). Ocorre nas depressões pediplanadas interplanálticas e periféricas tabuliformes e no sopé de escarpas que dominam os níveis de erosão inferiores e eventualmente nos topos de planaltos e chapadas ao longo dos vales.

Figura 9 – Modelados de aplanamento degradado e de dissecação homogênea



Modelados de Aplanamento - Exemplos



Foto 14 - Superfície de aplanamento parcialmente conservada, correspondendo ao topo da Chapada dos Guimarães. Estrada de Cuiabá para a UHE do rio Manso, MT.

Diana Del'Arco



Foto 15 - Contato entre as escarpas do Planalto Dissecado do Tocantins com a Depressão do Médio Tocantins. Trecho da Serra do Lageado na descida para Palmas, TO.

Diana Del'Arco



Foto 16 - Área de contato do pediplano retocado (Campos de Roraima) com o relevo dissecado predominantemente montanhoso em segundo plano. Fazenda Alvorada, Normandia, RR.

Marcia Faria



Foto 17 - Superfície de aplanamento retocado embutida em áreas com cristas. Saída de Unaí para Riachinho, MG.

José Eduardo Bezerra



Foto 18 - Pediplano retocado desnudado com inselbergues em forma de cristas. Contato do Pediplano Sertanejo com as Encostas Ocidentais da Borborema, Santa Luzia, PB.

Regina Coeli Costa



Foto 19 - Ao longo da Serra do Sincorá, o pedimento preenche o interior da imensa estrutura anticlinal escavada na Chapada Diamantina, BA.

Valdir Neves

Dissecação (Figuras 11 a 15 e Fotos 20 a 32)

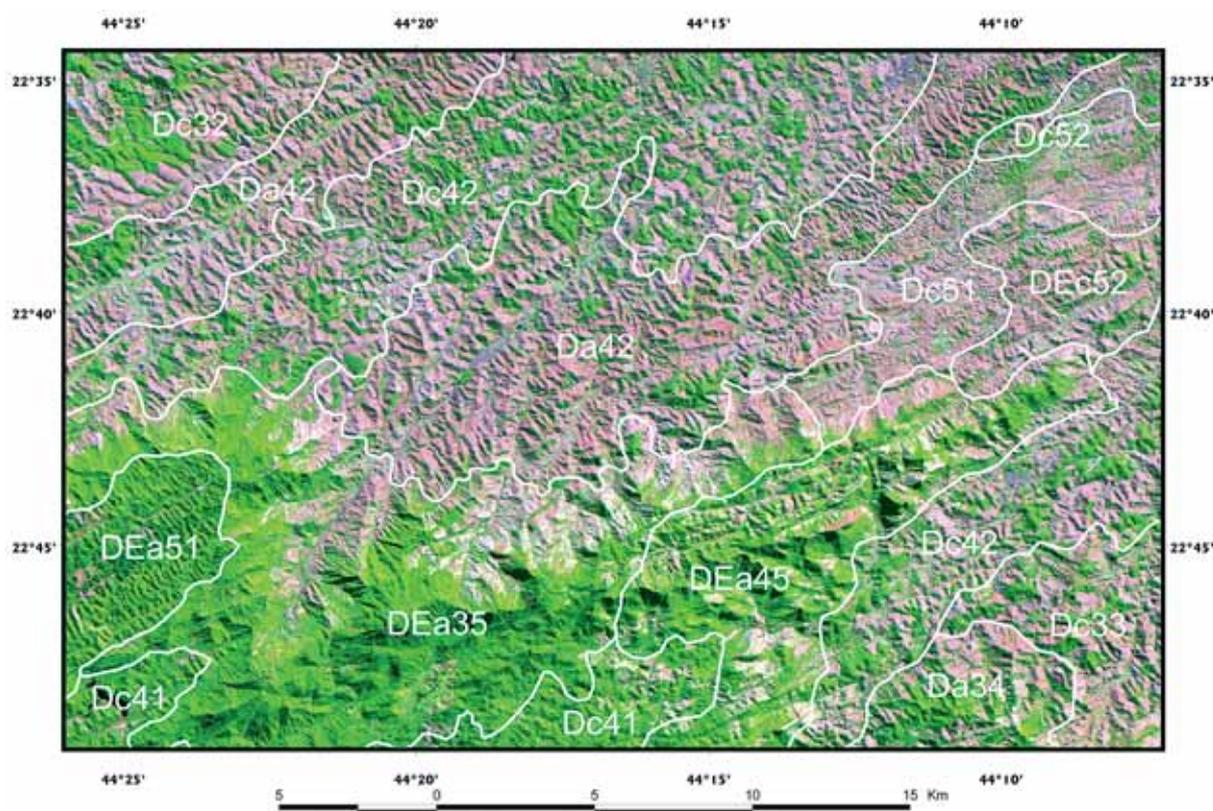
Compreende os tipos homogênea, estrutural e em ravinas.

Homogênea – D

Dissecação fluvial em litologias diversas que não apresenta controle estrutural marcante, caracterizada predominantemente por colinas, morros e interflúvios tabulares.

No modelado de dissecação homogênea, observam-se diversos tipos de padrões de drenagem, porém são predominantes os padrões dendrítico, subparalelo, sub-retangular e outros compostos, cujos canais não obedecem a uma direção preferencial.

Figura 11 – Modelados de dissecação homogênea e estrutural



LANDSAT (1991)

Estrutural – DE

Dissecação fluvial, marcada por evidente controle estrutural, em rochas muito deformadas, caracterizada por inúmeras cristas, vales e sulcos estruturais, comumente encontradas em rochas metamórficas. No modelado de dissecação estrutural, observam-se padrões de drenagem cujos canais indicam possíveis estruturas geológicas ou acamamento estratigráfico, tais como: os padrões treliça, paralelo e retangular.

Figura 12 – Modelados de dissecação estrutural, de aplanamento retocado e de acumulação fluvial, fluvio lacustre e de inundação



Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE

Os Modelados de dissecação homogênea e estrutural são definidos pela forma dos topos e pela combinação das variáveis densidade e aprofundamento da drenagem.

As formas de topos convexas (c) são geralmente esculpidas em rochas ígneas e metamórficas e eventualmente em sedimentos, às vezes denotando controle estrutural. São caracterizadas por vales bem-definidos e vertentes de declividades variadas, entalhadas por sulcos e cabeceiras de drenagem de primeira ordem.

As formas de topos tabulares (t) delineiam feições de rampas suavemente inclinadas e lombadas, geralmente esculpidas em coberturas sedimentares inconsolidadas e rochas metamórficas, denotando eventual controle estrutural. São, em geral, definidas por rede de drenagem de baixa densidade, com vales rasos, apresentando vertentes de pequena declividade. Resultam da instauração de processos de dissecação, atuando sobre uma superfície aplanada.

As formas de topos aguçados (a) são conjuntos de formas de relevo de topos estreitos e alongados, esculpidas em rochas metamórficas e eventualmente em rochas ígneas e sedimentares, denotando controle estrutural, definidas por vales encaixados. Os topos de aparência aguçada são resultantes da interceptação de vertentes de declividade acentuada, entalhadas por sulcos e ravinas profundos.



Foto 20 - Forma de topo convexo
- Colinas entre Muriaé e Barão do Monte Alto, MG.
Marcia Faria



Foto 21 - Forma de topo tabular -
Praia Grande, SC.
Marcia Faria

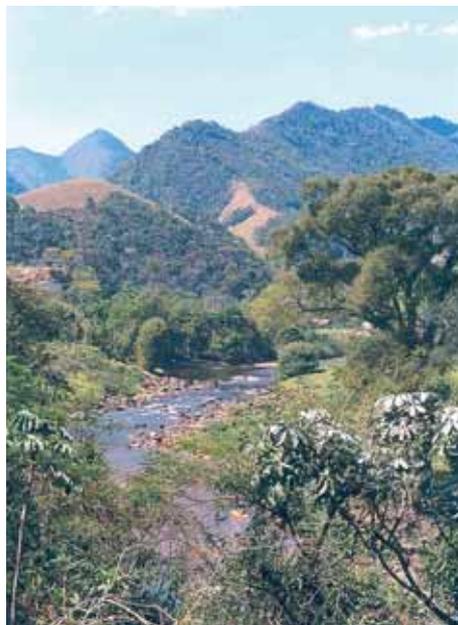


Foto 22 - Forma de topo aguçado
- Relevo montanhoso da Serra de Macaé, Sana, RJ.
Marcia Faria

A densidade de drenagem é a relação entre o comprimento total dos canais e a área amostrada. É classificada em: muito grosseira (1); grosseira (2); média (3); fina (4); e muito fina (5) (Figura 13). O aprofundamento das incisões é estabelecido pela média das frequências dos desníveis medidos em perfis transversais aos vales contidos na área amostrada, sendo classificado em: muito fraco (1); fraco (2); médio (3); forte (4); e muito forte (5) (Figura 14).

Figura 13 – Padrões de imagem em modelados de dissecação com as classes de densidade de drenagem

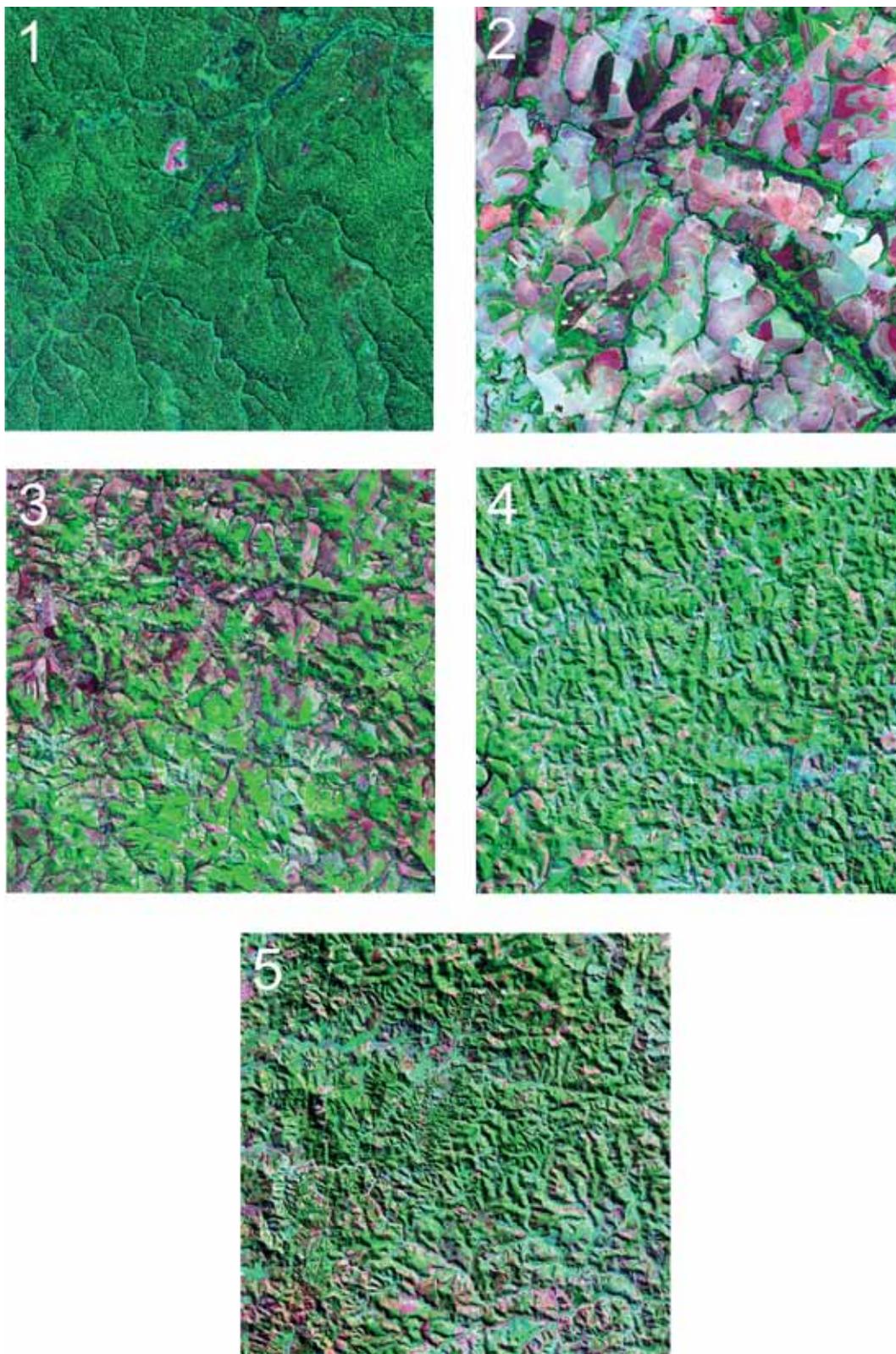
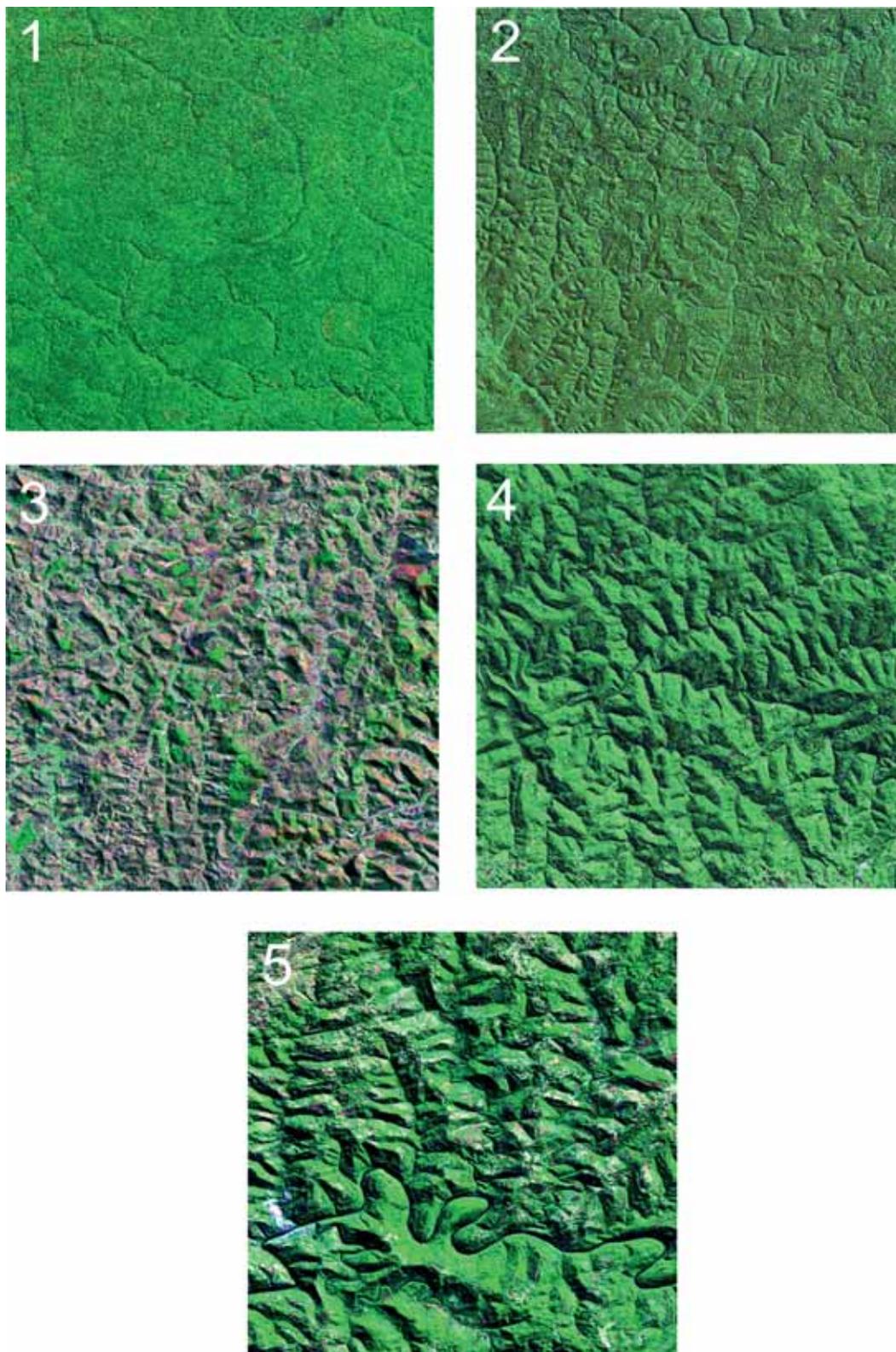


Figura 14 – Padrões de imagem em modelados de dissecação com as classes de aprofundamento das incisões



Os Modelados de dissecação homogênea e estrutural são identificados por cinco classes de densidade de drenagem e cinco classes de aprofundamento das incisões, que constituem as fácies de dissecação (Quadro 1).

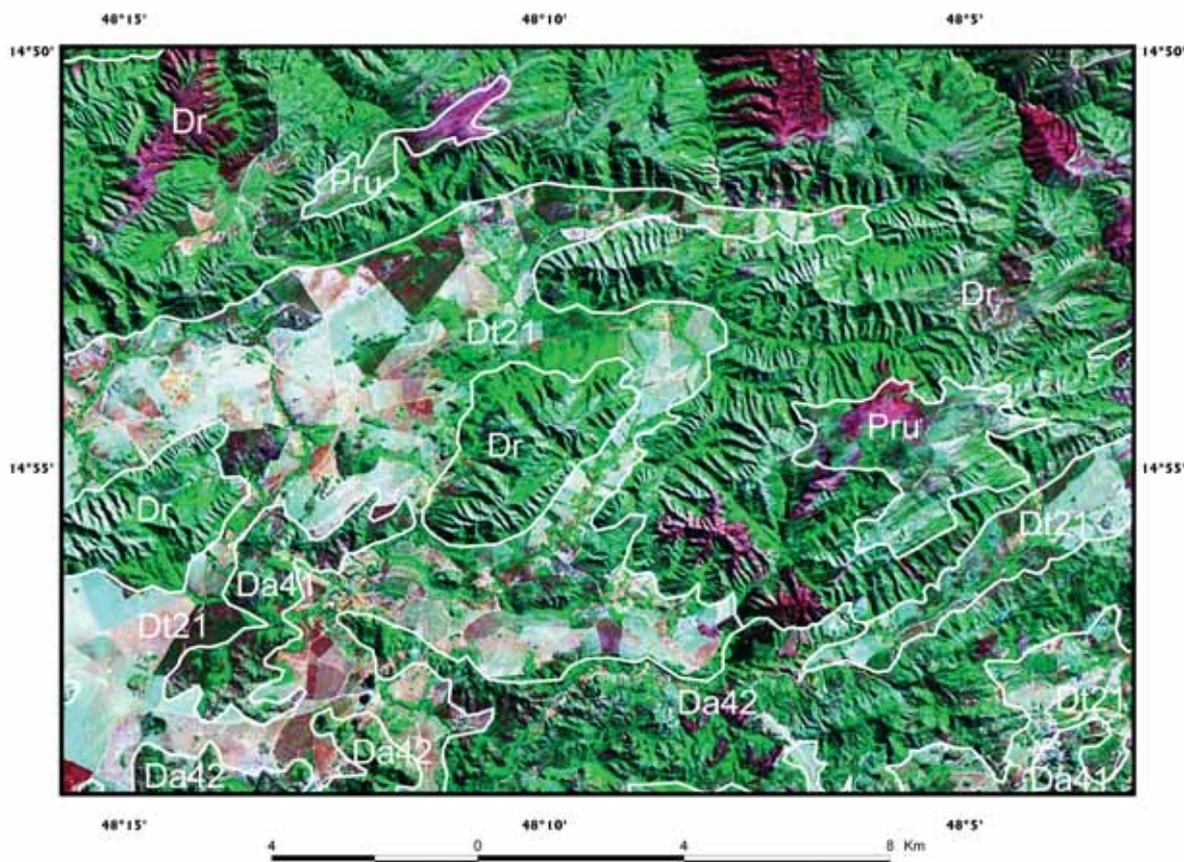
Quadro 1 - Índices de dissecação do relevo

Aprofundamento das Incisões (2º Dígito)	Densidade de Drenagem (1º Dígito)				
	Muito grosseira	Grosseira	Média	Fina	Muito Fina
Muito Fraco	11	21	31	41	51
Fraco	12	22	32	42	52
Médio	13	23	33	43	53
Forte	14	24	34	44	54
Muito Forte	15	25	35	45	55

Em Ravinas – Dr

Dissecação caracterizada por alta densidade de incisões resultantes da atuação predominante da erosão pluvial sob a forma de escoamento concentrado; em certas áreas assume aspecto similar às *badlands*.

Figura 15 – Modelados de dissecação em ravinas e homogênea e de aplanamento retocado



GeoCover circa 2000 coverage point and polygon shapefiles (2000)

Modelados de Dissecação - Exemplos

(continua)



Foto 23 - Relevo de encostas suaves e topos tabulares nas proximidades de Cristalina, GO.
José Eduardo Bezerra



Foto 24 - Relevo dissecado de topos convexos (Dc21), conhecido localmente pela denominação de coxilhas, norte da cidade de Pelotas, RS.
Fernando Peres



Foto 25 - Relevo dissecado em morros e colinas de vertentes convexizadas formando ombreiras e vales profundos (Dc43) nas Encostas Orientais da Borborema, Rodovia PB-087, Município de Areia, PB.
Regina Coeli Costa



Foto 26 - Relevo dissecado de topos convexos (Dc31) no Chapadão do Boqueirão entre Tapira e Araxá, MG.
Péricles Nunes



Foto 27 - Relevo dissecado marcado pela predominância de morros de topos aguçados e vertentes retilíneas cortando rochas da Faixa Ribeira em Pedra Dourada, MG.
Marcia Faria

Modelados de Dissecação - Exemplos

(conclusão)



Foto 28 - Relevo montanhoso (Da35) marcado por pontões e picos elevados que caracterizam a Serra dos Órgãos, Nova Friburgo, RJ.
Marcia Faria



Foto 29 - Relevo dissecado estrutural na Serra do Cipó-Espinhaço, MG.
Péricles Nunes



Foto 30 - Relevo dissecado estrutural na Serra do Espinhaço em Monte Azul, MG.
Bernardo Nunes



Foto 31 - Aspecto do modelado dissecado em ravinas a oeste de MG, observado em sobrevoo.
Marcia Faria



Foto 32 - Ravinas características dos modelados dissecados que ocorrem ao sul de Tapira, MG.
José Eduardo Bezerra

Dissolução (Figura 16 e Fotos 33 a 38)

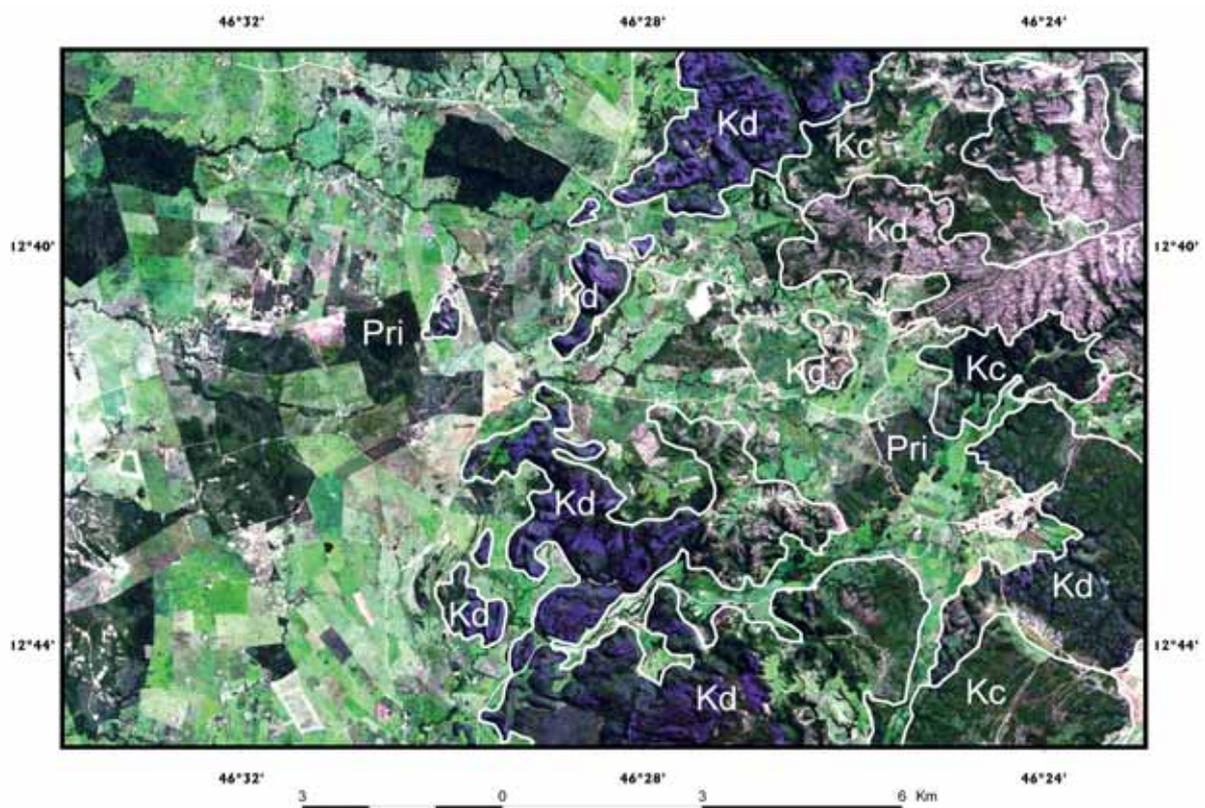
Carste Coberto – Kc

Conjunto de formas de dissolução ocorrentes em subsuperfície, mascaradas por solos, detritos e outros produtos de descalcificação.

Carste Descoberto – Kd

Conjunto de formas de dissolução originadas em superfície ou descobertas por erosão de coberturas preexistentes.

Figura 16 – Modelados de dissolução e de aplanamento retocado



IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia

Nota: Dados gerados pela Agência Espacial Japonesa - JAXA e processados pela Alaska Satellite Facility - ASF.

Modelados de Dissolução - Exemplos



Foto 33 - Carste coberto observado ao longo da Rodovia TO-110 entre Lavadeira e Aurora do Tocantins, TO.
Bernardo Nunes



Foto 34 - Paredão calcário à margem do rio Taquari, BA.
Bernardo Nunes



Foto 35 - Carste descoberto na área do Parque Nacional Cavernas do Peruaçu, Itacarambi, MG.
Bernardo Nunes



Foto 36 - As cristas cársticas são marcantes na paisagem em Unaí (MG) onde se tem os melhores exemplos de rochas dobradas do Grupo Bambuí.
Bernardo Nunes

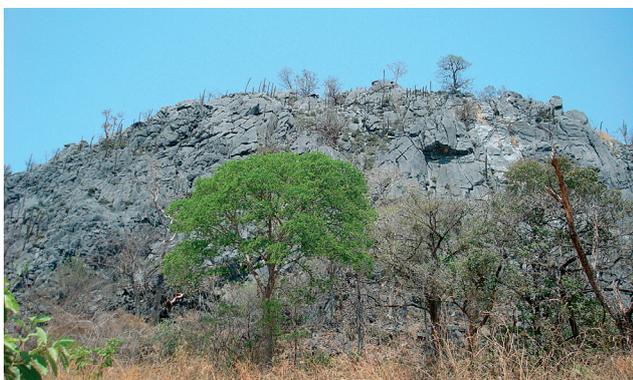


Foto 37 - Carste descoberto bastante representativo com todas as feições de detalhe correspondentes em Taguatinga, TO.
Bernardo Nunes



Foto 38 - Feições cársticas que se formaram em rochas carbonáticas neoproterozóicas do Grupo Una na Chapada Diamantina (Gruta Azul-Pratinha), BA.
Valdir Neves

Formas de Relevo Simbolizadas

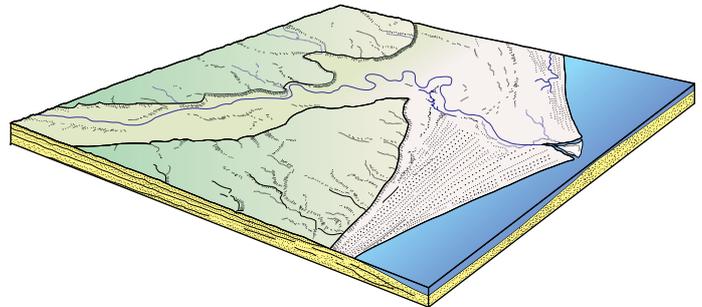
Os conceitos aqui empregados referem-se, em sua maior parte, às feições geomorfológicas representadas por símbolos lineares e pontuais (Fotos 39 a 75). Essas formas, devido à sua importante participação na caracterização do relevo, justificam o emprego da simbologia e enriquecem a representação cartográfica.

Formas relacionadas às ações fluviais, lacustres e marinhas

Delta



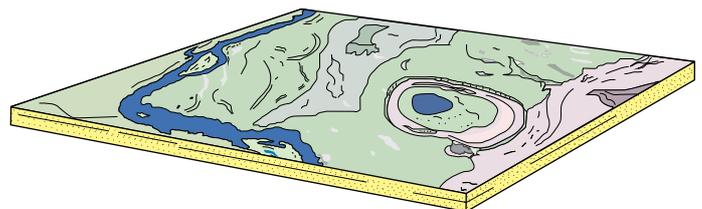
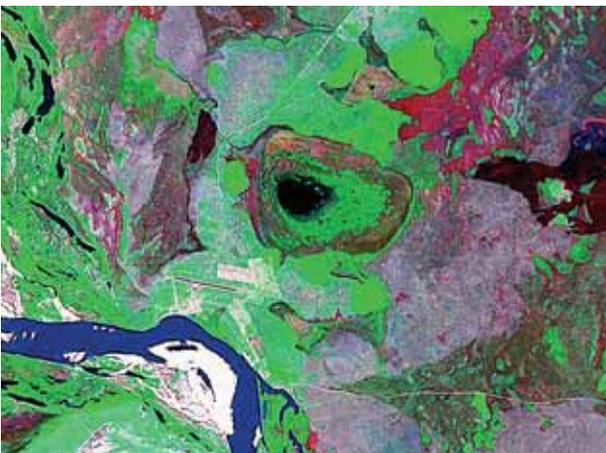
Protuberância na linha de costa formada pelo acúmulo de sedimentos na foz dos rios em direção ao oceano, ou mares parcialmente fechados, lagunas ou lagos. Ocorre associado a planícies fluviomarinha, fluviolacustre e lagunar.



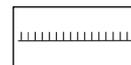
Auréola de Colmatagem



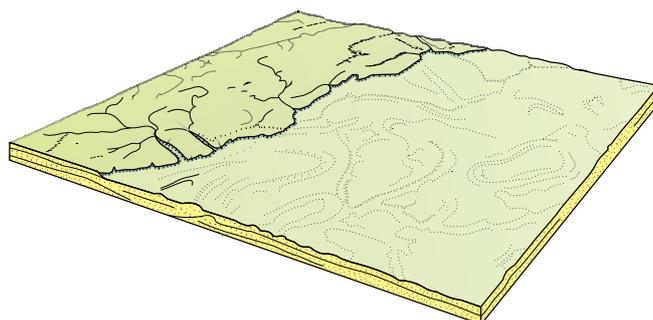
Zona de acumulação de materiais de granulometria fina, nas bordas de lagos e lagunas, marcando níveis de oscilação das águas provenientes de precipitações pluviométricas, variações de marés ou de rios que ali desembocam.



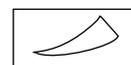
Borda de Terraço



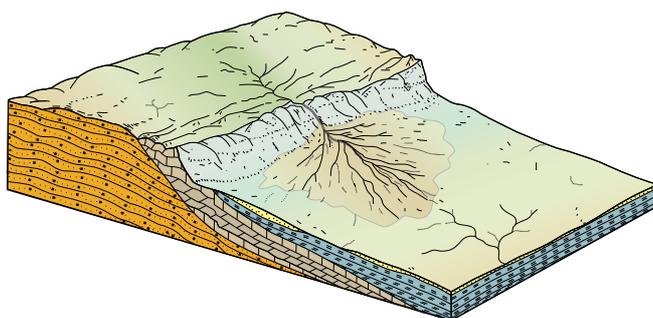
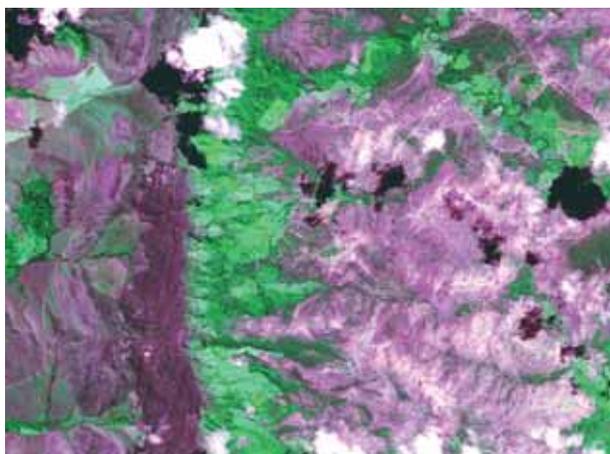
Desnível que limita um plano de aluviões antigas ou um plano de um pedimento, formado em consequência da variação do nível de base regional ou por influência da neotectônica, localizado na margem das planícies fluvial, lacustre, lagunar e marinha.



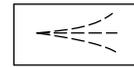
Cone de Dejeção



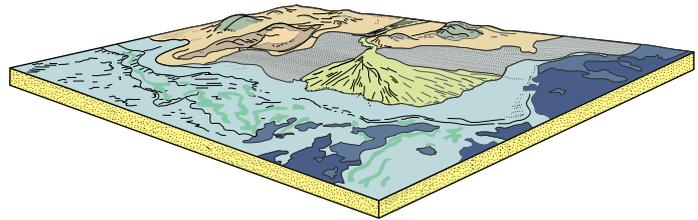
Depósito de material detrítico transportado por torrentes até a desembocadura em áreas de piemonte. Apresenta forma cônica, abrindo-se para jusante, sendo o eixo coincidente com a linha de maior competência da corrente. Ocorre no sopé das escarpas, por abandono de carga devido à diminuição de energia da torrente, sob condições de clima favorável à desagregação de materiais e ao transporte da carga ou por situação de instabilidade tectônica.



Leque Aluvial (*Alluvial Fan*)



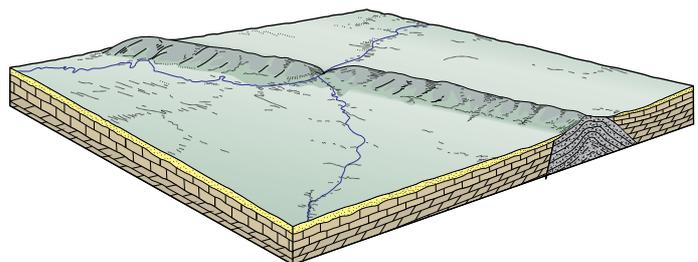
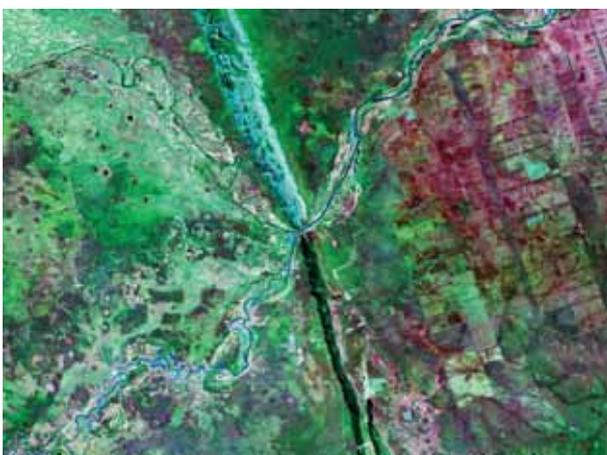
Depósito em forma de leque que se espalha declive abaixo, a partir de um ápice localizado na base de uma área mais elevada. Ocorre em áreas de contato de dois tipos de relevos distintos, marcados por forte ruptura de declive, em quaisquer sistemas morfogenéticos, o que acarreta aspectos texturais diferenciados.



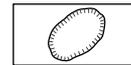
Garganta



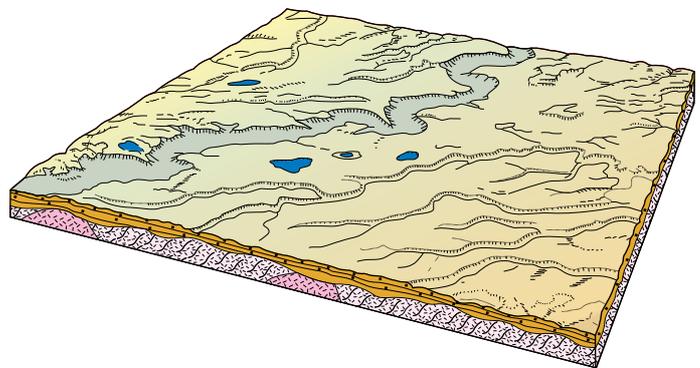
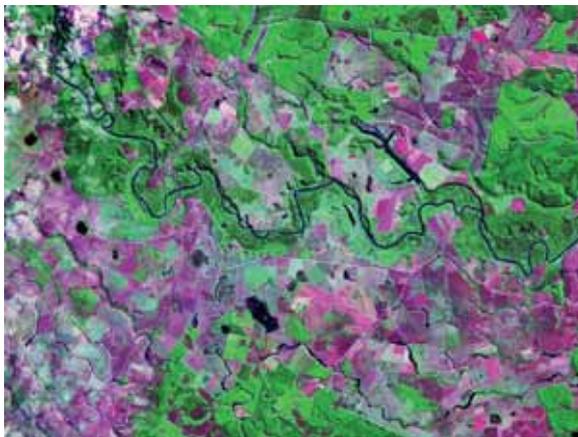
Passagem estreita causada pelo aprofundamento do talvegue de um rio em rochas resistentes à erosão, existentes em terrenos dobrados e falhados, geralmente discordante da estruturação regional. Pode ocorrer em regiões submetidas a eventos neotectônicos.



Depressão Pseudocárstica



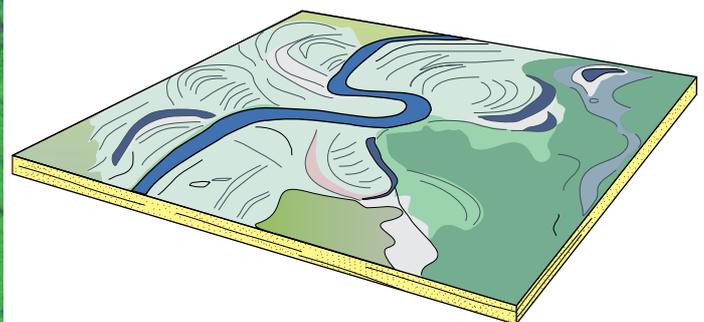
Forma circular e/ou ovalada, deprimida, com fundo chato, geralmente fechada, às vezes comunicando-se com a rede de drenagem, mas concentrando água da chuva. Assemelha-se às elaboradas no relevo cárstico, porém tem a sua origem e desenvolvimento associados a processos diferentes dos que envolvem o carste propriamente dito. Ocorre nos tabuleiros e chapadas recobertos por colúvios e/ou latossolos, sobre variados tipos de litologia de permeabilidade contrastante com a da cobertura.



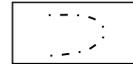
Barras em Pontal (*Point Bars*)



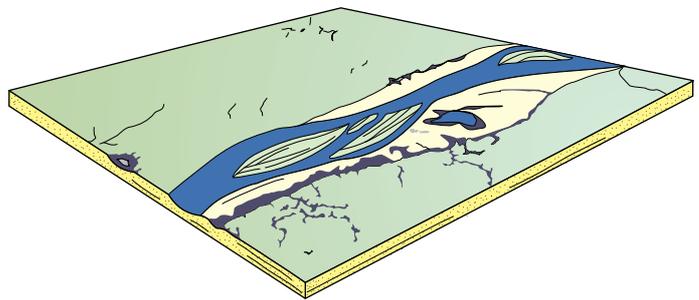
Feições de deposição muito comuns no sistema fluvial meandrante. Morfologicamente, são constituídas por uma sucessão de linhas desenvolvidas na margem convexa, que crescem em função da migração do canal. Ocorrem nas várzeas dos principais rios e em meandros abandonados.



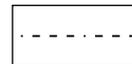
Barras de Canal (*Scroll Bars*)



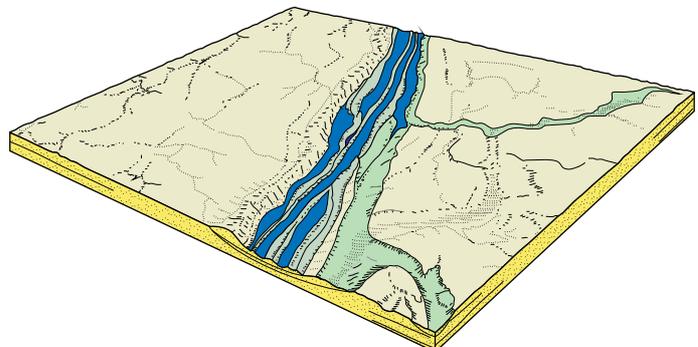
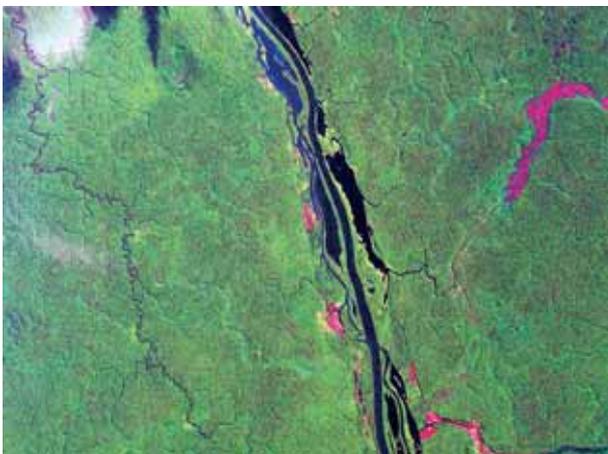
Formas de leito de rio de ocorrência aperiódica resultantes da atuação de múltiplos eventos erosivos e deposicionais. Geralmente apresentam um padrão de crescimento longitudinal com a presença de barras mais antigas normalmente fixadas pela vegetação. Frequentemente encontradas em acumulações fluviais na calha de grandes rios (ilhas fluviais arenosas).



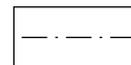
Dique Marginal (*Natural Levee*)



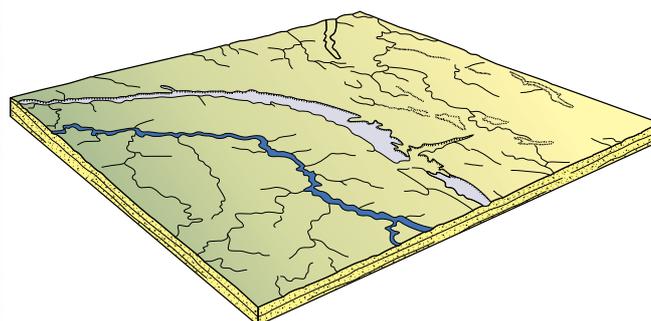
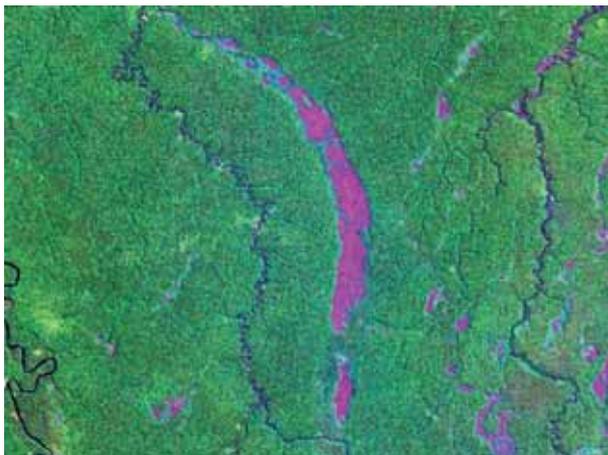
Pequena elevação que se estende paralelamente às margens dos rios, resultado da deposição aluvial, essencialmente arenosa, por ocasião das cheias em que o rio transborda o seu canal principal.



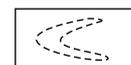
Paleodrenagem (*Palaeochannel*)



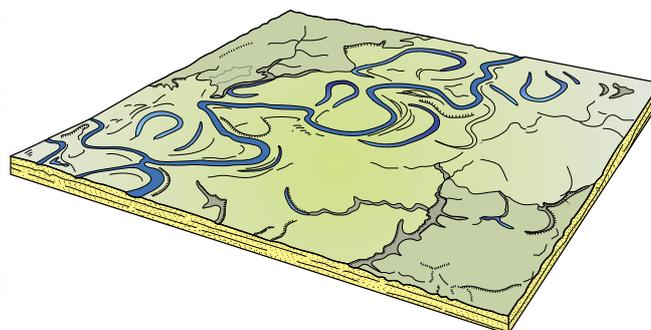
Forma de depósito linear fluvial, fluviomarinho ou lacustre correspondente a uma drenagem preexistente, seja na forma de canal (paleocanal) ou de meandro abandonado que tenha sido posteriormente colmatado – paleomeandro. Ocorre nas planícies e, sobretudo, nos terraços fluviais de rios e margens lacustres. Em determinadas situações pode ser um indicativo importante de ação neotectônica.



Meandro Abandonado (*Oxbow Lake*)



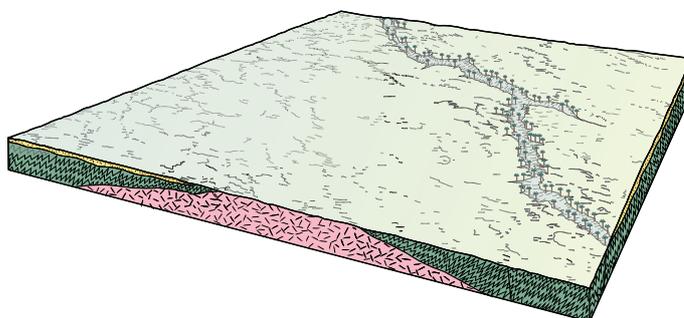
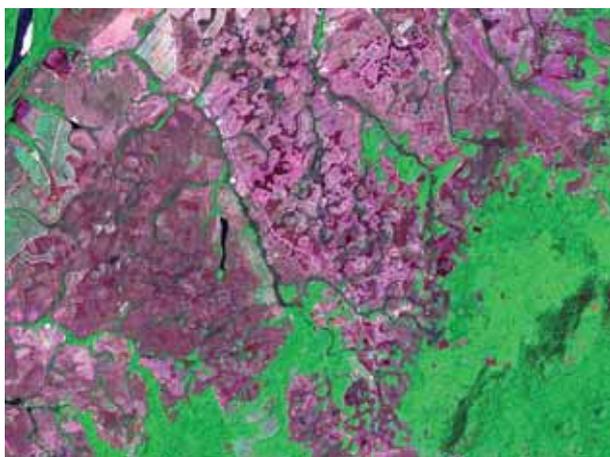
Lago formado por avulsão de canal no meandro, destacado e individualizado do canal principal, fechado por diques marginais e/ou barras em pontal. Ocorre em planícies fluviais de grande extensão e em planícies fluviolacustres.



Vereda



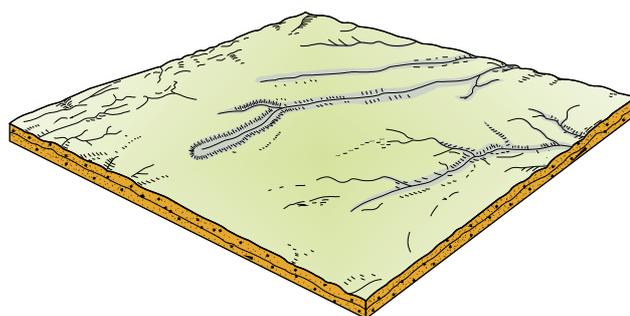
Zona deprimida de forma ovalada, linear ou digitiforme dentro de área estruturalmente plana ou aplanada por erosão. É resultante de processos de exsudação do lençol freático, cujas águas geralmente convergem para um talvegue, assinalada por vegetação típica, caracterizada por palmeiras de diferentes espécies, particularmente buritis, podendo conter área com turfa. Ocorre nas chapadas das bacias e coberturas sedimentares, bem como em planaltos pertencentes a outras áreas sujeitas à atuação de sistemas morfoclimáticos de cerrado.



Dale



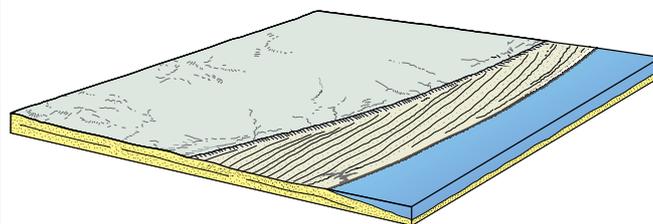
Depressão rasa, úmida, preenchida por materiais orgânicos e/ou minerais, associada a fenômenos de subsidência e/ou extravasamento do lençol freático, formado pelo direcionamento das águas de recarga que fluem para o vale. Ocorre no terço superior das vertentes, nos limites inferiores das chapadas, correspondendo às nascentes de drenagem.



Cristas de Praia (*Beach Ridges*)



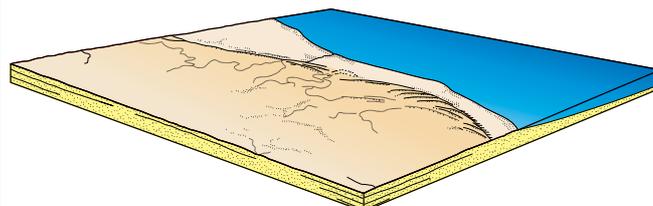
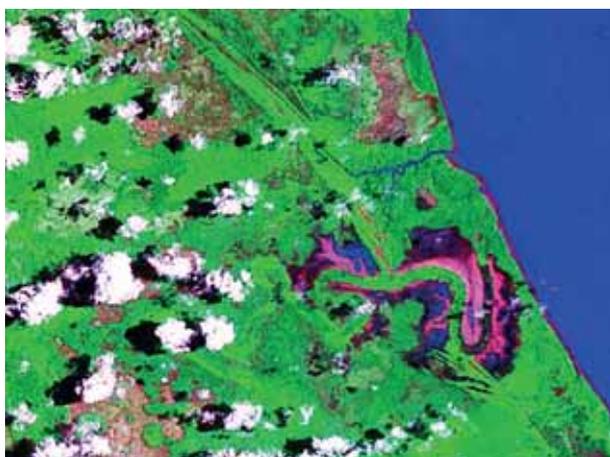
Formações arenosas alongadas existentes na planície marinha, isoladamente ou em feixes progradantes, geralmente paralelas à praia atual. Sua geometria exhibe sequências truncadas em diferentes ângulos relacionadas a mudanças no regime de ondas, correntes, bem como a variações do nível do mar. Ocorrem ao longo da planície costeira, conectadas a praias arenosas e, mais frequentemente, próximas a grandes deltas.



Chenier



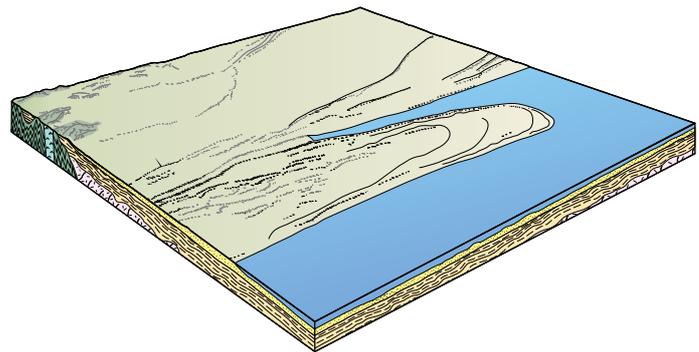
Cordões de praia subparalelos constituídos por sedimentos arenosos, bioclastos e, por vezes, matéria orgânica, assentados em substrato lamoso, formados a partir da alternância dos processos de progradação e do retrabalhamento das ondas. Estas feições são evidências morfológicas e estratigráficas de antigas linhas de costa, em ambientes de baixo gradiente influenciados pela ação das marés. Ocorrem exclusivamente em planícies marinhas.



Linhas de Acresção



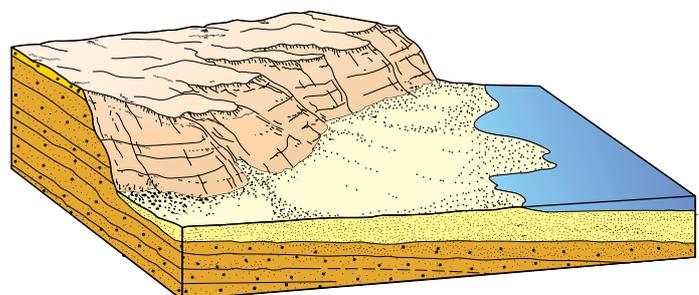
Feições associadas a planícies marinhas que indicam o crescimento dos cabos lamosos (*mudcapes*). Podem ser linhas retilíneas ou sob a forma de arcos em sucessivas posições frontais de crescimento do cabo, fixadas pela vegetação. Ocorrem em planícies costeiras sob alta influência de correntes e marés.



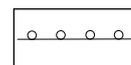
Falésia



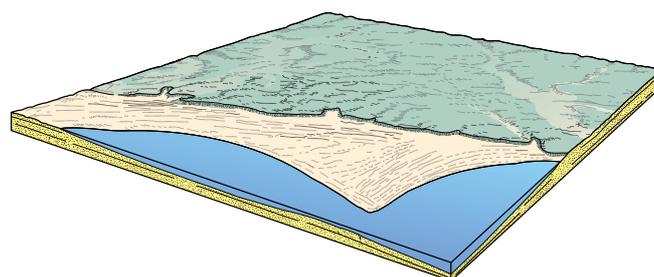
Forma costeira abrupta esculpida por processos erosivos marinhos de alta energia. Ocorre no limite entre as formas continentais e a praia atual, em trechos de costas altas.



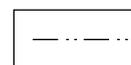
Paleofalésia



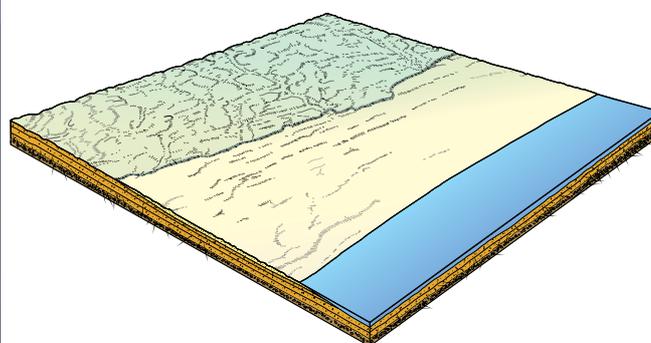
Rebordo costeiro, íngreme ou suavizado, resultante da erosão marinha pretérita devida à progradação da linha de costa. Ocorre no limite entre as formas continentais e as planícies marinha e/ou fluviomarinha que sofreram os efeitos das variações do nível do mar e/ou neotectônica.



Paleolitoral



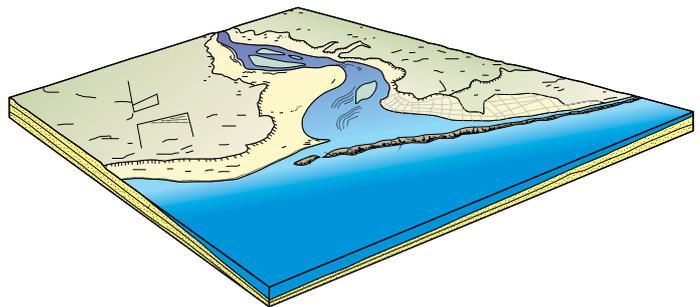
Ruptura de declive que evidencia oscilações do nível do mar, favorecendo a formação de antiga linha de praia no limite com o continente, representada por uma antiga praia, restinga, etc., antecedendo sedimentos marinhos mais recentes. Ocorre nas costas baixas, próximas a estuários, ou em setores do litoral onde ocorreu a progradação.



Recife



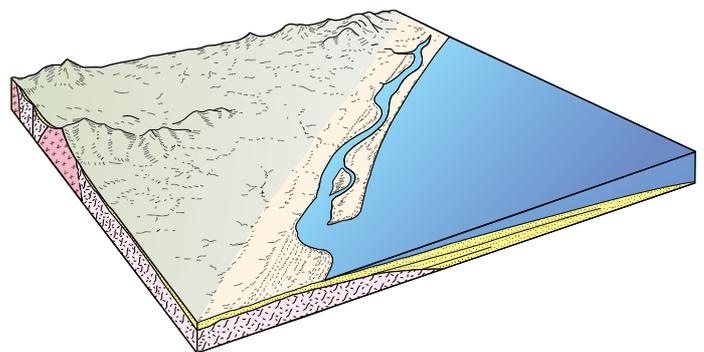
Linha de material bioclástico consolidado, às vezes recoberta de corais e algas encrustantes, geralmente paralela à costa e/ou fechando barras fluviais, resultante de recuo do nível do mar, e, atualmente, exposta diretamente à ação das ondas e marés.



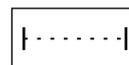
Restinga (*Barrier Spit*)



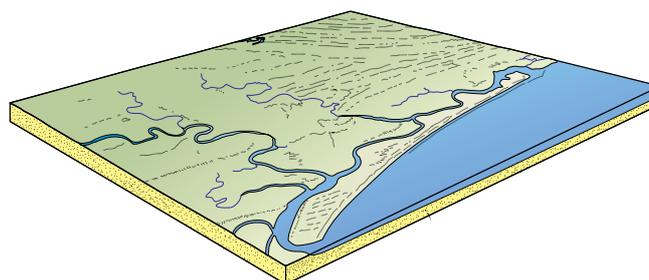
Feição linear subparalela à linha de praia, formada pelo acúmulo de sedimentos decorrente da ação de processos marinhos. É um tipo de barreira costeira que se restringe apenas ao cordão litorâneo que fecha parcialmente as embocaduras de rios, as angras, baías ou pequenas lagunas. Ocorre nas planícies litorâneas de contorno irregular, nas proximidades de desembocaduras de rios e falésias que possam fornecer sedimentos arenosos.



Ilha Barreira (*Barrier Island*)

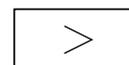


Feição emersa de um depósito sedimentar situada junto a duas desembocaduras lagunares entre a face litorânea (*shoreface*) e a laguna. É um tipo particular de barreira costeira desconectada da terra continental principal por ambientes úmidos. Frequentemente associada às demais barreiras costeiras, se estende longitudinalmente em relação à linha de costa.

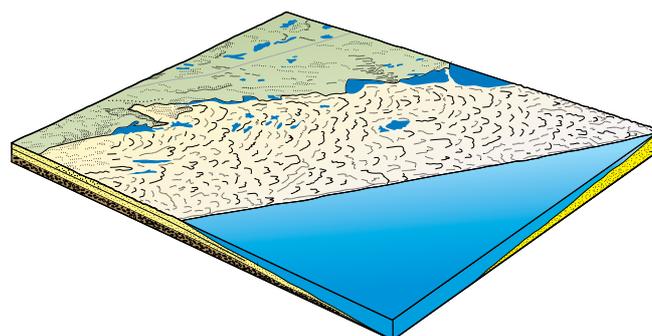


Forma relacionada à ação eólica

Duna

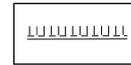


Depósito arenoso de origem eólica de dimensões e formas variadas, tais como: parabólica, barcana e longitudinal, posicionado de acordo com a direção principal dos ventos, eventualmente apresentando disposição linear. Ocorre na zona litorânea, remobilizando depósitos marinhos e/ou fluviomarinhos, e no interior, como resultado do retrabalhamento de acumulações fluviais, lacustres ou de enxurradas.

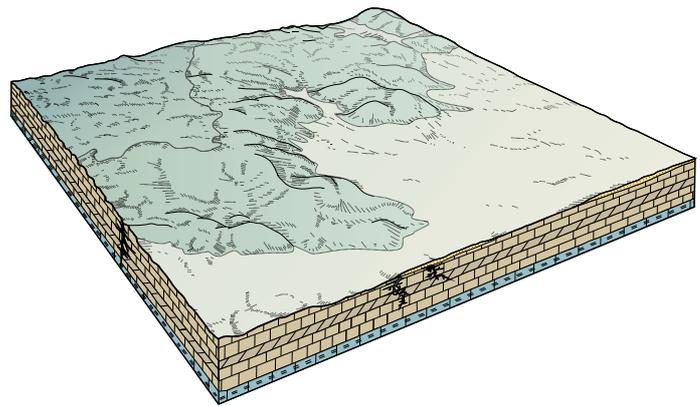


Formas relacionadas à ação cárstica

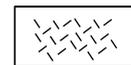
Borda de Patamar Cárstico



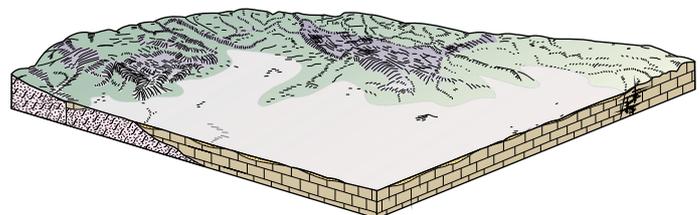
Ruptura de declive em borda de superfície plana de topo de planalto ou de chapada, podendo formar degraus e/ou conter *lapiès*, *canyons* e outras formas de dissolução de rochas carbonáticas. Ocorre em áreas de rochas calcárias ou dolomíticas, geralmente truncadas por um plano estratigráfico sob camadas sedimentares permeáveis, posteriormente exumado e dissecado por uma retomada de erosão.



Lapiès



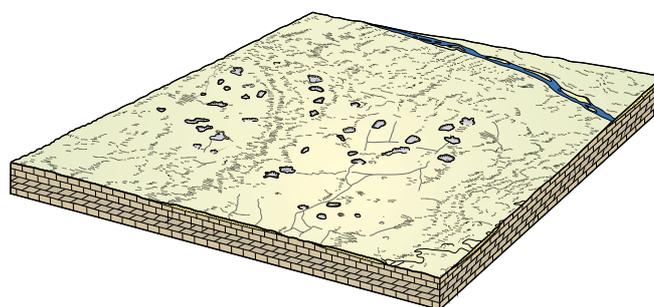
Sulcos ou caneluras esculpidos por águas pluviais nas superfícies de rochas carbonáticas, com especial destaque em fraturas, constituindo uma feição típica de relevo cárstico.



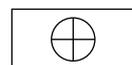
Dolina



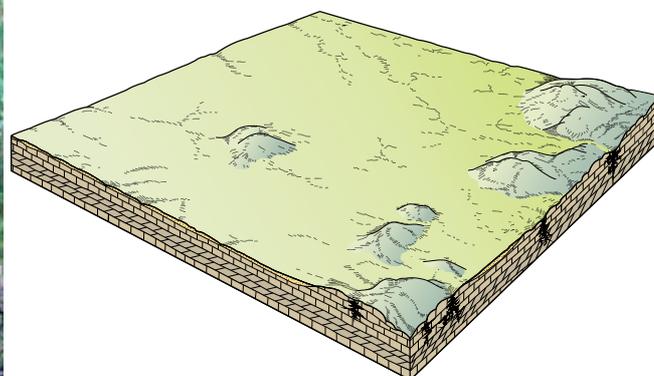
Depressão cárstica de forma oval ou arredondada, de bordas íngremes e fundo chato, podendo conter lagoa com argilas de descalcificação ou outros materiais de preenchimento resultantes da dissolução. Ocorre em áreas de rochas carbonáticas, principalmente calcários e dolomitos solúveis, dispostas em camadas espessas, pouco dobradas e fraturadas, submetidas a sistemas morfogenéticos úmidos atuais ou pretéritos.



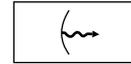
Morro Cárstico



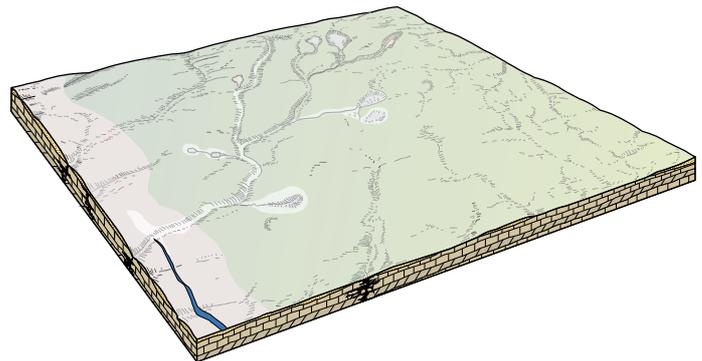
Forma de relevo residual resultante da dissolução de calcários, apresentando-se com feições variadas: bloco maciço com torres ou pináculos ruiniformes ou colina de topo plano. Ocorre em áreas, de rochas carbonáticas, submetidas a sistemas morfoclimáticos úmidos.



Ressurgência



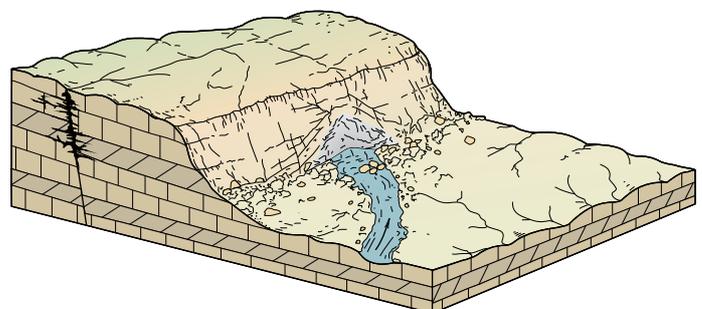
Ponto de saída de água subterrânea nas bordas de relevos cársticos. Ocorre em áreas de rochas carbonáticas, principalmente calcários e dolomitos solúveis, dobradas e fraturadas, submetidas a sistemas morfoclimáticos úmidos atuais ou pretéritos.



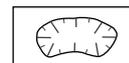
Sumidouro



Poço cárstico por onde se infiltram as águas da chuva ou de rios, apresentando forma afunilada, alargada por dissolução de rochas carbonáticas. Ocorre, principalmente, em áreas de calcários e dolomitos solúveis, dobrados e fraturados, submetidos a sistemas morfoclimáticos úmidos atuais ou pretéritos.



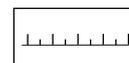
Uvala



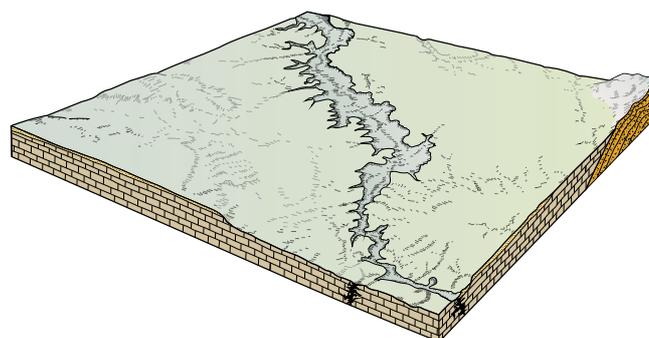
Depressão com a forma de uma rosácea irregular, resultante da coalescência de várias dolinas ou articulada a um sistema de fraturas do substrato rochoso. Ocorre em áreas de rochas carbonáticas, sobretudo calcários e dolomitos, dispostos em camadas espessas, pouco dobradas e fraturadas, submetidas a sistemas morfogenéticos úmidos atuais ou pretéritos.



Vale Cárstico



Zona deprimida de forma alongada ou digitada, geralmente de fundo chato e com bordas côncavas bem marcadas, elaborada por dissolução de rochas carbonáticas. Pode apresentar ressurgência na cabeceira e ser fechado a jusante, com a ocorrência de sumidouro. Ocorre em áreas de rochas carbonáticas, sobretudo calcários e dolomitos solúveis, dispostas em camadas espessas, pouco dobradas e fraturadas, submetidas a sistemas morfogenéticos úmidos atuais ou pretéritos.

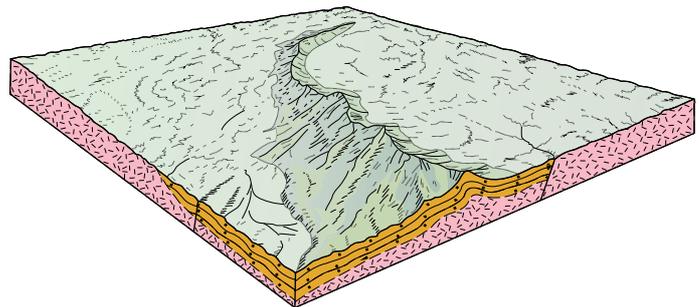


Formas relacionadas à dissecação englobando feições residuais

Crista Simétrica



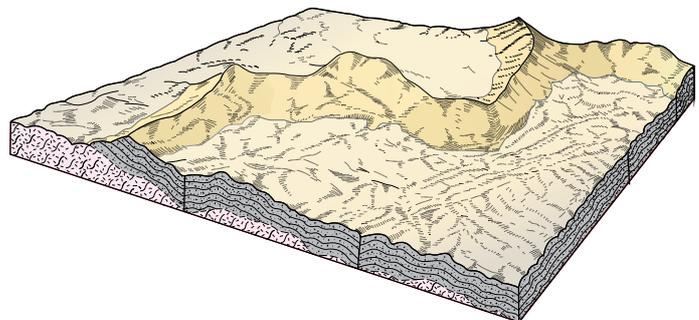
Forma de relevo residual alongada, isolada, com vertentes de declividade forte e equivalentes que se interceptam formando uma linha contínua. Ocorre em rochas metamórficas e intrusivas ou em outras litologias mais resistentes do que as circunvizinhas.



Crista Assimétrica (*Hogback*)



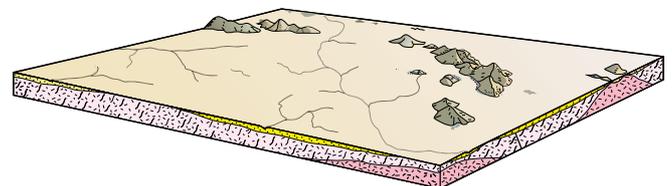
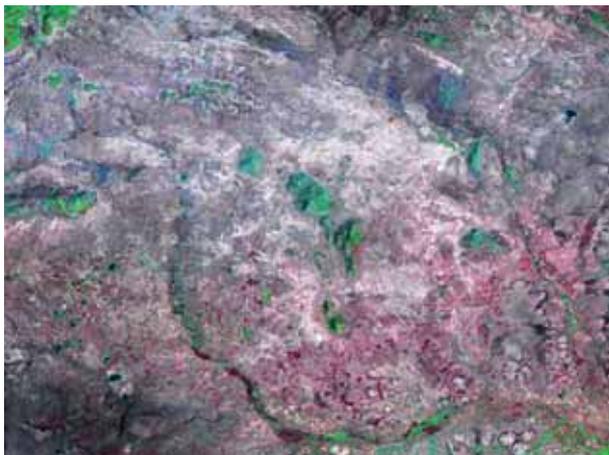
Forma de relevo residual alongada cujas encostas apresentam declividade superior a 30°, uma das quais formando escarpa nítida. Ocorre com mais frequência em rochas metamórficas ou em metassedimentos dobrados com mergulho subvertical, isolada ou formando feixe de cristas.



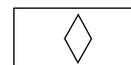
Inselbergue



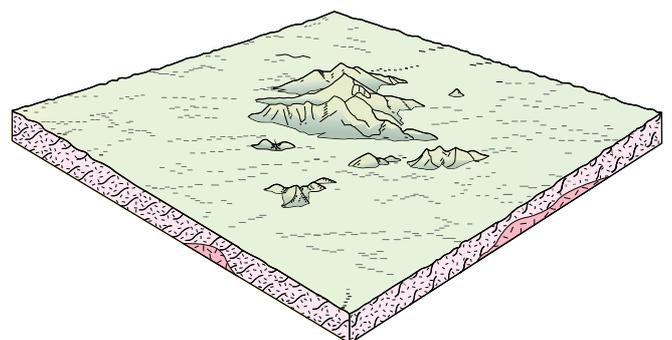
Forma residual que apresenta feições variadas tipo crista, cúpula, domo ou "dorso de baleia", com encostas com declives em torno de 50° a 60°, dominando uma superfície de aplanamento herdada ou funcional, com a qual forma no sopé uma ruptura (*knick*) de onde divergem as rampas de erosão. Ocorre com maior frequência em depressões periférica e interplanáltica, em áreas de rochas metamórficas cortadas por intrusões, explorando as diferenças de resistências entre essas e as rochas encaixantes.



Pontão



Forma de relevo residual que apresenta feições variadas, tais como: topos aguçados, encostas íngremes e predominantemente convexas, desnudadas por esfoliação esferoidal. Ocorre em áreas de relevos dissecados constituídos por rochas metamórficas e/ou intrusivas diaclasadas, podendo ocorrer em meio a "mares de morros" como formas residuais de batólitos, *stocks* e outros tipos intrusivos.

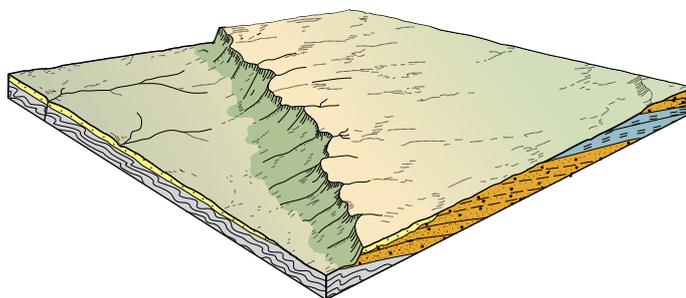


Formas relacionadas a bacias e coberturas sedimentares

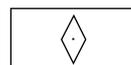
Cuesta



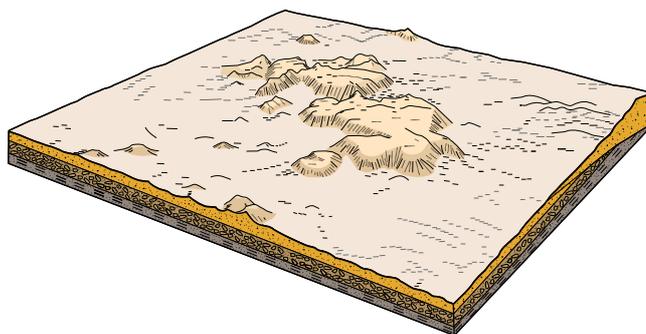
Forma de relevo assimétrico com desnível abrupto resultante de recuo erosivo de camadas sedimentares homoclinais, de resistências diferentes, apresentando frente escarpada (*front*) e reverso com fraca declividade. Ocorre em áreas externas de bacias sedimentares e dobramentos de cobertura, apresentando às vezes falhamentos associados.



Morro Testemunho (Mesa)



Relevo residual de topo plano, limitado por escarpas, resultante do recuo pela erosão de frente de *cuesta* ou de outras escarpas de relevos tabuliformes formados em rochas sedimentares ou excepcionalmente em derrames vulcânicos. Ocorre nas depressões periféricas, precedendo frentes de planaltos sedimentares ou sobre estes planaltos, chapadas e tabuleiros, assinalando contato de rochas de resistências diferentes ou limites de recuo de erosão.

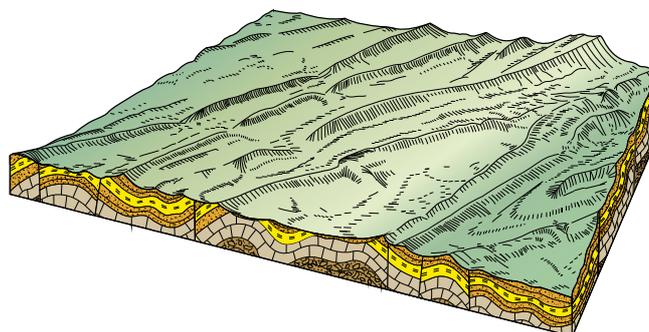


Formas relacionadas a dobramentos

Borda de Anticlinal Escavada



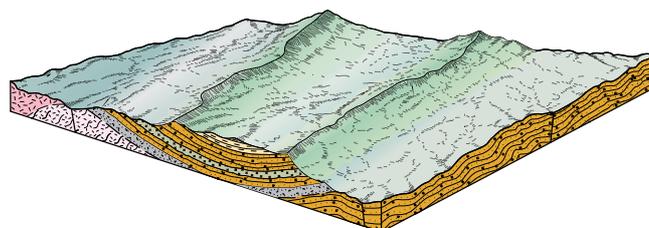
Escarpa voltada para o centro da anticlinal escavada em consequência da erosão seletiva sobre camadas menos resistentes ao longo da charneira da dobra. Ocorre em estruturas dobradas, truncadas por aplanamento, levantadas por epirogênese e retrabalhadas pela erosão, resultando numa inversão topográfica.



Borda de Sinclinal Suspensa



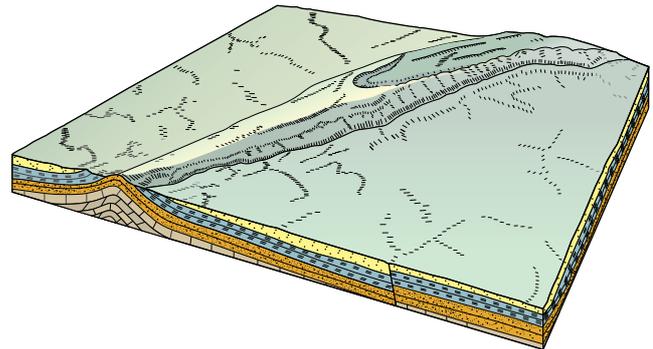
Escarpa voltada para o exterior de sinclinal suspensa em consequência da erosão seletiva a partir das partes externas da dobra. Ocorre em estruturas dobradas, aplanadas, levantadas por epirogênese que provocou uma inversão da topografia.



Combe



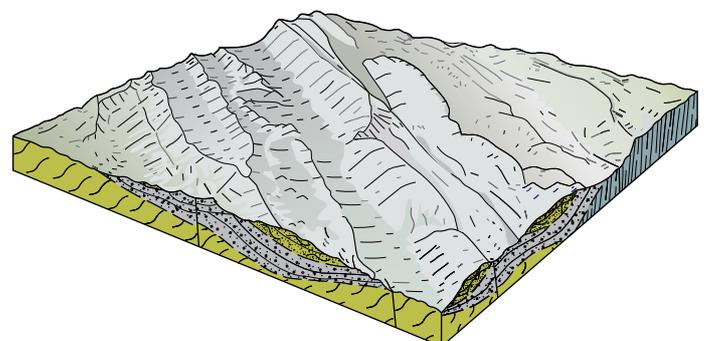
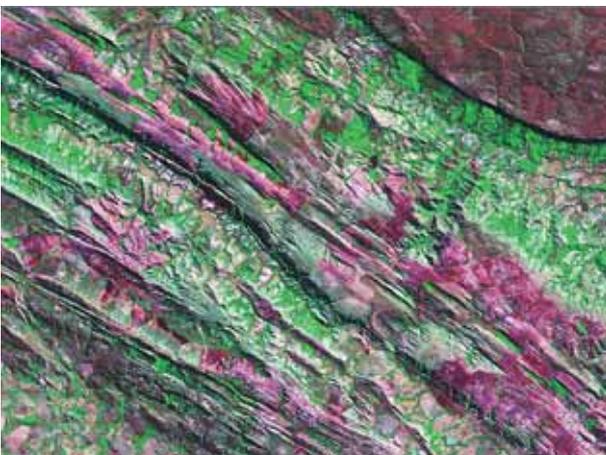
Depressão alongada acompanhando a direção da charneira de uma anticlinal aplanada e escavada pela erosão seletiva. Representa estágio inicial de esvaziamento de uma anticlinal. Ocorre em áreas de relevo dobrado parcialmente conservado.



Dorso Anticlinal



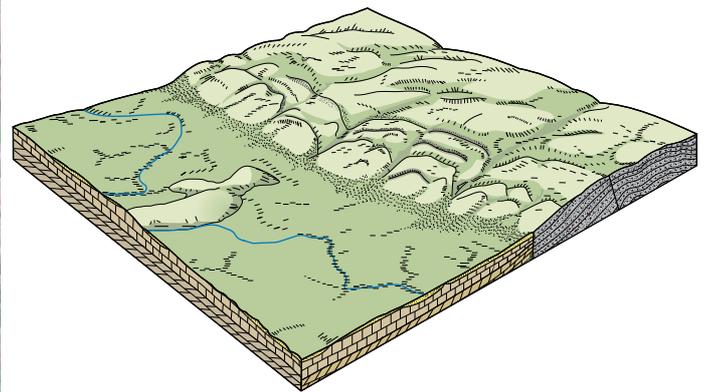
Forma preservada pela existência de uma camada resistente à erosão associada a charneira de dobra anticlinal. Ocorre em estrutura dobrada parcialmente conservada devido a condições especiais, tal como a presença de camadas de rochas mais duras, que a resguardaram da erosão.



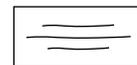
Facetas Triangulares de Camada



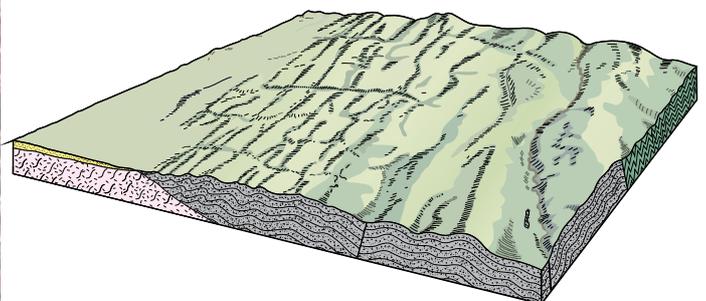
Formas predominantemente triangulares resultantes da esculturação de estratos sedimentares de resistência distinta à erosão, acompanhando o seu mergulho e limitadas por escarpas. Ocorrem em estruturas dobradas ou homoclinais, nos flancos das anticlinais e de sinclinais constituídas de camadas com resistências diferentes à erosão.



Marcas de Enrugamentos

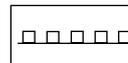


Cristas justapostas paralelamente, com regular distribuição espacial, resultado de intensa deformação de caráter rúptil a dúctil. Ocorrem geralmente em terrenos que foram submetidos á intensa atividade tectônica, em especial de cinemática transcorrente ou transpressiva.

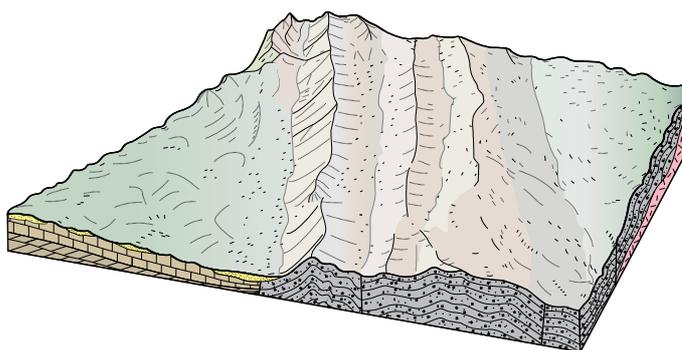
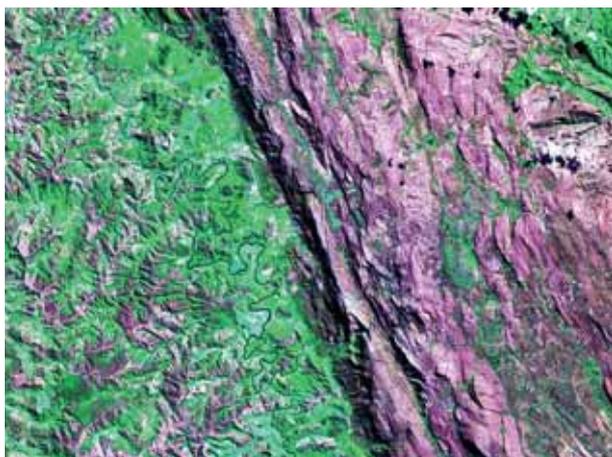


Formas relacionadas à tectônica de falha

Escarpa Adaptada à Falha



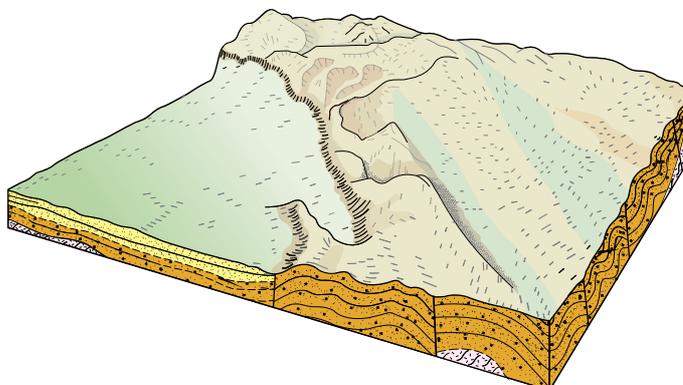
Escarpa resultante da erosão remontante, acompanhando paralelamente uma zona de falha. Ocorre nas zonas de falhamentos verticais e/ou transcorrentes em morfoestruturas constituídas por rochas rígidas.



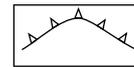
Escarpa de Falha



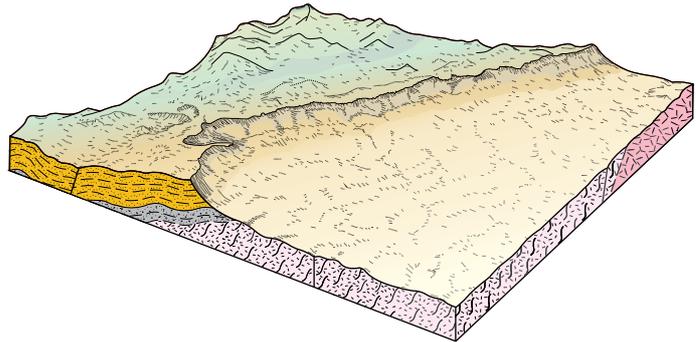
Escarpa resultante de deslocamento vertical ou horizontal de blocos falhados ou da exumação de plano de falha anteriormente truncado pela erosão. Ocorre nas zonas de falhamentos verticais e/ou transcorrentes, em morfoestruturas constituídas de rochas rígidas e nos contatos destas com bacias sedimentares subsidentes.



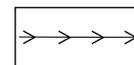
Facetas Triangulares de Falha



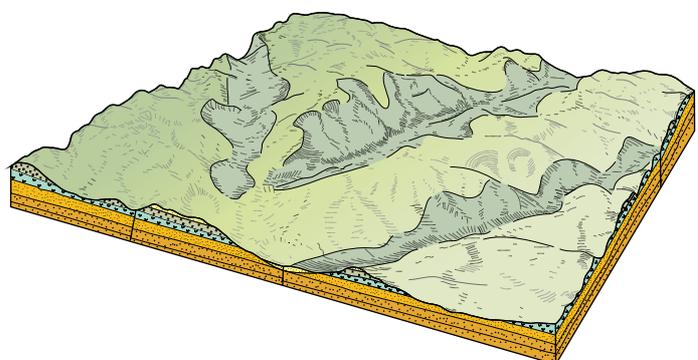
Facetas triangulares delimitadas por escarpas resultantes da esculturação de planos de falhas. Ocorrem em escarpas de falhas e em frentes dissecadas de blocos falhados.



Vale ou Sulco Estrutural



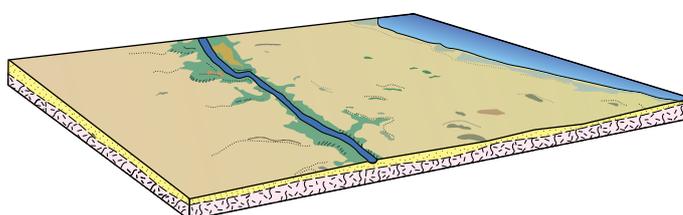
Incisão em forma de vale originada a partir de falha, fratura ou diáclase, submetida à tectônica rúptil, de ocorrência litológica generalizada. Ocorre geralmente em rochas rígidas (quartzitos, granitos e metamórficas diversas) submetidas à tectônica.



Anomalia de Drenagem

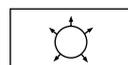


Feição encontrada em canal de drenagem, caracterizada por mudança brusca do padrão de canal, estreitamento e/ou desvio provocado pela súbita mudança na direção normal da rede de drenagem. Dentre as formas mais comuns, destacam-se as anomalias em arco e cotovelos em regiões afetadas pela neotectônica.

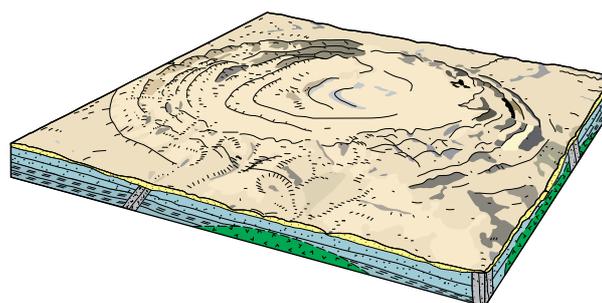


Forma relacionada a estruturas circulares

Borda de Estrutura Circular

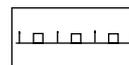


Ressalto topográfico, geralmente de forma circular ou elíptica, situado em plano superior ao da rocha encaixante, ou então interiormente erodida, em razão da diferença de resistência à erosão. Caracteriza-se pela presença de ravinas e/ou material coluvial em suas encostas, com padrões de drenagem anelar e radial. Ocorre nos corpos ígneos intrusivos, em rochas sedimentares e secundariamente em rochas metamórficas. Incluem-se, nesta categoria, as estruturas de impacto ou astroblemas.

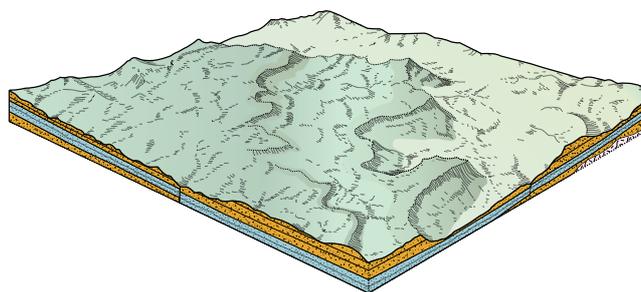
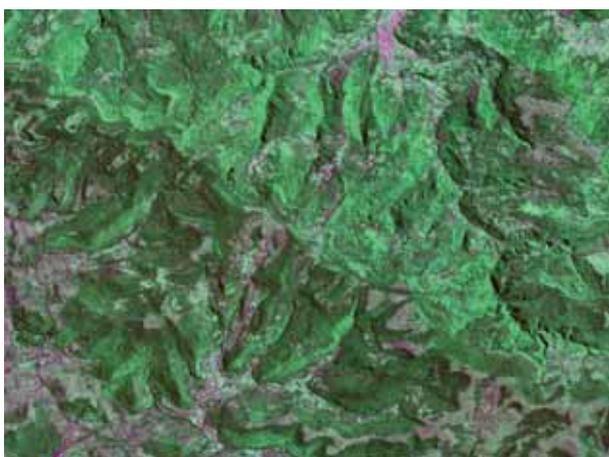


Formas de gênese indiferenciada

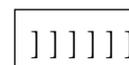
Borda de Patamar Estrutural



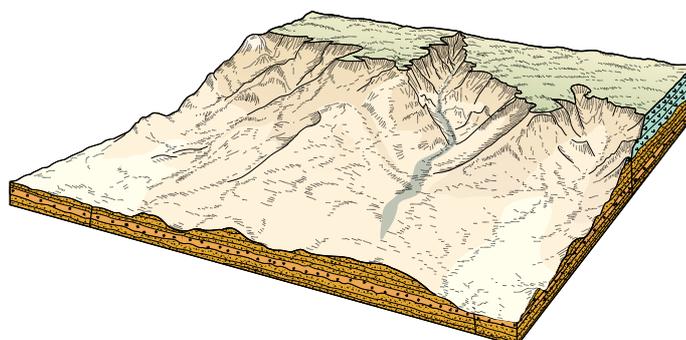
Rebordo erosivo que limita superfície tabular, formando degrau, de topo parcial ou totalmente coincidente com um plano estratigráfico exumado. Ocorre predominantemente em bacias sedimentares ou nos limites destas com outras estruturas discordantes, em contatos de camadas de rochas de litologias distintas.



Canyon



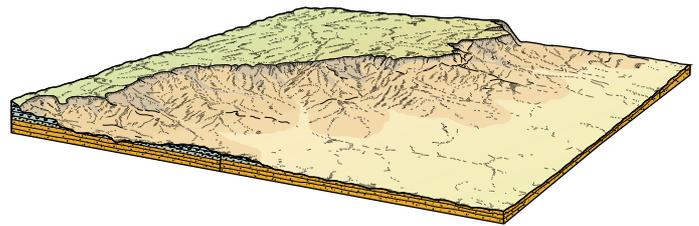
Vale profundo com vertentes íngremes e desnível elevado, esculpido em litologias variadas. Pode ter controle estrutural ou não e geralmente ocorre em planaltos.



Escarpa Erosiva



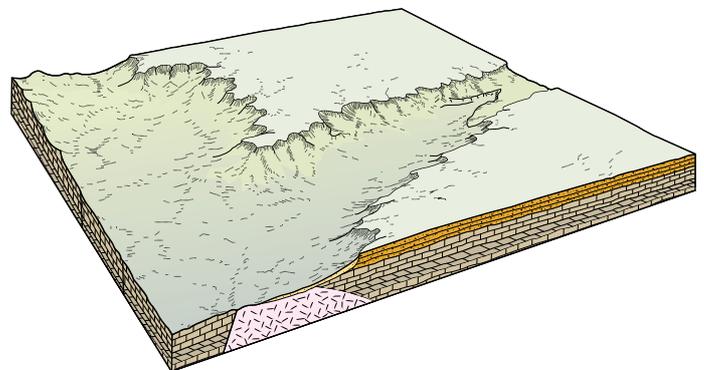
Desnível abrupto limitando um tipo de modelado ou forma individualizada decorrente da atuação dos processos erosivos com o recuo das vertentes resultante das alternâncias climáticas. Ocorre de forma indistinta em diversos tipos de modelados e litologias.



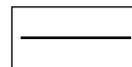
Escarpa em Relevo Monoclinal



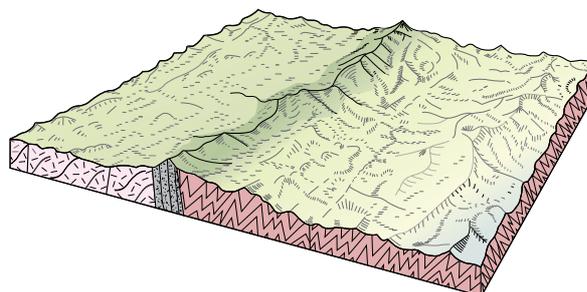
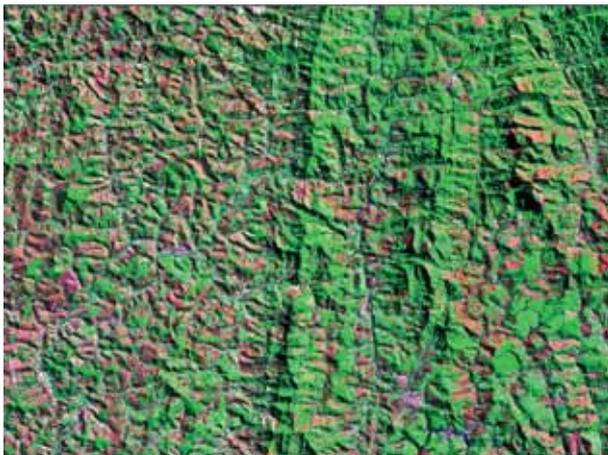
Desnível na borda de um bloco assimétrico formado de rochas sedimentares, cujas camadas apresentam baixo a médio mergulho (3° a 30°), retratando o recuo da erosão em relação às rochas de seu embasamento. Ocorre, comumente, em bacias sedimentares.



Linha de Cumeada



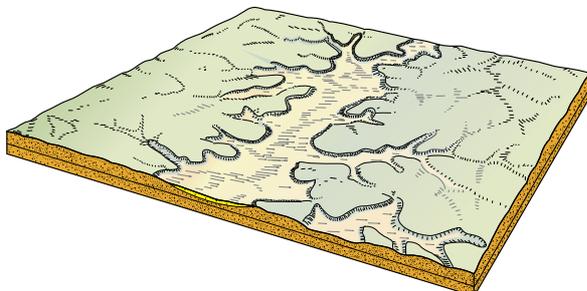
Forma de relevo alongada, resultante da interseção de vertentes de forte declividade, geralmente constituindo a direção geral de estruturas tectogênicas, formando grandes alinhamentos, em terrenos sujeitos a forte deformação. Pode, também, representar estruturas primárias no caso de rochas ígneas plutônicas, de abrangência local com tendências a formar feições circulares ou elípticas.



Ressalto



Ruptura de declive que limita diferentes tipos de modelado ou diferentes níveis altimétricos cujo traçado pode ser relacionado a controle estrutural ou litológico.



Gruta

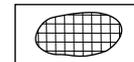


Compartimento subterrâneo natural resultante de processos de dissolução de rochas carbonáticas, de erosão mecânica e também de pressão hidrostática. Ocorre em áreas de rochas carbonáticas, sobretudo calcários e dolomitos solúveis, como consequência de desmoronamento das camadas rochosas, bem como no litoral, em costões rochosos, pela ação mecânica das ondas e marés sobre linhas de fraqueza natural das rochas.



Foto 39 - Gruta Rei do Mato em Sete Lagoas, MG.
Péricles Nunes

Afloramento Rochoso



Qualquer afloramento de rocha maciça, resultando em formas de relevo tipo bossas, "cascos de tartaruga", "dorsos de baleia", etc., não alcançando as dimensões de um pontão ou um inselbergue e sem a conotação genética que esses termos apresentam. Pode ocorrer em diferentes paisagens e ambientes morfoclimáticos.

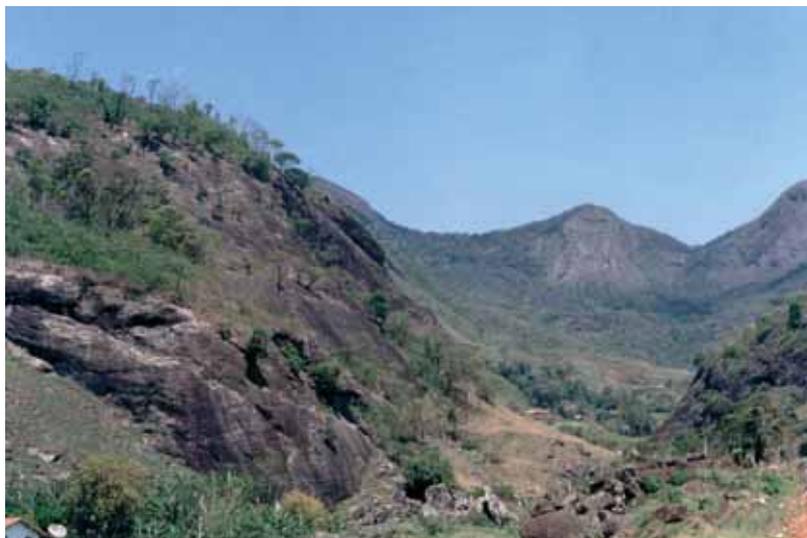
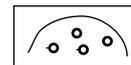


Foto 40 - Afloramento rochoso em Doutor Elias no reverso da Serra do Mar, RJ.
Marcia Faria

Caos de Blocos

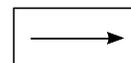


Agrupamento de blocos e matacões de formas e dimensões variadas que ocorrem, em geral, na base de encostas íngremes em decorrência da ação mecânica.



Foto 41 - Caos de blocos em colinas residuais que se erguem em meio à Depressão de Santana do Araguaia, apresentando as vertentes repletas de matacões graníticos em Santana do Araguaia, PA.
Diana Del'Arco

Caimento em Rampa de Colúvio ou Pedimento



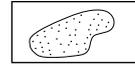
Indica a direção da pendente topográfica de um plano suavemente inclinado resultante dos processos de coluvionamento e/ou de pedimentação.



Foto 42 - Caimento em rampa em alvéolos colúviais associados a relevo dissecado dominado por morros e pontões rochosos entre Miracema e Lage do Muriaé, RJ.
Marcia Faria

Símbolos relacionados a processos de erosão e movimentos de massa

Arenização



Acumulação resultante de processo natural de retrabalhamento das formações superficiais predominantemente arenosas, devido, em parte, à inconstância pluviométrica e à dispersão eólica dos sedimentos. A arenização está associada ao aparecimento de ravinas e voçorocas, sendo agravada pela pressão exercida pelas atividades agrícolas.



Foto 43 - Arenização - O fenômeno de arenização ocorre em extensas áreas entre as cidades gaúchas de Quaraí e Santana do Livramento.
Fernando Peres

Fenômenos de Erosão



Efeitos dos processos que atingem determinada área de forma rápida ou lenta e notabilizados pela ação da água de escoamento superficial ou de outros agentes, associados a fatores naturais e/ou artificiais. Resultam na intensificação de sulcos ravinas e voçorocas.



Foto 44 - Fenômeno de erosão – Voçoroca no município de Mineiros, GO.
Margi Moss

Fenômenos de Movimentos de Massa



Efeitos dos processos que atingem determinada área de forma rápida ou lenta, notabilizados pela ação da gravidade, combinados com a ação da água, e associados a fatores naturais e/ou antrópicos. Ocorrem em áreas de litologia friável e/ou camadas superpostas ou justapostas de diferentes graus de coesão, com espesso manto de intemperismo, geralmente em relevo com declividades altas ($>20^\circ$), sob condições de precipitação pluviométrica abundante ou de chuvas concentradas, em alguns casos associados a efeitos tectônicos, como fraturamentos ou falhamentos. Resultam no aparecimento de marcas de escorregamentos e desmoronamento de blocos.



Foto 45 - Fenômeno de movimento de massa deu origem à voçoroca cujo material coluvial sofreu deslizamento, bloqueou a rodovia e expôs o regolito constituído de rochas metamórficas com foliação paralela ao talude do corte da estrada em Cataguases, MG.

Marcia Faria

Formas de Relevo Simbolizadas - Exemplos

(continua)



Foto 46 - Delta do rio São Francisco, AL.
Margi Moss



Foto 47 - Auréola de colmatagem em lagoas salobras nas proximidades de Nhecolândia, MS.
Margi Moss



Foto 48 - Borda de terraço com níveis de cascalheira no rio Pequeno em Aiuré, SC.
Marcia Faria



Foto 49 - Cone de dejeção no relevo dissecado de topos convexos próximo a BR-259 entre as cidades de Santa Efigênia de Minas e Gonzaga, MG.
Péricles Nunes



Foto 50 - Garganta do rio Caraça que corta a serra homônima, superimpondo as camadas dobradas de rochas do Supergrupo Minas. Reserva Particular do Patrimônio Natural Santuário do Caraça, MG.
Marcia Faria



Foto 51 - Barras em pontal desenvolvidas na confluência do rio Verde com o rio Teles Pires, MT.
Margi Moss

Formas de Relevo Simbolizadas - Exemplos

(continuação)



Foto 52 - Barras de canal desenvolvidas no leito do rio Branco, 33km a jusante de Boa Vista, RR.
Margi Moss



Foto 53 - Paleodrenagem na planície fluvial do rio Purus, a montante de Lábrea, AM.
Margi Moss



Foto 54 - Meandro abandonado na planície fluvial do rio Purus, AM.
Margi Moss



Foto 55 - Vereda desenvolvida em superfície pediplanada, configurando pequenas áreas de inundação com vegetação típica (buritizais) nos Campos de Roraima.
Valter Almeida



Foto 56 - *Chenier* em evolução na foz do rio São Francisco, SE.
Margi Moss



Foto 57 - Linhas de acresção no Cabo Orange, AP.
Margi Moss

Formas de Relevo Simbolizadas - Exemplos

(continuação)



Foto 58 - Contato dos tabuleiros costeiros com a planície marinha através de uma falésia em sedimentos terciários do Grupo Barreiras. Localidade de Baía Formosa, RN.
Regina Coeli Costa



Foto 59 - Recife – Cordão recifal paralelo à praia do Francês, AL.
Margi Moss



Foto 60 - Restinga na Barra do Ribeira, SP.
Margi Moss



Foto 61 - Ilha barreira – Ilha Comprida, SP.
Margi Moss



Foto 62 - Litoral marcado pelas dunas e lagoas de águas transparentes em Genipabu. Algumas atingem dezenas de metros de altura e se encontram estabilizadas pela vegetação (Mata Atlântica) em Natal, RN.
Marcia Faria



Foto 63 - Morro cárstico entre Taipas e Taguatinga, TO.
Bernardo Nunes

Formas de Relevo Simbolizadas - Exemplos

(continuação)



Foto 64 - Sumidouro – o rio da Lapa penetra na gruta e tem parte do curso subterrâneo em rochas carbonáticas da Formação Sete Lagoas, Parque Estadual Terra Ronca, GO.
Lindinalva Mamede



Foto 65 - Superfície do Pediplano Sertanejo com inselbergues (Serra do Mulungu) de vertentes parcialmente vegetadas em São João do Sabugi, RN.
Regina Coeli Costa

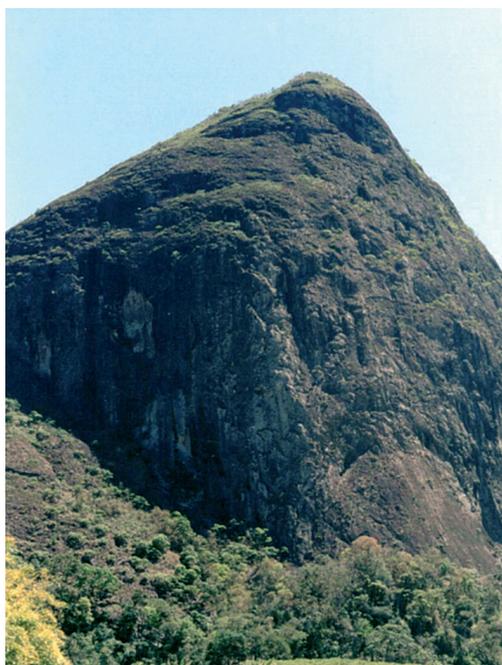


Foto 66 - Pontão em relevo montanhoso caracterizado pela abundância destas feições alinhadas, segundo a direção N-S delineando as cristas da Serra da Mantiqueira, Serra do Pão de Açúcar, Sericita, MG.
Marcia Faria

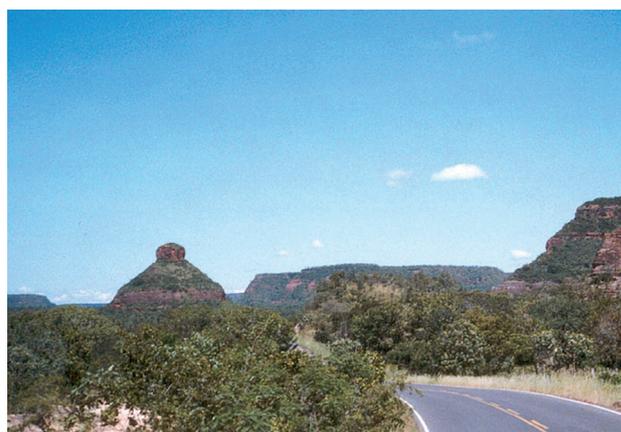


Foto 67 - Morro Testemunho e relevos tabulares dos Chapadões do Alto Parnaíba, na Rodovia MA-006 entre Alto Parnaíba/MA e Tasso Fragoso/MA.
Bernardo Nunes

Formas de Relevo Simbolizadas - Exemplos

(continuação)

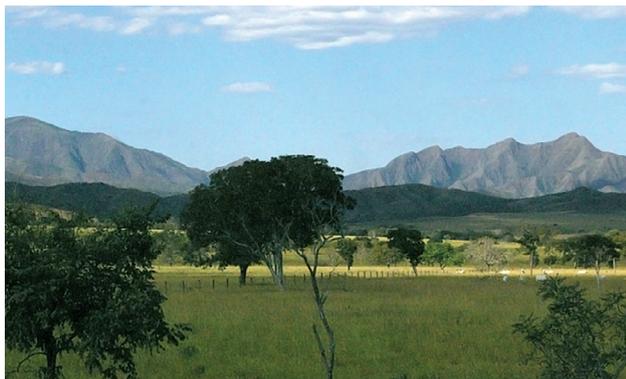


Foto 68 - Facetas triangulares de camada em rochas metassedimentares do Grupo Paranoá ao sul de Niquelândia, GO.

Benedito Pereira

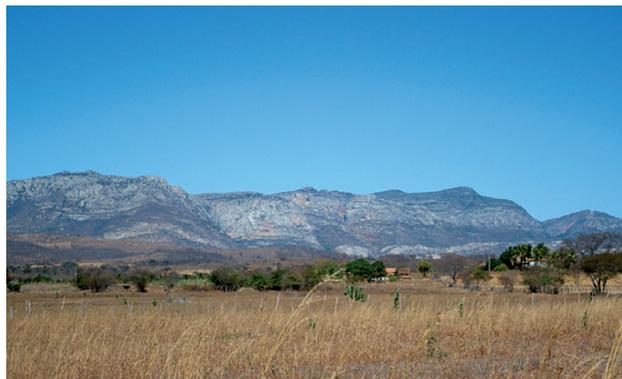


Foto 69 - Escarpa adaptada à falha na Serra do Espinhaço. BR-122, entre Mato Verde e Porteirinha, MG.

Bernardo Nunes



Foto 70 - Facetas triangulares de falha em relevo dissecado estrutural com desnível acentuado e alta declividade das vertentes, sobretudo quando coincide com a foliação. Mina de Timbopeba (Fe), Antônio Pereira, MG.

Marcia Faria



Foto 71 - Borda de patamar estrutural na Serra Geral mostrando feições lineares horizontais que demarcam os patamares formados pela erosão diferencial das diferentes fases do derrame basáltico no caminho entre Terra de Areia e Tainha, RS.

Marcia Faria

Formas de Relevo Simbolizadas - Exemplos

(conclusão)



Foto 72 - Canyon Fortaleza no Parque Nacional da Serra Geral, RS/SC.
Marcia Faria



Foto 73 - Escarpa erosiva bem-definida nos contrafortes da Serra Geral em Praia Grande, SC.
Marcia Faria



Foto 74 - Linha de cumeada delinea o topo aguçado da série de montanhas na Serra do Mar em Garuva, SC.
Marcia Faria

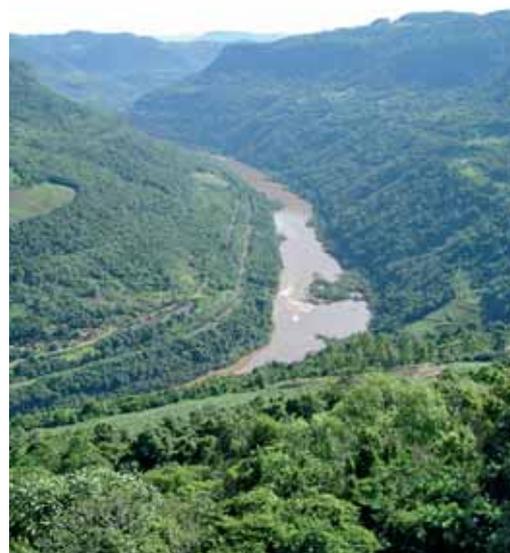
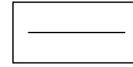


Foto 75 - Ressalto no vale do rio das Antas a caminho de Bento Gonçalves, RS.
Marcia Faria

Símbolos de representação cartográfica temática

Limite definido de modelado ou polígono



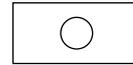
Limite identificado entre as diversas formas de relevo e/ou tipos de modelados em uma unidade geomorfológica.

Limite aproximado de modelado ou polígono



Limite aproximado entre formas de relevo e/ou tipos de modelados em uma unidade geomorfológica.

Ponto de descrição localizada da paisagem



Símbolo pontual para a plotagem no mapa de local de descrição detalhada do modelado e das formas de relevo componentes, necessária para a caracterização de unidade geomorfológica mapeada.

Ponto de amostragem de formação superficial



Símbolo pontual para a plotagem no mapa de local de descrição e eventual coleta de amostras para caracterização de formação superficial.

Conceitos complementares à interpretação geomorfológica

Bacias hidrográficas

A bacia hidrográfica representa uma unidade de análise fundamental na Geomorfologia por se constituir na superfície de coleta e recipiente de armazenagem da precipitação, configurando o sistema através do qual a água e os sedimentos são transportados para o oceano ou lago interior (Figura 17). Sua utilização como recorte espacial básico para os estudos ambientais tem sido proposta por muitos autores, tendo em vista que as alterações decorrentes das interferências humanas sobre o ambiente refletem-se na bacia hidrográfica como um todo.

A abordagem integrada em bacias hidrográficas, portanto, não se restringe somente aos aspectos físicos desta unidade espacial e deve basear-se em um sólido conhecimento dos cenários sobre os quais se deseja atuar, considerando os aspectos relacionados às dinâmicas natural, econômica e social.

Do ponto de vista natural, a análise das bacias hidrográficas deve ter início com a escolha de parâmetros capazes de compor um quadro significativo do comportamento físico deste sistema. Destacam-se aqueles voltados às análises hidrológica e geomorfológica. Alguns possibilitam gerar informações passíveis de utilização em generalizações sobre as bacias, como é o caso das análises morfométricas. O conjunto de análises morfométricas é de fundamental importância para o reconhecimento da espacialidade do sistema, entre outros, quanto às características da área e da rede de drenagem.

Figura 17 - Divisão Hidrográfica Nacional



Fonte: Conselho Nacional de Recursos Hídricos (Brasil). Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003. Institui a Divisão Hidrográfica Nacional em regiões hidrográficas [...]. Disponível em: <<http://www.cnrh-srh.gov.br/delibera/resolucoes/R032.htm>>. Acesso em: dez. 2009.

Rede de drenagem

A análise da drenagem direcionada ao mapeamento geomorfológico é orientada, sobretudo, pelas propriedades relacionadas às características físicas da área, admitindo apenas alguns parâmetros morfométricos em sua elaboração. Ainda que seja sob um enfoque panorâmico, vários aspectos oriundos da hidrografia são incorporados durante as diversas etapas do mapeamento regional, uma vez que os conjuntos das formas de relevo fisionomicamente semelhantes são organizados e conectados a partir da rede de drenagem.

Os diferentes arranjos geométricos reconhecidos como padrões de drenagem se tornam parâmetros obrigatórios para a individualização e delimitação das diferentes categorias da carta geomorfológica, quer sejam modelados ou unidades geomorfológicas.

Embora as linhas que delimitam as microbacias ou divisores de água tenham pouca relevância na definição dos contornos dos modelados, pois nem sempre coincidem com eles, serão indispensáveis no momento em que ocorrer, associada ao arcabouço geológico, variação significativa dos padrões de drenagem, contribuindo efetivamente para a delimitação dos três táxons: Domínios Morfoestruturais, Regiões Geomorfológicas e Unidades Geomorfológicas.

Para a demarcação dos níveis taxonômicos, a percepção e a diferenciação dos padrões de drenagem são tomadas como pontos de partida, bem como outros elementos essenciais extraídos do estudo da drenagem que são incorporados direta e indiretamente na classificação do relevo. O comportamento da drenagem, seus padrões e anomalias são tomados como referencial à medida que revelam as relações entre os ambientes climáticos, atuais ou passados, e as condicionantes litológicas ou tectônicas.

Esta análise é fundamental para a confecção da carta geomorfológica, sobretudo para a demarcação dos modelados, que nem sempre apresentam limites coincidentes com os dos divisores das sub-bacias, embora auxiliem no processo de classificação dos mesmos. Além disso, permitem que se faça correlações dos padrões entre os ambientes climáticos diversos, atuais ou passados, e as condicionantes litoestruturais.

No estudo da drenagem para a compartimentação do relevo, devem-se considerar os seguintes atributos: tipo de canal; padrão e hierarquia da drenagem; tropia; grau de controle; sinuosidade; angularidade; ângulo de junção; e assimetria, além da detecção de feições anômalas.

Tipos de canais fluviais

Os canais fluviais podem ser classificados segundo sua geometria. A sinuosidade é o principal parâmetro e resulta de uma combinação de fatores – como descarga, fluxo hidráulico, gradiente do terreno, natureza e granulometria dos sedimentos transportados – e, sobretudo, da relação entre a carga de fundo e o material em suspensão. É por meio destes elementos que o tipo de relevo, o clima, a litologia e seu arcabouço estrutural interferem no traçado dos canais de uma rede de drenagem.

Um único rio pode assumir diferentes formas em seu percurso, alternando vários tipos de canais segundo a relação dos parâmetros já citados, evidenciando assim maior ou menor homogeneidade entre os setores de uma bacia de drenagem. Os principais tipos são:

Retilíneo

De ocorrência restrita por estar, em geral, fortemente condicionado pela estrutura. Estes canais normalmente compõem modelados que exibem controle estrutural, ou mesmo aqueles sujeitos a algum tipo de movimentação, seja de acomodação ou de reativação.

Em regiões mais arrasadas, cujo gradiente é relativamente baixo e a denudação foi mais intensa, os canais retilíneos preservados se associam à reativação de antigas linhas estruturais do embasamento que se prolongam verticalmente e afloram na superfície.

Quando ocorrem em amplas planícies constituídas por depósitos quaternários, os canais retilíneos podem ser indicativos de movimentos neotectônicos e são frequentemente interrompidos por feições anômalas (Figura 18).

Figura 18 - Padrão de canal retilíneo no rio Tocantins, TO



GeoCover circa 2000 coverage point and polygon shapefiles (2000)

Anastomosado

Forma ramificada em canais múltiplos, largos e relativamente rasos que transportam grande volume de carga de fundo em setores de gradiente mais elevado. A natureza do substrato que favorece este padrão é constituída por solos impermeáveis que auxiliam o escoamento rápido na superfície.

As condições climáticas exercem forte influência, especialmente em regiões com regime de chuvas bem marcado que permite tanto a variação da descarga como a carga sedimentar, propiciando o desenvolvimento de canais irregulares dispostos em curvas ou retilinearizados em diferentes larguras formando barras e ilhas.

O sistema fluvial anastomosado está interligado a ambientes de leques aluviais, bem como a leques deltaicos. No Brasil, todavia, este padrão quase sempre indica setores tectonicamente instáveis em regiões essencialmente deposicionais, como no caso da bacia Amazônica. São situações nas quais o fator gradiente ganha relevância sobre outros aspectos, que se tornam secundários na configuração deste tipo de canal (Figura 19).

Figura 19 - Padrão de canal anastomosado no rio Japurá, AM



GeoCover circa 2000 coverage point and polygon shapefiles (2000)

Entrelaçado (ou *Braided*)

Tipo de canal muito comum em ambientes glaciais, associado a leques aluviais ou relevos sujeitos a movimentos tectônicos.

É um padrão característico de ambiente que apresenta elevada carga sedimentar, assim como alta capacidade de transporte, erosão e deposição. Existem ainda pontos controvertidos na diferenciação entre este padrão e o anastomosado.

O entrelaçado, contudo, pode ser diferenciado basicamente pelo número elevado de barras de canal que migram em função da variação da descarga e do fluxo do rio e pela presença de inúmeras ilhas recobertas de vegetação dispostas longitudinalmente ao longo do canal.

Em situações de planície, caso da Amazônica, por exemplo, o sistema está associado a regiões de transição entre unidades geomorfológicas, tais como: planícies e depressões que atravessem altos estruturais geológicos (Figura 20).

Figura 20 - Padrão entrelaçado no rio Tapajós, PA



GeoCover circa 2000 coverage point and polygon shapefiles (2000).

Meandrante

Um rio do tipo meandrante descreve curvas sinuosas em regiões de gradiente moderadamente baixo. A descarga é relativamente contínua e regular, possuindo um único canal que transborda no período de chuvas. O perfil transversal do canal é assimétrico em função do processo de erosão na margem côncava e de deposição na margem convexa.

Segundo Bigarella (2003), existem dois sistemas distintos de padrão meandrante: psamítico e pelítico.

Psamítico – Associa-se à natureza do ambiente, cujo canal se estabelece em regiões de maior declive, apresentando descarga menos uniforme, além de maior proporção de carga de fundo. As curvas dos meandros são mais suaves, apresentando um perfil transversal quase simétrico e mais escavado no fundo.

As planícies de inundação são relativamente mais estreitas e as feições associadas são mais discretas em função da largura do vale. São aquelas situações comuns em planaltos dissecados em setores localizados a montante das bacias (Figura 21).

Figura 21 - Padrão meandrante psamítico no rio Uruguai, SC



GeoCover circa 2000 coverage point and polygon shapefiles (2000)

Pelítico – Associa-se a extensas planícies de gradiente muito baixo, constituídas predominantemente por sedimentos mais finos.

A sinuosidade do canal é bastante elevada e sua capacidade de migração se eleva à medida que o rio procura adaptar seu curso às variações de descarga, aproveitando a amplidão lateral que a extensa planície oferece. Em virtude disto, surgem inúmeras feições correlacionadas à migração dos canais, resultantes tanto de processos erosivos como de processos de acumulação (Figura 22).

Figura 22 - Padrão meandrante pelítico no rio Juruá, AM



GeoCover circa 2000 coverage point and polygon shapefiles (2000)

Os depósitos de rios meandantes podem mostrar verticalmente uma mudança de fácies cíclica em resposta aos lentos movimentos neotectônicos atuais (Figura 23). A jusante de um soerguimento e a montante de um rebaixamento, o crescimento de barras em pontal intensificará a deposição de areias associadas a este padrão. As fácies de barras de pontal serão interrompidas por fácies de canais entrelaçados com sinuosidade, entrelaçados com ilhas ou anastomosados, quando a mudança no padrão do canal ocorrer nas áreas de maior declividade. As fácies de barra em pontal voltarão a surgir após a restauração do declive (BEZERRA, 2003) .

Figura 23 - Alternâncias de padrões (meandrante-retilíneo) podem indicar mudanças no arranjo estrutural de uma área



GeoCover circa 2000 coverage point and polygon shapefiles (2000)

Padrões de drenagem

Segundo Howard (1967), os padrões de drenagem (Figura 24) são influenciados por muitos fatores, incluindo variáveis climática e litológica, mas a estrutura geológica é o principal fator, estabelecendo controles sobre o padrão de drenagem através de inclinações regionais da superfície ou através de descontinuidades estruturais como falhas e fraturas, que podem acarretar assimetria da bacia de drenagem ou mudança brusca do padrão de drenagem.

Utilizando-se o critério geométrico da disposição espacial dos rios e seus afluentes, sem qualquer conotação genética, os tipos básicos de padrões de drenagem segundo Howard (1967) são os que se seguem.

Dendrítico

Desenvolve-se tipicamente sobre rochas de resistência uniforme ou em rochas estratificadas horizontalmente. Os canais distribuem-se em todas as direções sobre a superfície e se unem formando ângulos agudos de graduações variadas, mas sem chegar ao ângulo reto. Frequentemente está associado a um outro padrão de drenagem, gerando padrões subsidiários, bem como padrões modificados.

Pinado

Constitui uma modificação do dendrítico e se caracteriza pelo paralelismo dos canais tributários que se unem ao principal em ângulos agudos.

Paralelo

Caracteriza-se por cursos de água que fluem quase paralelamente uns aos outros. As vertentes apresentam declividades acentuadas ou exibem controle estrutural que motiva a ocorrência de espaçamento regular, quase paralelo.

Treliça

Apresenta um arranjo geométrico bem-definido com canais retilíneos e confluências em ângulo reto, conformando cotovelos. Evidencia o arranjo estrutural da área, associando-se a ambientes que sofreram intensos processos de deformação.

Retangular

Constitui uma variedade do padrão treliça, caracterizada pelo reticulado ortogonal devido a bruscas mudanças em ângulo reto nos cursos fluviais. Reflete a influência exercida por falhas ou sistemas de diaclasamentos.

Radial

Apresenta-se composto de canais dispostos como raios em relação a um ponto central. A partir desta geometria surgem duas situações:

Centrífugo – quando as correntes dos canais divergem a partir de um divisor central, comumente associado a altos estruturais, cones vulcânicos, corpos intrusivos ou outras estruturas circulares; e

Centrípeto – quando os canais convergem para um ponto central da sub-bacia. O padrão reflete uma área deprimida, dolina ou cratera vulcânica.

Anelar

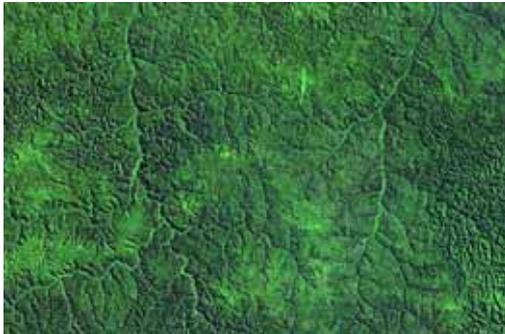
Padrão formado por anéis concêntricos. É típico de áreas dômicas profundamente entalhadas em estruturas formadas por camadas de diferentes graus de resistência à erosão.

Muitas modificações e variações de padrões de drenagem envolvem aspectos característicos de padrões básicos e tais possibilidades são proporcionais à diversidade de ambientes e compartimentos que uma área possa ter.

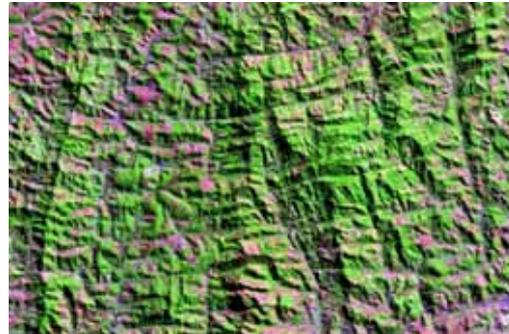
Alguns padrões de drenagem são indicativos, por si só, de determinada estrutura geológica. Falhas ativas podem ser reveladas pelos padrões treliça, retangular, distributário ou palimpsesto. Zonas de dobramento ativo mostram padrão anelar ou treliça; zonas soerguidas podem ser identificadas pelos padrões distributário, centrífugo, palimpsesto, amorfo, pinado e lagunado; zonas subsidentes são identificadas pelos padrões reticulado, multibasinal, centrípeto e palimpsesto; e zonas basculadas são reconhecidas pelos padrões treliça, dicotômico, paralelo, colinear ou palimpsesto.

Padrões compostos envolvem, por exemplo, pequenos enclaves de um padrão dentro do outro, em vez de dois padrões adjacentes de igual magnitude. Ex.: radial dentro de dendrítico.

Figura 24 - Padrões de drenagem



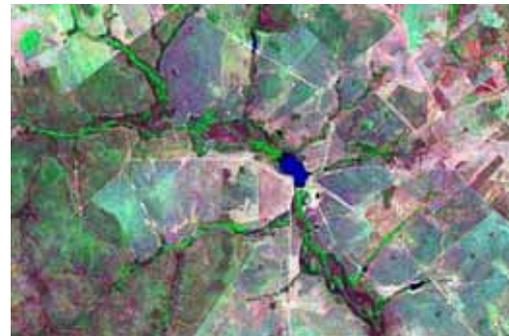
Dendrítico



Retangular



Pinado



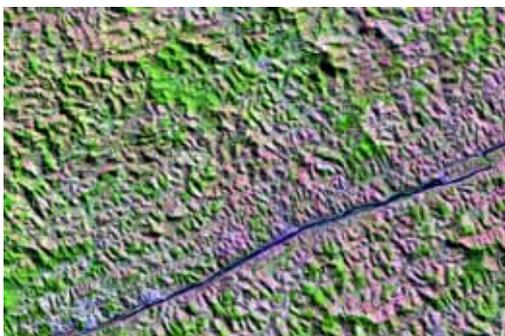
Radial-Centripeto



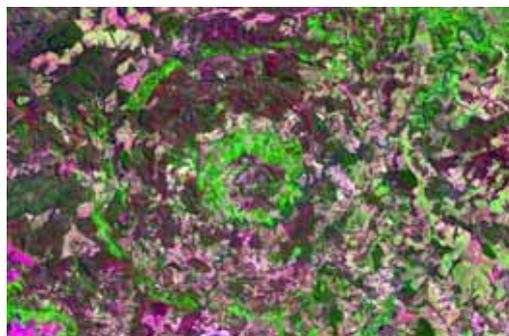
Paralelo



Radial-Centrifugo



Treliça



Anelar

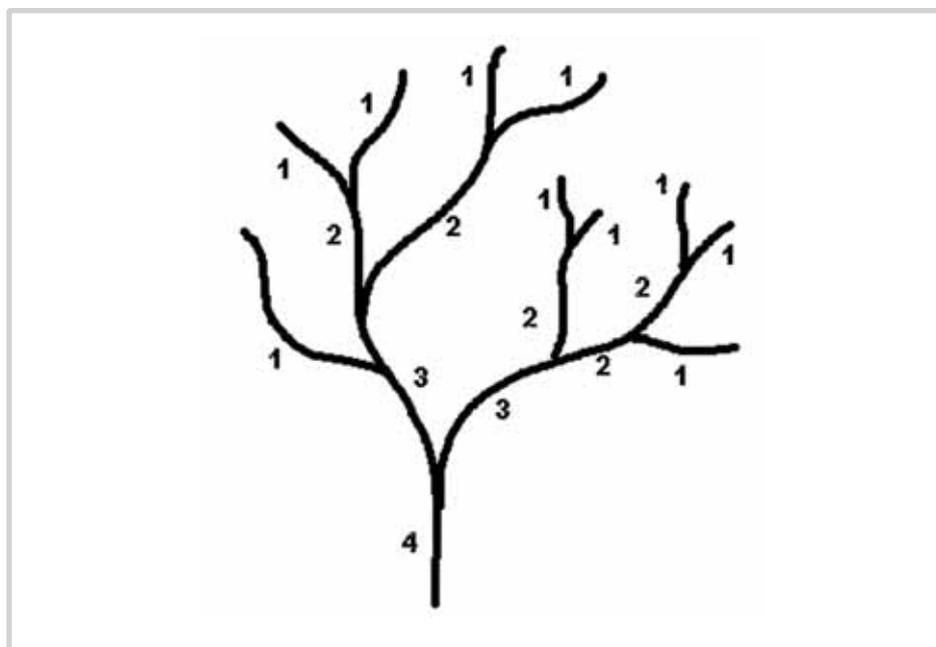
Hierarquia fluvial

A hierarquia fluvial consiste em estabelecer um ordenamento na disposição dos canais para efeitos comparativos entre sub-bacias inseridas nos modelados. É um importante parâmetro morfométrico, essencial para a caracterização da rede de drenagem na descrição das unidades geomorfológicas.

A análise morfométrica de bacias hidrográficas inicia-se pelo ordenamento dos canais fluviais, com a finalidade de estabelecer a hierarquia fluvial representada numericamente pela magnitude.

O sistema de Horton (1945) modificado por Strahler (1952) é atualmente o mais utilizado e assume os canais sem tributários como os de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência; os de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem e só recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e de primeira ordem, e assim sucessivamente (Figura 25).

Figura 25 - Determinação da ordem dos canais de drenagem proposta por Strahler, 1952



Christofolletti (1980)

Propriedades da drenagem

Entende-se como propriedade da drenagem as particularidades no traçado que os segmentos de drenagem apresentam em função de características físicas do terreno: litologia, índice de pluviosidade, forma de relevo, tipos de solos e cobertura vegetal. Além desses fatores, considera-se a presença de eventos tectônicos responsáveis pela deformação e formação de relevo, bem como as influências climáticas.

São 11 as principais propriedades que devem ser estudadas na drenagem e em seus padrões, sendo que sete foram propostas por Lueder (1959): grau de integração, tropia, grau de controle, sinuosidade, angularidade, ângulo de junção e assimetria. No entanto, a fim de complementar os estudos realizados pelo citado autor, inserem-se aqui grau de continuidade e retilinearidade. Horton (1945) introduziu a densidade de drenagem e densidade de canais (Figura 26). As propriedades são as que se descrevem a seguir.

Grau de Integração

Compreende a perfeita interação entre as drenagens de uma determinada bacia, de maneira a fornecer um padrão consistente de seus ramos, cujo traçado deve ser o mais simples possível. Fornece informações de maneira indireta sobre permeabilidade, porosidade, topografia, coesão, massividade, heterogeneidade, grau de dissolução das rochas e erodibilidade.

Grau de Continuidade

Consiste na continuidade do traçado dos canais de drenagem, que varia em função da permeabilidade, da porosidade e do grau de dissolução das rochas (LIMA, 2002).

Densidade de Drenagem (Dd)

Foi inicialmente definida por Horton (1945), e pode ser calculada pela equação: $Dd=Lt/A$, onde Lt é o comprimento total dos canais e A a área da bacia ou sub-bacia em estudo. Reflete de forma objetiva a permeabilidade e porosidade do terreno, podendo-se inferir características do solo e da litologia.

Densidade de Canais

Refere-se à quantidade de canais existentes por área, dentro do mesmo conceito estabelecido por Horton (1945) para densidade de drenagem. Dá indicação de permeabilidade, porosidade e solubilidade.

Tropia

Indica se a rede de drenagem apresenta uma ou mais orientações preferenciais, o que pode ocorrer devido à existência de um controle estrutural.

Grau de Controle

É avaliado de acordo com as orientações preferenciais da drenagem determinadas pela tropia. Se a tropia for unidirecional, o grau de controle é alto; caso não haja uma orientação preferencial (bidirecional ou tridirecional), o grau de controle é médio a fraco.

Sinuosidade

Refere-se às curvas delineadas pela drenagem, e pode ser aberta, fechada, ou então se situar num grau intermediário. A presença de uma sinuosidade marcante e abrupta poderá mostrar uma anomalia no terreno, retratada por um controle estrutural ou até mesmo litológico.

Retilinearidade

Evidencia-se quando a drenagem mostra orientação retilínea, sendo normalmente associada aos controles estrutural e estratigráfico.

Ângulo de Junção

Corresponde ao ângulo que os ramos secundários fazem com a drenagem principal e relaciona-se com o controle estrutural da drenagem de uma determinada área.

Angularidade

Refere-se às mudanças bruscas de direção da drenagem e indica a influência de fatores estruturais.

Assimetria

É um parâmetro que reflete o caimento do terreno e/ou indica a presença de estruturas planares primárias ou secundárias. Geralmente uma assimetria relaciona-se à existência de blocos basculados, cujo limite é demarcado por uma estrutura retilínea.

Figura 26 - Propriedades da drenagem

1- GRAU DE INTEGRAÇÃO	2- GRAU DE CONTINUIDADE	3- DENSIDADE	4- TROPIA	5- GRAU DE CONTROLE	6- SINUOSIDADE	7- ANGULARIDADE	8- ÂNGULO DE JUNÇÃO	9- ASSIMETRIA
ALTO	ALTO	ALTA	UNIDIRECIONAL		MISTOS	MÉDIA	AGUDO	
MÉDIO	MÉDIO	MÉDIA	BIDIRECIONAL		RETILÍNEOS	BAIXA	RETO	
BAIXO	BAIXO	BAIXA	MULTIDIRECIONAL DISORGANIZADO					

Anomalias de drenagem

Os efeitos da neotectônica sobre a drenagem

A drenagem que corta os depósitos terciário e quaternário pode apresentar feições peculiares caracterizadas pela alternância nos seus padrões e nos tipos de canais. Essas feições geralmente estão associadas à ação de movimentos neotectônicos.

São abordados, a seguir, alguns critérios para a identificação de feições derivadas de neotectônica, baseados em Lima (2002):

- Presença de canais dos tipos meândrico, retilíneo, entrelaçado e anastomosado em um mesmo rio, com passagens abruptas ou mesmo gradativas de um tipo para o outro.
- Existência de capturas de drenagem.
- Áreas sem divisores ou com divisores de água maldefinidos.
- Ocorrência de diversos níveis de terraços em uma margem contrastando com a ausência dos mesmos na outra margem.
- Presença de cachoeiras como pontos de quebra que indicam falhas produzidas por reativação.

Principais feições

A adaptação de um canal de drenagem a feições planares, como juntas, fraturas e falhas, promove o aparecimento de padrões retilíneos, facilmente identificáveis na imagem. Esse fato é indicativo de que uma análise minuciosa da drenagem pode fornecer inúmeros subsídios ao mapeamento e sobretudo à análise evolutiva da paisagem, considerando-se que o rio sempre se ajusta às condições regionais vigentes (Figura 27).

Figura 27 - Feições anômalas desenvolvidas pelo rio Peruípe, Município de Nova Viçosa, no litoral sul da Bahia. Imagem ALOS/PALSAR HH



IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia

Nota: Dados gerados pela Agência Espacial Japonesa - JAXA e processados pela Alaska Satellite Facility - ASF.

As principais feições morfológicas desenvolvidas são: zonas de nascentes indeterminadas, em razão da presença de pântanos, lagos ou áreas alagadiças; desajuste de canais adaptados a vales fora das proporções do poder erosivo do canal; cotovelos ou incisões de canais. As anomalias em arco ou cotovelo caracterizam-se por curvas acentuadas do rio, da ordem de 90°, normalmente provocadas por sistemas de falhas transcorrentes.

Estas feições, além de estarem correlacionadas a movimentos horizontais, podem também ser derivadas de movimentos verticais. Neste caso, devem-se observar a assimetria da rede de drenagem e os ressaltos ou rupturas de declive existentes na bacia. Tais aspectos visíveis na imagem se configuram em excelentes indicadores para a caracterização dos modelados dissecados estruturais.

Outra feição anômala que pode ser encontrada na drenagem é o estreitamento do canal do rio quando este corta terrenos situados em altos estruturais.

Um processo importante observado em situações especiais consiste na captura de drenagem. Normalmente ocorre em drenagens sujeitas a algum tipo de controle estrutural, quando um curso de água erode mais rapidamente do que outro adjacente e captura a sua descarga pela interseção do canal. Isto provavelmente se deve ao gradiente e à descarga mais elevados do captor, ou ao fato de estar cortando terrenos que possuem litologias menos resistentes, ou à combinação destes fatores. Em escala regional, a precipitação diferenciada em dois setores de uma cadeia de montanhas pode auxiliar a erosão dos rios na parte mais úmida favorecendo a captura de rios formados no lado mais seco. O ponto em que a captura ocorre é frequentemente indicado por uma brusca mudança de direção do canal, geralmente da ordem de 90°, conhecido como cotovelo.

Processos erosivos

Natureza da erosão

Uma das mais importantes formas de alterações ambientais que envolve troca de matéria e energia é a erosão. O fenômeno da erosão constitui o conjunto de agentes dinâmicos através do qual atuam de maneira combinada todos os processos de degradação da superfície terrestre, incluindo intemperismo, transporte, ações mecânica e química da água corrente e de outros agentes erosivos, responsáveis pela destruição das saliências ou reentrâncias do relevo, sendo por isso mesmo um importante agente modelador da superfície terrestre. As condições naturais das regiões tropicais, caracterizadas em geral por chuvas abundantes e elevadas temperaturas, favorecem o desenvolvimento de um profundo intemperismo químico que conduz à produção de espessos regolitos, geradores de grande quantidade de material disponível para as fases posteriores de transporte e deposição.

Podem-se distinguir, a partir da precipitação pluvial, os seguintes processos, a partir dos quais se desenvolve a erosão causada pelas águas de escoamento superficial: o *splash* e a formação de crostas, a infiltração e o *runoff*.

Os modelados de dissecação, por exemplo, resultam de uma atuação intensa da drenagem e da erosão, o que realça a importância da identificação dos processos morfogenéticos e do clima atual para a compreensão de sua evolução.

Formas erosivas causadas pelo escoamento superficial

A ação da água no desenvolvimento dos processos erosivos pode ocorrer na forma de ataque direto, quando ela atinge o solo na superfície, desagregando-o e possibilitando o transporte de partículas menores, ou ainda em subsuperfície, afetando a massa de material inconsolidado. No primeiro caso, sua ação está relacionada ao início do escoamento superficial, gerando formas erosivas associadas aos fluxos de escoamento difuso e concentrado, sendo os principais processos a erosão em lençol (*sheet erosion*), ravinas (*rill erosion*) e voçorocas (*gully erosion*).

A erosão em lençol, ou erosão laminar, depende da ação da chuva e do escoamento superficial difuso. Este tipo de escoamento caracteriza-se pela forma dispersa, não se concentrando em canais, quase sempre ocorrendo sob condições de chuva prolongada.

O fluxo laminar (*laminar flow, sheetflow*) pode ser considerado o primeiro estágio do processo erosivo, por compreender um fluxo mais ou menos regular, no qual a concentração de sedimentos e a velocidade das partículas aumentam com o fluxo vertente abaixo, ao mesmo tempo que a erosão começa a se estabelecer.

O processo de formação e desenvolvimento de ravinas pode, em algumas situações, relacionar-se aos tipos de uso da terra, sobretudo em áreas que sofreram a retirada da vegetação primária. A erosão das vertentes, particularmente aquelas destituídas da cobertura vegetal, associada à precipitação e ao fluxo superficial, frequentemente causa a formação de uma rede de ravinas subparalelas. A erosão por fluxo concentrado é particularmente generalizada nos platôs ocupados por agricultura intensiva, resultando da conexão hidrológica entre uma área de contribuição de escoamento, onde a remoção do solo não ocorre necessariamente, e um canal coletor, onde a velocidade e a descarga do fluxo excedem os valores críticos para o surgimento e o desenvolvimento de ravinas. Nestas áreas, profundas e extensas voçorocas efêmeras podem aparecer mesmo onde o gradiente das vertentes e a intensidade das chuvas sejam relativamente baixos, acreditando-se serem os sistemas de cultivo responsáveis por este problema ambiental.

Contudo, as voçorocas, ao contrário das ravinas, são feições erosivas relativamente permanentes com paredes laterais íngremes, que experimentam fluxos durante as chuvas torrenciais, estando quase sempre associadas à erosão acelerada (Fotos 76 a 79).



Foto 76 - Marcas de erosão profundas em ravinas configurando área de *badlands*, com predomínio de material arenoso e blocos de canga laterítica. Saída de Riachinho para São Romão, MG.

José Eduardo Bezerra



Foto 77 - A ação do escoamento concentrado, em material friável, provocou o surgimento de sulcos, ravinas e voçorocas cujo solo é avermelhado, com detritos rochosos espalhados na superfície. Estrada entre Gilbués e Enseada, PI.

Bernardo Nunes



Foto 78 - Voçoroca à beira da estrada instalada em baixa vertente. Alter do Chão, PA.

Diana Del'Arco



Foto 79 - Área com intenso processo de erosão acelerada com a ocorrência de ravinas e voçorocas. Pastagem com marcas de pisoteio e revolvimento de terra por animais. Plantio de bambu na voçoroca como medida preventiva à erosão nas vertentes entre Governador Valadares e Guanhães, MG.

José Eduardo Bezerra

Fatores controladores da erosão

Os processos erosivos que se desenvolvem nas vertentes fazem parte de uma complexa relação que depende de inúmeras variáveis, internas e externas. Guerra (1994) destaca que tais fatores exercem um controle sobre a erosão e a dinâmica hidrológica, podendo ser citados: a erosividade da chuva; as propriedades dos solos; a cobertura vegetal e as características das vertentes. A intervenção antrópica pode alterar esses fatores, contribuindo para intensificar ou conter os processos erosivos.

Erosividade da chuva

A erosividade constitui a potencialidade da chuva de causar erosão. Porém, dados de chuva em totais, médias mensais ou anuais são poucos significativos em relação à avaliação da erosão, sendo a intensidade o fator pluviométrico mais importante a ser considerado. Devido à escassez de registros ou à inexistência de estações meteorológicas, tem sido frequente o procedimento de correlacionar o índice de erosão a fatores climáticos que não requerem registros de intensidade de chuva. Este é o caso da utilização da equação que calcula a média mensal do índice de erosão a partir dos registros de precipitação média mensal e precipitação média anual, o que evidencia a importância de séries históricas de precipitação média mensal para a investigação da erosividade, quando não houver registros da intensidade da chuva.

Propriedades do solo

Representam o conjunto de características que, interagindo com outros fatores, afetam sua erosão, ou seja, determinam a maior ou menor suscetibilidade erosiva.

A natureza do solo é um dos fatores que exerce maior influência sobre o material erodido e esta depende essencialmente das propriedades física e química, especialmente textura, estrutura e permeabilidade, densidade aparente, porosidade, teor de matéria orgânica, teor e estabilidade dos agregados e pH.

A erodibilidade, definida como a resistência do solo tanto à remoção como ao transporte, está primeiramente condicionada às propriedades do solo, dependendo, secundariamente, da posição topográfica, do gradiente da vertente e do montante da perturbação antrópica, o que a torna essencialmente dinâmica no decorrer do tempo.

Cobertura vegetal e uso da terra

A cobertura vegetal constitui um dos mais importantes fatores controladores do processo erosivo, tendo em vista a função protetora que a mesma exerce sobre o solo. Sua influência se observa na atenuação da energia cinética da chuva sobre a superfície para a proteção do solo, para a formação de húmus e, conseqüentemente, no teor e estabilidade de agregados.

O uso da terra também é um fator a ser considerado na avaliação da erosão do solo, tanto na área rural quanto na área urbana (Fotos 80 e 81). Estudos que investigam as taxas de erosão do solo constataram que diferentes tipos de uso da terra (floresta, pastagem, cultivos, solo nu), sob diversas condições ambientais, apresentaram valores diferenciados de perda anual de solo, por hectare (BIGARELLA, 2003).

Coberturas vegetais reconstituídas e sistemas de manejo são potencialmente eficazes para a contenção da erosão; experimentos realizados demonstraram o quanto diferentes tipos de vegetação influenciam a qualidade química e a física do *runoff* e do material erodido.



Foto 80 - Estradas para deslocamento do gado, com terracetes relacionados ao pisoteio, em relevo acidentado a cerca de 13km de Santa Rosa da Serra em direção à Divinópolis, MG.
José Eduardo Bezerra



Foto 81 - Ocupação indevida em faixa costeira em meio a campo de dunas ativas com vegetação herbácea incipiente no norte da Ilha de Santa Catarina, SC.
Marcia Faria

Características das vertentes

As características das vertentes que podem afetar a erosão dos solos dizem respeito à declividade, bem como ao comprimento e à forma que elas apresentam. A importância da declividade e do comprimento das vertentes para a erosão é atribuída à influência que estes fatores exercem sobre a velocidade e o volume do escoamento superficial.

A forma das vertentes, por sua vez, atua direta e indiretamente no escoamento superficial e na erosão, com importantes implicações para o balanço de materiais e natureza dos processos.

No que se refere à forma da vertente em curvatura, Bloom (1970) identifica aquelas cujas curvas de nível deslocam-se de forma convexa para fora das mesmas como distribuidoras de água, nas quais a água se espalha lateralmente vertente abaixo, tendendo esses setores a serem mais secos que as concavidades. Ao contrário, as vertentes de contornos côncavos são consideradas coletoras de água, a jusante das quais localizam-se as nascentes de rios.

Bloom (1970) destaca que, geralmente, a superfície superior convexa do perfil da vertente é controlada por escorregamentos, em especial o rastejamento, ao passo que nos trechos inferiores, côncavos, predomina o transporte pela água, caracterizado pelo escoamento laminar ou por filetes (Fotos 82, 83 e 84).



Foto 82 - Perfil Convexo - Relevo dissecado cortado pelo rio Indaiá, destaque para o canal sinuoso controlado pela estrutura. Santa Rosa da Serra, MG.
José Eduardo Bezerra



Foto 83 - Perfil Retilíneo – Relevo montanhoso associado a falhamentos em blocos na Serra do Mar, Caminho do Imperador próximo a Teresópolis, RJ.
Marcia Faria



Foto 84 - Perfil Côncavo – Relevo de morros no vale do rio Cotingo com desfiladeiro de vertentes ravinadas a caminho de Pedra Branca, RR.
Marcia Faria

Movimentos de massa ou gravitacionais

Movimentos de massa ou gravitacionais compreendem a remoção e o transporte, vertente abaixo, das formações superficiais e do material rochoso sob influência da gravidade. O deslizamento e o fluxo desses materiais devem-se à posição instável na vertente e às forças gravitacionais, mas o movimento de massa é intensificado pela ação da água. Também são considerados movimentos de massa o rastejamento lento de solo e fragmentos rochosos, assim como os movimentos rápidos de grandes deslizamentos sobre longas distâncias.

As condições que favorecem os movimentos de massa dependem principalmente da estrutura geológica, da declividade da vertente (forma topográfica), do regime de chuvas (em especial, os episódios pluviais intensos), da perda da vegetação e da

atividade antrópica, bem como da existência de espessos mantos de intemperismo, além da presença de níveis ou faixas impermeáveis que atuam como planos de deslizamentos (BIGARELLA, 2003).

Em face da multiplicidade de classificações existentes referentes aos movimentos de massa, decorrente do enfoque de diferentes profissionais atuantes na área e da complexidade dos processos envolvidos, optou-se por utilizar uma que apresenta de forma resumida as noções utilizadas no presente manual.

Esta classificação diferencia os movimentos gravitacionais em dois grandes tipos: os rápidos e os lentos.

Os movimentos de massa rápidos constituem-se de desmoronamentos (*rock falls, earth fall*), tombamentos, escorregamento de rochas (*rock slide*), escorregamento de escombros (*debris slide*), deslizamentos e corridas de terra e de lama (*debris flows e mud flows*). Estas classificações também variam em função da participação da água no sistema e do tipo de material.

Os movimentos de massa lentos são a solifluxão e o rastejamento ou *creep*. O primeiro é um processo polizonal, de alguns decímetros por ano, relacionado ao solo encharcado de água. O rastejamento efetua-se sob o efeito da gravidade, com velocidade de alguns centímetros por ano, afetando apenas a porção superficial do solo e diminuindo em profundidade (PENTEADO, 1980) (Fotos 85 e 86).



Foto 85 - Entre os mais diversos tipos de ocorrências deste fenômeno no vale do Itajaí, as corridas de lama e de detritos em área florestada foram os mais rápidos e de alto poder destrutivo no entorno do Morro do Baú, Ilhota, SC.
Fernando Peres



Foto 86 - Movimento de massa como fenômeno natural e frequente nas vertentes íngremes da Serra dos Órgãos, cuja declividade é acentuada e o solo é pouco espesso, favorecendo o deslocamento de regolito e porções da cobertura vegetal durante as chuvas de verão. Paraíso, RJ.
Marcia Faria

Formações superficiais

Formações superficiais abrangem toda a cobertura de material decomposto sobrejacente à rocha sã. Podem ser de gênese autóctone, compreendendo os solos residuais e saprólitos intemperizados *in situ*, ou alóctone, resultantes da ação dos processos erosivo-deposicionais sobre os mantos de alteração (SCISLEWSKI, 2003).

A maior parte desses depósitos remonta ao Pleistoceno e está relacionada às condições ecológicas da época de sua formação. Seu estudo permite conhecer os sistemas morfogenéticos do passado, fornecendo elementos essenciais para a “interpretação evolutiva da paisagem”, uma vez que as mesmas são depósitos correlativos de formas de relevo e de processos específicos de um determinado sistema morfoclimático (PENTEADO, 1980).

Na origem das formações superficiais, Scislewski (2003) destaca também os processos de natureza geoquímica e pedológica de interesse fundamental para a compreensão da gênese das coberturas detrito-lateríticas, como as que ocupam parte dos chapadões semiúmidos do Centro-Oeste brasileiro.

Hipsometria

A representação do relevo através de curvas de nível é importante elemento de análise, tendo em vista as informações quantitativas que representam.

As curvas de nível são linhas que, em intervalos iguais, ligam pontos de igual altitude, considerando o nível médio do mar como cota zero; seu espaçamento é variável de acordo com a escala do mapa. O espaçamento mais comum, ou equidistância, entre as curvas de nível nas folhas topográficas de escala de 1:50 000, por exemplo, é de 20 metros (m). Em representações em escala de 1:200 000, as curvas de nível mais usuais são espaçadas em 100m. Em mapas com escalas menores, como a de 1:1 000 000, é adotada a curva de nível com intervalo variável. Esta variabilidade é necessária pois feições importantes do relevo de menores altitudes seriam perdidas no conjunto das terras baixas, e curvas de nível muito próximas iriam sobrecarregar o traçado em áreas montanhosas.

Um segundo recurso utilizado para a representação do relevo oriundo das informações quantitativas existentes em um mapa de curvas de nível é o perfil topográfico. O perfil traçado sobre o mapa dá uma idéia mais facilmente compreensível da configuração do relevo na área selecionada. Seu traçado pode ser feito ao longo dos vales fluviais ou perpendiculares a eles, de acordo com a finalidade da pesquisa. Comumente traçado em linha reta, pode ser representado em seções que acompanhem áreas de interesse específico, como as estradas de rodagem ou mesmo a rede de drenagem.

A representação da hipsometria, através de mapas temáticos ou em perfis topográficos, é um importante instrumento para identificação de superfícies balizadas em níveis altimétricos previamente conhecidos. Em escala de detalhe, especialmente no que diz respeito aos perfis topográficos, podem ser feitas inferências quantitativas quanto à extensão dos interflúvios, ao aprofundamento da drenagem e à declividade das vertentes.

Todas estas informações complementam aquelas de caráter qualitativo na investigação da evolução do relevo.

Declividade

A existência de diferentes propostas de classificação de declividade revela o interesse no estabelecimento de critérios que sejam capazes de orientar o uso adequado do relevo, possibilitando a identificação de áreas suscetíveis aos processos erosivos e a movimentos de massa. Informações a respeito do declive das vertentes por si só são de considerável importância, tendo em vista a possibilidade de indicar fatores crítico e restritivo a determinados usos, como é o caso da rede viária e da agricultura.

De particular interesse, tem sido a utilização da declividade como fator regulador da ocupação nas áreas urbanas, fato que pode ser constatado nos limites estabelecidos nos planos diretores e amparados na legislação ambiental. Inúmeros institutos de pesquisa desenvolvem estudos permanentes a respeito da dinâmica das vertentes, sobretudo em áreas consideradas de risco à ocorrência de movimentos de massa, associados a declives acentuados e à presença de material de menor resistência aos agentes erosivos.

Para fins de planejamento conservacionista, não há necessidade, de modo geral, de discriminar no levantamento os graus de declive do terreno em suas mínimas variações, sendo suficiente delimitar as zonas em que ocorrem determinadas classes de declive e indicar a direção e o sentido das declividades.

Avaliação do relevo

Com base no conhecimento do tipo de relevo, da evolução das vertentes e da dinâmica fluvial é possível proceder uma análise integrada do ambiente, tendo como base a avaliação do relevo ou avaliação morfodinâmica da paisagem. Esta avaliação identifica categorias de relevo em função de suas características e sua dinâmica atual, bem como os efeitos das atividades antrópicas e sua reciprocidade sobre a morfodinâmica. Nela é considerada a interação do relevo com outras variáveis ambientais como a rocha, o solo, a cobertura vegetal, além do clima e da hidrologia.

Para avaliar os sistemas de modelados que constituem as unidades geomorfológicas, toma-se como base os parâmetros representados na carta geomorfológica que são:

- Características das formações superficiais, como a gênese, tipo de perfil, espessura, continuidade e descontinuidade espacial e textura;
- Processos morfogenéticos atuantes e suas manifestações através de sua localização, tipo, intensidade e a distribuição espacial;
- Geometria das formas de relevo, suas dimensões e classes de declividade; e
- Confronto e compatibilização das manifestações morfodinâmicas observadas em campo com as classes de erosão dos solos utilizadas pelos pedólogos. Esse confronto resulta na classificação morfodinâmica.

As classes de avaliação morfodinâmica foram definidas a partir da classificação dos ambientes em categorias ecodinâmicas segundo Tricart (1977), que classificou os meios em estáveis, *intergrades* (em transição) e instáveis. Foram identificadas cinco classes.

- Muito Fraca (Mfa) – Geralmente corresponde aos relevos planos (0 a 3%) com formações superficiais espessas, como, por exemplo, topos planos de chapadas, onde os efeitos do escoamento superficial não são visíveis, mas considera-se que há perda de materiais em solução pela ação da infiltração das águas e do escoamento subsuperficial. Nessas áreas há um predomínio da pedogênese sobre a morfogênese, correspondendo aos meios estáveis.

- Fraca (Fa) – Caracteriza-se geralmente por relevos com declividade entre 3% e 8%, com densidade de drenagem grosseira e fraco aprofundamento da drenagem, com formações superficiais espessas e onde a ação do escoamento subsuperficial provoca a perda de materiais finos em superfície com empobrecimento dos solos e, localmente, do escoamento superficial difuso, favorecendo uma erosão laminar. Nessas áreas predomina a pedogênese sobre a morfogênese e elas integram os meios *intergrades* ou em transição.

- Moderada (Mo) – Relaciona-se geralmente a relevos com declividade de 8% a 20%, com densidade e aprofundamento médio da drenagem, com formações superficiais pouco espessas, ou a relevo plano (0 a 3%) com formações superficiais rasas e/ou com pedregosidade. Ocorre ação generalizada do escoamento superficial dos solos, dando origem a canaletas. Dada a ação equilibrada da pedogênese sobre a morfogênese, tais áreas correspondem aos meios *intergrades* (em transição).

- Forte (Fo) – É traduzida geralmente por relevos com declividade de 20 a 45%, com densidade de drenagem fina e aprofundamento da drenagem médio ou forte. As formações superficiais são pouco espessas e/ou rasas, de textura média e/ou arenosa. Correspondem também às planícies onde a dinâmica ambiental é forte. Nos relevos dissecados, há uma ação do escoamento superficial semiconcentrado e concentrado demonstrada por remoção do horizonte A, com exposição do horizonte B e formação de canaletas e sulcos profundos; nas planícies fluviais ocorre o escoamento concentrado com desbarrancamento e/ou desmoronamento, e nas planícies marinhas domina a ação das ondas e marés. Há predomínio da morfogênese sobre a pedogênese. São áreas que se caracterizam como meios instáveis.

- Muito Forte (Mfo) – Identifica-se geralmente por relevos com declividades superiores a 45%, onde as formações superficiais são pouco espessas ou inexistentes, podendo apresentar pedregosidade e afloramentos rochosos. Corresponde também aos modelados de acumulação eólica ou de inundação, como as áreas de dunas e de planícies de maré. Há predomínio de enxurradas e do escoamento superficial concentrado, que provocam a remoção total do horizonte A, atingindo diretamente o horizonte B dos solos, com a formação de ravinas e voçorocas. Em áreas localizadas, podem ocorrer rastejamento, escorregamento e desmoronamento; já nas áreas de dunas há uma remobilização das areias. Nesses relevos há um predomínio da morfogênese sobre a pedogênese, caracterizando essas áreas como meios instáveis.

Estas classes de avaliação, combinadas com a geomorfogênese e as formas do relevo, podem resultar em subclasses, a exemplo da classe muito forte onde se identifica uma subclasse relacionada com as áreas escarpadas, outra com as áreas de dunas, uma outra referente aos mangues e assim por diante. Cada uma dessas subclasses caracteriza-se por peculiaridades intrínsecas que devem ser relevadas no processo de avaliação.

Sensoriamento remoto aplicado à geomorfologia

Importância das geotecnologias na análise da paisagem

A incorporação do Processamento Digital de Imagens - PDI na análise ambiental é uma clara tendência nas geociências e atualmente representa a maneira mais eficiente e completa de executar pesquisas e levantamentos temáticos.

Esta tecnologia desperta um novo sentido para os estudos que envolvem a geomorfologia nos seguintes aspectos:

- geram novas aplicações;
- possibilitam maior precisão nas análises;
- fornecem novos meios de investigação para situações até então difíceis, quando não impossíveis de serem testadas; e
- incrementam a capacidade de processamento de dados.

Além da significativa contribuição às atividades ligadas à área de mapeamento, seja na classificação dos domínios nos aspectos morfoestruturais do relevo, ou na sua subdivisão em regiões e unidades geomorfológicas de acordo com o seu contexto evolutivo, as geotecnologias também oferecem inúmeras vantagens a estudos relacionados à morfogênese. Quando associadas às análises estratigráficas, e à utilização de imagens tridimensionais das feições e dos depósitos, por exemplo, subsidiam os estudos de evolução integrada das vertentes e dos sistemas de drenagem durante o Quaternário. Os ângulos das vertentes podem ser estimados e classificados, assim como a hipsometria também pode ser obtida com a utilização destes recursos, em que o relevo relativo pode ser determinado com razoável detalhamento.

Estas técnicas são largamente empregadas nos estudos que verificam a morfodinâmica e se tornaram eficientes e práticas na observação dos fenômenos, tanto na investigação de suas causas quanto na extensão de um determinado tipo de processo. Oferecem parâmetros tão mais precisos na construção dos modelos, que hoje são imprescindíveis no controle e na prevenção dos desastres naturais e nas análises ambientais. Através do estudo das relações geomorfológicas com as ciências afins são desvendadas as transformações ambientais em função da atuação antrópica na escala histórica recente.

As técnicas de sensoriamento remoto - SR tanto podem ser executadas isoladamente como também podem estar conjugadas a outras igualmente relevantes para a análise do relevo. Quando os dados de SR são combinados com outras variáveis organizadas dentro de um Sistema de Informações Geográficas - SIG, o potencial de análise do sistema é expandido em consequência desta integração.

Os usuários envolvidos em estudos de recursos naturais e meio ambiente raramente utilizam informações derivadas apenas de SR, sobretudo a geomorfologia, que congrega várias áreas temáticas, tais como o cenário geológico e o arcabouço estrutural da área de estudo, suas condições climáticas pretéritas e atuais, cobertura vegetal, formações superficiais e a morfodinâmica contemporânea decorrente de diferentes tipos de uso da terra e formas de apropriação do relevo. Geralmente estas informações provêm de várias fontes, espaciais e não-espaciais, em diferentes formatos.

O SIG é um sistema de informações cujos *inputs* primários são dados espaciais georreferenciados; o SIG auxilia na organização desses dados e principalmente na sua integração. Um SIG completo inclui funções de aquisição, codificação, manipulação, armazenamento e recuperação, análise, extração e *display* dos dados.

Vale ressaltar que o universo SR-SIG deve estar bem sintonizado com a etapa de campo, cujos dados georreferenciados se integram aos mapas e imagens digitais com o intuito de inserir a verdade do terreno no contexto da pesquisa. O melhor da informação que cada um destes recursos oferece é condensado em meio digital para a elaboração de uma análise ampla e concisa da área em questão.

Enfoque geomorfológico e resolução dos sensores

Constantemente são lançados ao espaço novos satélites incorporando aperfeiçoamentos que incluem desde alta resolução espacial, maior resolução espectral, desenvolvimento de técnicas mais avançadas de calibração até maior capacidade de revisita.

A superfície terrestre pode ser classificada, mapeada e/ou monitorada de diversas formas, pois a escolha do tipo de sensor está condicionada ao fim analítico da pesquisa. Neste âmbito, em função da variedade de sistemas ópticos multiespectrais, hiperespectrais e sistemas de radar, deve-se ter uma boa adequação da imagem em relação à sua aplicação, bem como a conciliação da relação entre custo e benefício das imagens que recobrirão a área de interesse.

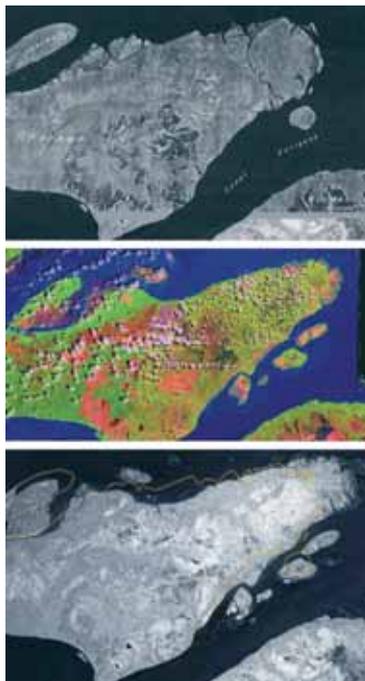
Dois parâmetros são fundamentais para a seleção do sensor e das bandas espectrais para um determinado projeto: a resolução espacial, relacionada com a escala de trabalho, e resolução espectral, relacionada com a capacidade de discriminação dos alvos espectralmente semelhantes (VERONESE, 2001). Acrescentem-se, ainda, parâmetros referentes às resoluções radiométrica e temporal.

A escolha de sensores para a identificação de alvos específicos, quando bem-sucedida, imprime precisão e segurança no desenvolvimento do projeto, além de trazer agilidade, visando à tomada de decisões, obtendo-se assim um notório avanço nas etapas que envolvem estas pesquisas. Para isto, é necessário um conhecimento maior a respeito do alvo de interesse e sua relação com a escala para que se possa recobrir toda a área de estudo da maneira lógica e adequada.

Pode-se atribuir peso similar à resolução temporal do imageamento, principalmente nas abordagens relacionadas com possíveis variações ou mudanças ambientais decorrentes de processos geomorfológicos, ou mesmo aqueles processos potencializados pelas atividades humanas (Figura 28). Os sistemas Landsat 5 e 7 superam qualquer outro em relação ao vasto acervo de imagens associado à razoável capacidade de revisita, fatores que explicam sua crescente aplicação e disseminação nas geociências. A fim de maximizar os resultados para melhor relação entre custo e benefício, devem-se adequar as necessidades da aplicação em uma determinada escala e as características dos sensores.

A escala temporal está diretamente correlacionada com o conceito de equilíbrio e evolução da paisagem, cuja mudança está atrelada às variações que possam ocorrer ao longo de um período (por exemplo: estimativas de taxa de erosão e deposição, análises de resistência dos materiais, etc.).

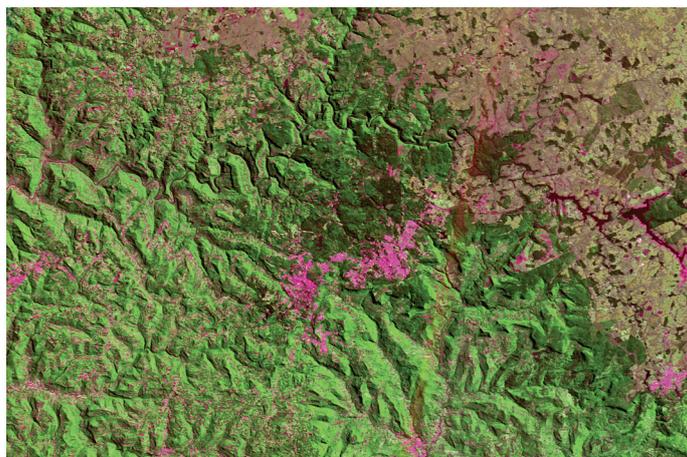
Figura 28 - Variações no contorno das ilhas na desembocadura norte do rio Amazonas. Em sequência cronológica: A - imagem de Radar GEMS banda X (1984); B – imagem Landsat 5/TM, composição R5G4B3 (1998); e C – imagem RADARSAT-1, banda C (2002) que exhibe a configuração da linha de costa (em laranja) correspondente à imagem do Radar GEMS



As áreas costeiras, por exemplo, suscetíveis a forte intensidade morfodinâmica ou mesmo a desastres ecológicos, necessitam de estudos específicos voltados à compreensão destes complexos mecanismos. Isto inclui o cálculo de taxas e estimativas dos fenômenos, cujo monitoramento é essencial ao uso e planejamento destas áreas, o que pode ser alcançado com a integração SR-SIG.

O Programa CBERS, fruto de convênio sino-brasileiro, através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, inclui o lançamento de novos satélites e tem como meta alcançar a total independência na detenção destas tecnologias de sensoriamento remoto para o monitoramento dos recursos naturais. Este órgão disponibiliza gratuitamente um amplo acervo de imagens através da Internet. O satélite CBERS-2 possui um conjunto de sensores ou instrumentos – WFI (Câmera de Amplo Campo de Visada), CCD (Câmera Imageadora de Alta Resolução), IR-MSS (Varredor Multiespectral Infravermelho) – com alto potencial de atender a múltiplos requisitos de aplicações. Porém, cada um desses sensores tem características próprias que os tornam mais adequados a certas categorias de aplicações. O CCD, por possuir uma boa resolução espacial – 20 metros – em quatro bandas espectrais, mais uma pancromática na faixa espectral do visível e do infravermelho próximo, presta-se à observação dos modelados, feições ou processos cujo detalhamento seja importante. Além de oferecer um campo de visada de 120 quilômetros (km), auxilia nos estudos para a identificação das unidades geomorfológicas juntamente com o outro sensor, IR-MSS, com 80 metros e 160 metros de resolução (Figura 29).

Figura 29 - A composição colorida R3G4B2 do satélite CBERS 2 /CCD possibilita a identificação de diversos compartimentos na Serra Gaúcha, RS

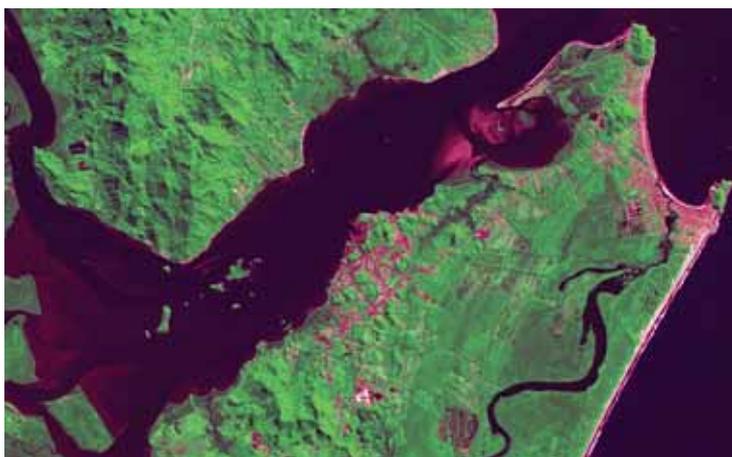


CBERS 2 (2005)

A partir de 2006, através de um acordo de cooperação com a Agência Japonesa de Exploração Aeroespacial - JAXA, o IBGE se tornou responsável pela distribuição das imagens do satélite ALOS para diversos órgãos do Governo Federal, instituições de pesquisa e demais usuários não comerciais do Brasil. O sensor AVNIR 2 (resolução espacial de 10 metros) apresentou boa versatilidade nas composições coloridas a partir de bandas espectrais na faixa do visível e excelente resolução para a identificação dos diversos tipos de modelados, com destaque para as feições de detalhe. Interessante observar que as cenas têm um recobrimento espacial menor em arquivos grandes, o que pode tornar trabalhoso o processo de mosaicagem para recobrir uma folha na escala 1:250 000. Este sensor se destaca por possuir uma configuração especial (modo Triplet) que torna possível a visada estereoscópica de imagens pancromáticas (2,5 metros de resolução), permitindo assim avaliações mais precisas nos estudos que abordam os processos erosivos e/ou a dinâmica das paisagens (Figura 30). O ALOS dispõe ainda da opção PALSAR (radar banda L) recomendada para a geomorfologia especialmente nas análises de dissecação do relevo.

As imagens de alta resolução, tais como: Eros, Ikonos e QuickBird, normalmente apresentam custo elevado e não são muito convenientes para trabalhos com enfoque regional. Por outro lado, estudos mais específicos, sobretudo aqueles direcionados à morfodinâmica, necessitam destas imagens de alta resolução espacial para o reconhecimento das feições de detalhe e processos morfodinâmicos atuantes.

Figura 30 - Composição colorida R3G4B2 do satélite ALOS/AVNIR 2 mostrando a região da Baía de Babitonga e Ilha de São Francisco, SC



IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia

Nota: Dados gerados pela Agência Espacial Japonesa - JAXA e processados pela Alaska Satellite Facility - ASF.

Importância do radar

As características inerentes ao tipo de sensor devem ser consideradas visando ao seu desempenho nas aplicações da investigação geomorfológica. No caso do radar, excelente sensor para análise do relevo, deve-se ter obrigatoriamente um conhecimento prévio das características radiométricas do sensor. Estas incluem parâmetros operacionais, tais como: a banda de atuação, resolução espacial, polarização, ângulo de visada e a possibilidade de estereoscopia.

Ao contrário dos sensores passivos, o radar emite o seu próprio feixe de ondas eletromagnéticas, captando igualmente o sinal de retorno refletido pelo alvo. Por isto, é considerado um sensor ativo, ou seja, ele próprio gera a sua fonte de radiação, o que lhe garante total independência em relação às condições atmosféricas durante a coleta de dados. Seu desempenho melhora em áreas recobertas por florestas, pois suas ondas eletromagnéticas conseguem atravessar densas coberturas de nuvens.

A contribuição do Radar GEMS no levantamento geomorfológico do Brasil

Os radares aerotransportados são de fato ferramentas eficazes para a análise do relevo, tendo sido largamente utilizados pelo Projeto RADAMBRASIL para o mapeamento dos recursos naturais de todo o território brasileiro. Na época, optou-se pelo sistema GEMS-1000, aerotransportado, banda X (comprimento de onda: 3,12 centímetros) e resolução de 16 metros, utilizando-se para as interpretações geomorfológicas os mosaicos e faixas estereoscópicas, além de cartas planimétricas e um rigoroso controle de campo (Figura 31).

Figura 31 - Recorte de imagem Radar GEMS 1 000 em área de relevo dissecado com feições residuais, a leste do Município de Caracará, Roraima, onde sobressaem as serras de Barauana e Anauá



IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia

Nota: Imagem do acervo do Projeto RADAMBRASIL.

Apesar de ainda ser utilizado, deve estar claro que os dados foram obtidos por meio analógico e que, em função disto, apresentam distorções nas cartas-imagem e diferenças texturais na junção das faixas, ou seja, problemas inerentes ao formato das imagens. Em função destas limitações, seu uso se restringe a análises visuais sem a incorporação direta das informações durante a confecção de arquivos vetoriais.

Aplicações e produtos de radares orbitais

Imagens de Radar de Antena Sintética – SAR são cada vez mais utilizadas nas pesquisas geomorfológicas, embora ainda apresentem custos mais elevados em relação a vários sistemas multiespectrais. Considerado o sistema mais avançado na obtenção de imagens orbitais por radar, o RADARSAT-1 e o RADARSAT-2 operam em diferentes módulos na banda C com resoluções de até 2m, em diferentes ângulos de incidência e polarizações.

De acordo com vários testes aplicados em estudos de relevo, Singhroy e Saint-Jean (1999) estabeleceram diretrizes gerais para a utilização de imagens do sistema RADARSAT, quais sejam: em ambientes de relevo com pequeno desnível altimétrico, a direção de visada pode ser utilizada para fornecer um realce melhor dos lineamentos, ou, no caso das planícies, pode ressaltar as formas de detalhe. A maior ou menor diferença entre os ângulos de incidência permite o maior ou menor exagero vertical em pares de imagens estereoscópicas. Portanto, recomenda-se utilizar 20°-40° para relevos mais arrasados e 5°-20° para relevos mais dissecados, cujos desníveis entre topo e vale são mais acentuados. Observa-se, ainda, que, em ambiente de relevo montanhoso, o retroespalhamento é fortemente controlado pela declividade e orientação das vertentes, promovendo efeitos de encurtamento das mesmas, inversão de relevo e sombreamento.

Particularidades do radar na análise do relevo

Da mesma forma que as imagens multiespectrais orbitais, uma imagem digital de SAR é constituída por uma série de linhas e colunas de pontos, onde cada ponto ou *pixel* representa a intensidade da reflexão do pulso de energia emitida pela superfície correspondente. Existe uma correlação direta entre a característica desta reflexão e a rugosidade do terreno. Uma das regras fundamentais na análise de imagens de radar é que quanto mais brilhante ou maior a reflexão do sinal do radar, mais rugosa é a superfície do alvo analisado. Superfícies planas refletem muito pouco e aparecem escuras na imagem.

As micro-ondas do radar são igualmente sensíveis às propriedades radioelétricas do alvo observado. Consequentemente, se comportam em função da natureza ou composição química do alvo, principalmente em relação ao seu grau de umidade. Áreas saturadas de água se apresentam mais brilhantes e áreas secas aparecem mais escuras, com exceção das massas de água que formam espelhos de água lisos e, por serem perfeitamente planos, refletem para longe as micro-ondas da antena e aparecem escuras na imagem.

Em áreas de relevo dissecado, dependendo da direção de visada, as vertentes expostas ao feixe de ondas aparecerão mais claras, ao passo que as áreas mais escuras vão corresponder às vertentes que não receberam os pulsos de energia do radar. Serras ou cadeias de montanhas com cristas e vales orientados segundo as estruturas geológicas terão vertentes escuras ou claras em função da direção de visada. Quando esta direção é ortogonal às cristas, as feições lineares são fortemente marcadas na imagem pela vertente clara imageada (forte retroespalhamento) seguida da vertente escura oposta ao pulso de energia. Tais feições lineares correspondem aos “lineamentos de radar” referidos por Lima (1995).

Alguns *softwares* oferecem recursos que permitem simular uma alteração do ângulo de incidência da luz na imagem, mudando, por conseguinte, a iluminação das vertentes. Esta manipulação pode ser feita na imagem desde que se conheça bem a geologia regional da área enfocada, pois o resultado desta manipulação pode alterar a textura original e falsear a direção de determinadas estruturas.

Sistemas multiespectrais

Propriedades das bandas Landsat

O sensor multiespectral do sistema Landsat é talvez o mais difundido no Brasil e apresenta atualmente no mercado a melhor relação entre custo e benefício dentre os dados gerados a partir de satélites de média resolução – 15 metros a 30 metros. O sensor ETM+ do Landsat 7 possui grande alcance espectral, produzindo imagens de oito bandas, sendo uma pancromática e sete multiespectrais que podem ser combinadas e gerar inúmeras possibilidades de composições coloridas para servir às mais diversas finalidades.

De acordo com a análise das bandas do Landsat 5/TM, observou-se que a banda 5 é a que apresenta maior riqueza de informações para a geomorfologia apresentando variância acima das demais. Esta banda ressalta a rede de drenagem e a intensidade de dissecação, a morfologia e o contato entre as diferentes unidades geomorfológicas. A banda 7 – infravermelho médio também reflete estes aspectos de forma mais sutil. Apresenta alta correlação com as bandas do visível e contribui substancialmente para as análises em áreas de pouca cobertura vegetal, realçando feições referentes aos diferentes tipo de uso da terra, estradas, áreas urbanas e feições relacionadas com processos de degradação. A banda 3, menos afetada pela interferência atmosférica do que a 1 e a 2, também oferece uma boa resposta à análise de feições erosivas em áreas que se encontram em franco processo de degradação e convém, portanto, analisá-la durante a elaboração do mapa de feições de detalhe. A análise da imagem da banda 4 na faixa do infravermelho próximo contribui sobremaneira para a delimitação de corpos de água ou de áreas mais úmidas (FLORENZANO, 1993).

Composições coloridas

Diversos estudos baseados em imagens Landsat indicaram bons resultados com a adoção de composições coloridas RGB, inserindo bandas de menor covariância, com o claro objetivo de suprimir a redundância de informações dos canais, visando a uma

boa combinação espectral para o realce das feições de relevo. Existem vários recursos no PDI que proporcionam o ajuste de imagens destinadas mais especificamente à área de mapeamento. Recomenda-se, contudo, analisar as propriedades radiométricas das feições e padrões em cada banda separadamente, antes de adotar a opção de uma composição colorida de imagens Landsat.

Separação de domínios morfoestruturais, unidades geomorfológicas, modelados e análise da drenagem são procedimentos que comportam alvos distintos passíveis de serem realçados através de composições específicas que atendam aos objetivos da pesquisa.

Entre as diferentes composições de bandas Landsat, verificou-se que para destacar os contatos entre os modelados e unidades geomorfológicas, sugere-se a composição 453 seguida da 457 (RGB). Para mapear feições em áreas cultivadas, urbana, estradas, e regiões que sofrem processos de degradação, recomenda-se a 473 e a 753 (RGB) (Figura 32).

Figura 32 - Imagem Landsat 7/ETM+, composição colorida R4G5B3 da região de Porto Belo-Bombinhas, SC



Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE

No caso da combinação de diferentes tipos de imagem ou mesmo imagens de natureza diferente, a transformação IHS, que define as cores pelos conceitos de *Intensity* (intensidade de brilho), *Hue* (nuance de cor) e *Saturation* (saturação), produz excelentes resultados. Envolve várias etapas, porém tem a vantagem de definir as cores a partir destes três atributos independentemente. A integração da banda 8 (pancromática) com as demais bandas multiespectrais pode ser produzida através do processo de fusão de imagens utilizando-se esta técnica. Em função do aumento da resolução espacial, sem perder as informações espectrais de uma boa composição colorida, as aplicações se estendem a vários tipos de análises, sobretudo no detalhamento das feições lineares de deposição e erosivas.

Para a confecção de um produto híbrido obtido a partir de dados SAR e Landsat, recomenda-se uma integração simplificada através da composição colorida RGB ou um produto mais elaborado através da transformação IHS. No primeiro caso, após o registro imagem-imagem com reamostragem de tamanho do *pixel* do radar (25 metros para 30 metros), compatível com o dado Landsat, estabelece-se o SAR no canal vermelho R mais as bandas 5(G) e 3(B). A imagem SAR no canal vermelho empresta à composição uma melhor definição de vários aspectos geomorfológicos, contribuindo substancialmente para a delimitação das áreas mais úmidas, representadas como planícies fluviais ou por áreas inundáveis. Na opção do IHS, tem-se uma imagem similar, porém mais sofisticada, apresentando as nuances das bandas multiespectrais superpostas às estruturas e ao relevo destacados pelo SAR.

Integração SR-SIG e produtos derivados

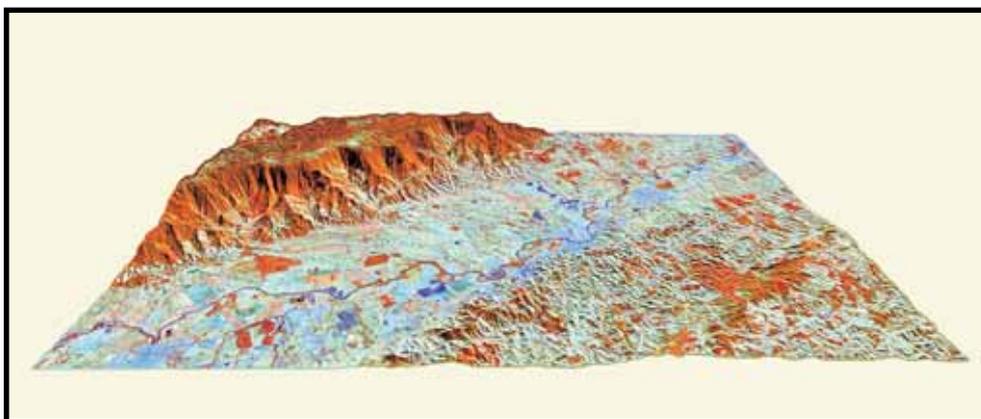
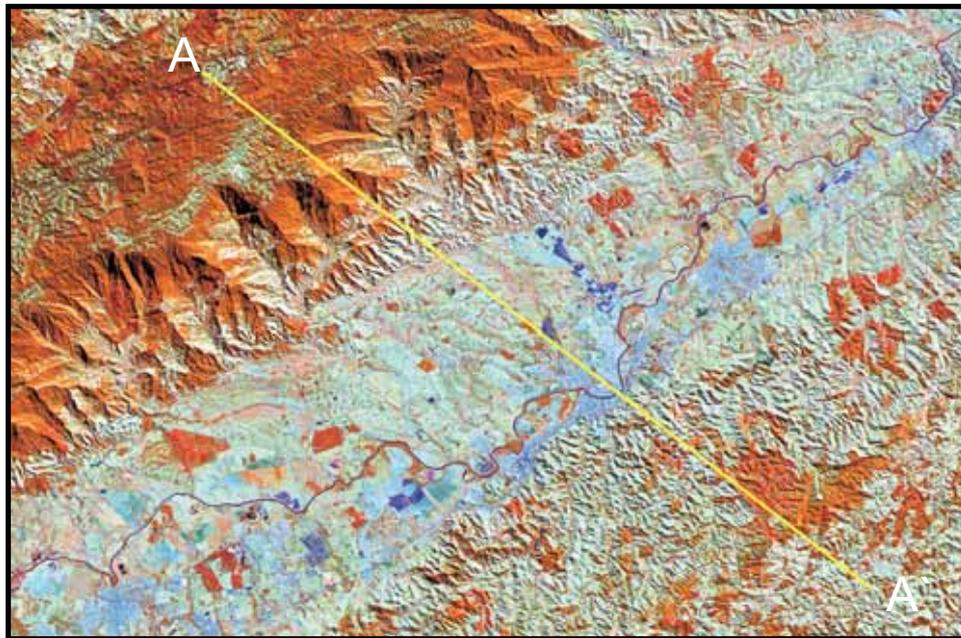
Uma vantagem da integração SR-SIG se relaciona com a capacidade de armazenamento de dados, o controle e o monitoramento de áreas sujeitas a variações e mudanças na paisagem. O uso destas ferramentas torna mais fácil o acompanhamento dessas mudanças em comparação com os meios tradicionais.

As técnicas de sensoriamento remoto têm uma trajetória histórica na Geomorfologia marcada por uma geração de trabalhos elaborados a partir de fotointerpretação. Ainda que esta tecnologia seja ampliada com o desenvolvimento de sensores cada vez mais sofisticados, alocados em diferentes plataformas, os especialistas não excluem a fotografia aérea no mapeamento. Este recurso ainda oferece praticidade e excelente resolução para determinadas tarefas, além de ressaltar a topografia através da estereoscopia. Existem *softwares* específicos para este tipo de imagem, cuja estereoscopia é obtida no próprio *display*, que, por sua vez, dispõe de ferramentas para a geração de mapas ou arquivos vetoriais em ambiente SIG.

Vários sistemas, tais como: RADARSAT, Aster, Spot, Eros e ALOS (AVNIR 2), proporcionam uma perspectiva tridimensional das formas de relevo através de pares de imagens estereoscópicas. Feições sutis não perceptíveis em imagens simples são claramente identificáveis para a confecção dos mapas temáticos.

O aprimoramento destes sistemas permitiu a criação e o desenvolvimento de modelos próprios de representação de uma superfície, concebidos tanto por imagens digitais como através de dados obtidos por meio analógico. Cada vez mais usual na Geomorfologia, o Modelo Digital de Elevação - MDE, oferece uma visão tridimensional da área em questão e otimiza a verificação das variáveis que influenciam na atuação dos processos morfodinâmicos e na geomorfogênese. Elementos como declividade, cobertura vegetal, tipologia das formações superficiais, uso da terra ou mesmo algumas estruturas geológicas podem ser analisados em 3D (Figura 33).

Figura 33 - Produtos derivados de modelos digitais de elevação SRTM, sobrepostos por imagem Landsat 5/TM, composição 4R5G3B, na região do vale do rio Paraíba do Sul, SP



LANDSAT (2006), SRTM (2000)

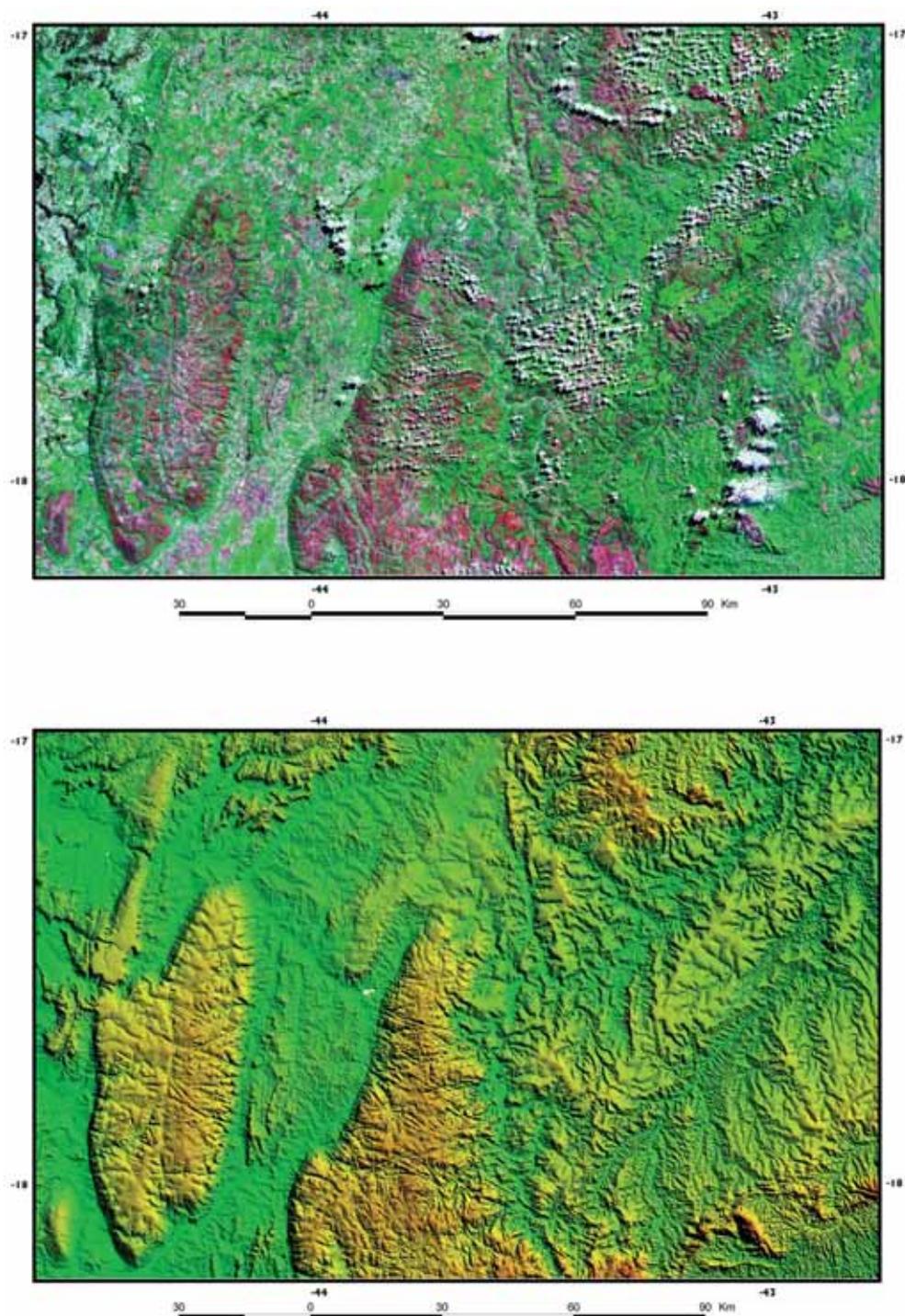
O MDE se estabeleceu num patamar ferramental dos mais sofisticados para determinados estudos ambientais. Em função da sua versatilidade na realização de testes, simulação de situações adversas, retrospectiva e análise histórica dos processos, o MDE é amplamente utilizado nas pesquisas que envolvem ordenamento territorial.

O modelo pode ser construído a partir da obtenção de imagens através de pares estereoscópicos ou por visadas alternadas da paisagem obtidas em ângulos diferentes. Os dados obtidos por SAR podem ser utilizados como fonte de dados estereoscópicos para a modelagem do terreno. Assim como as fotos aéreas, os dados SAR já podem ser processados em sistemas de *software* para a geração de MDE.

MDEs interferométricos obtidos por sensores orbitais evoluíram muito rapidamente e assumiram uma posição de destaque quanto às aplicações voltadas ao mapeamento regional. Um salto qualitativo foi dado a partir da disseminação das imagens e modelos gerados pela Shuttle Radar Topography Mission - SRTM, com interferometria de elevada resolução, utilizando bandas C e X. Com uma resolução de 90m, os dados SRTM representaram um avanço importante em relação às alternativas livres até então disponíveis.

Estes modelos são ferramentas muito eficazes nos estudos de compartimentação do relevo e atualmente estão sendo bastante difundidos na área de mapeamento geomorfológico. Possuem excelente aplicação em abordagens que analisam a morfodinâmica. A topografia bem contrastada conjugada à sombra do radar realçam bem as unidades, sobretudo em regiões de transição onde o relevo é marcado por serras, tabuleiros e planícies costeiras (Figura 34).

Figura 34 – A utilização conjunta de imagens de satélite com modelos digitais de elevação SRTM amplia as possibilidades da interpretação na compartimentação do relevo, particularmente em áreas onde há cobertura de nuvens. Imagem Mosaico GeoCover e modelo SRTM, folhas SE23xc e SE23xd



GeoCover circa 2000 coverage point and polygon shapefiles (2000), SRTM (2000)

Técnicas utilizadas na interpretação geomorfológica

A pesquisa geomorfológica envolve uma variedade de técnicas que congregam as atividades de gabinete e de campo. Trabalhos recentes (FLORENZANO, 2008; VENTURI, 2008) dedicam especial atenção à divulgação destas técnicas, enriquecidas na atualidade com a incorporação de novas tecnologias, sobretudo no que se refere ao uso de imagens e das ferramentas de geoprocessamento. Listam-se, a seguir, as mais utilizadas nas atividades de Geomorfologia no IBGE.

Técnicas de gabinete

Processamento digital de imagens

O processamento digital de imagens é o conjunto de técnicas para a manipulação de imagens digitais no sentido de facilitar a extração de informações. O objetivo é melhorar o aspecto visual de certas feições estruturais para o geomorfólogo e fornecer subsídios para a sua interpretação.

As técnicas de processamento digital de imagens, além de permitirem analisar uma cena nas várias regiões do espectro eletromagnético, também possibilitam a integração de vários tipos de dados, devidamente registrados.

Elaboração de perfis topográficos

Ferramenta auxiliar na análise das formas de relevo, podendo ser elaborada previamente em gabinete ou, posteriormente, em campo, com auxílio de cartas topográficas. A elaboração de perfis topográficos pode ser realizada de forma mais simples e direta com a utilização de modelos digitais de elevação da SRTM.

Técnicas de campo

Utilização de cadernetas e fichas de campo

As cadernetas são consideradas importantes instrumentos, sobretudo na obtenção de dados qualitativos em trabalhos de campo. Com a disseminação da informática e estruturação de sistemas de informações geográficas, as fichas de campo padronizadas possibilitam que estas informações sejam incorporadas a uma base de dados de forma relativamente homogênea. Seu preenchimento pode ser feito diretamente em Personal Digital Assistant - PDA, facilitando a carga no banco de dados.

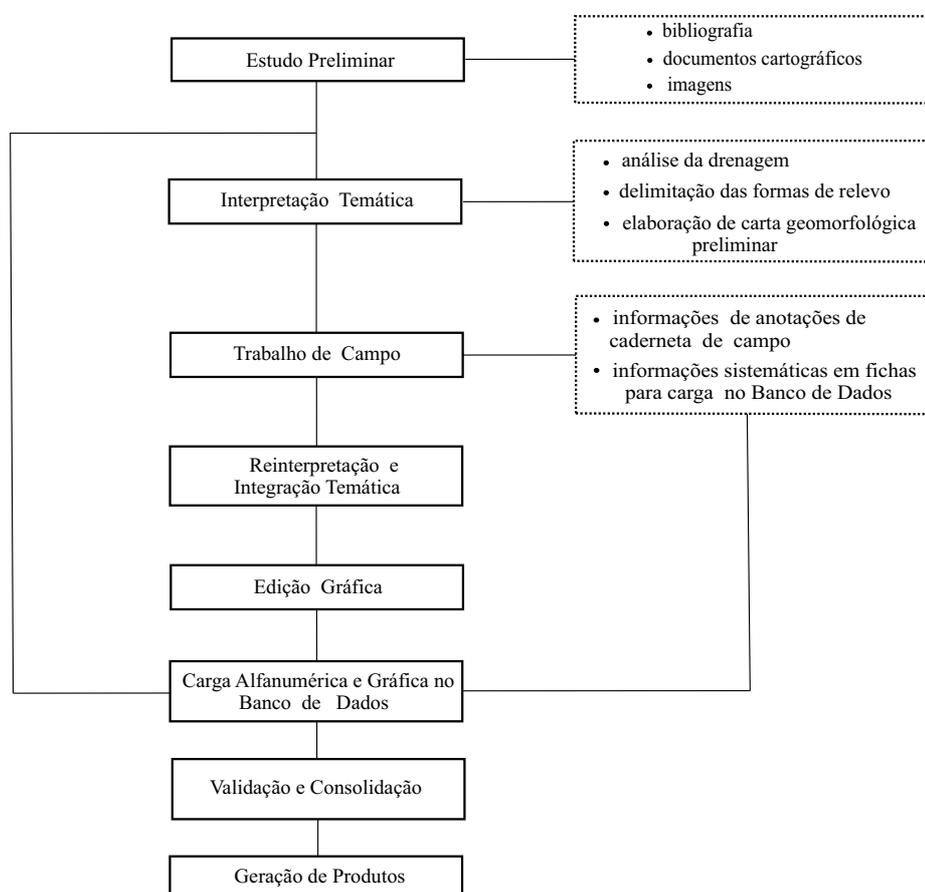
Registro fotográfico de campo

Constitui ferramenta igualmente importante na obtenção de informações de campo, especialmente para a descrição da paisagem, elaboração de relatórios e apoio na interpretação de imagem. Outra ferramenta complementar ao registro fotográfico é a elaboração de *croquis*, auxiliando na análise e no destaque dos elementos mais significativos da paisagem.

Procedimentos básicos do mapeamento geomorfológico

O mapeamento geomorfológico segue um conjunto de procedimentos gerais estabelecidos para o desenvolvimento das atividades de levantamento e produção de informações de recursos naturais da Diretoria de Geociências. No caso da Geomorfologia, cujo alvo principal é identificar as formas de relevo, algumas particularidades foram agregadas aos procedimentos gerais. A Figura 35 apresenta o fluxo geral das principais atividades deste mapeamento.

Figura 35 – Procedimentos básicos do mapeamento geomorfológico



Estudos preliminares, seleção e preparação de imagens

Seleção de dados gráfico e textual

O planejamento e a preparação do material deverão preceder todas as etapas de trabalho. Nessa fase, são consultados e analisados todos os documentos técnicos disponíveis com condições de fornecer uma gama variada de informações que contribuirão para a melhor obtenção dos resultados. Esta fase compreende:

- Seleção e incorporação de elementos da base cartográfica que servirão para o georreferenciamento das imagens e para compor o arquivo gráfico do tema;
- Seleção das imagens de sensores remotos que se mostrem adequadas aos objetivos do trabalho;
- Levantamento da bibliografia específica e geral;
- Seleção e consulta de mapas para conhecimento geral da área, como os de geomorfologia, geologia, vegetação, solos, dentre outros, além de cartas topográficas e outras de diversas fontes; e
- Análise geomorfológica das imagens de diferentes sensores, procurando-se obter uma visão de conjunto da área a ser trabalhada, com destaque para os fatos mais evidentes, inclusive pontos de dúvidas a serem resolvidas posteriormente.

Os dados oriundos desta seleção podem resultar em carga no banco de dados.

Preparação das imagens selecionadas

Especificamente, as técnicas de processamento digital de imagens envolvem as etapas de pré-processamento, realce e classificação. O pré-processamento refere-se ao processamento inicial de dados brutos para calibração radiométrica da imagem, correção de distorções geométricas e remoção de ruídos. As técnicas de realce mais comuns são: realce de contraste, filtragem, operação aritmética, transformação IHS e componentes principais. Já as técnicas de classificação podem ser divididas em supervisionadas e não supervisionadas.

Os procedimentos descritos, a seguir, objetivam uniformizar uma rotina a ser seguida no processamento das imagens utilizadas como apoio no levantamento de dados temáticos. De modo simplificado, o roteiro para tratamento de imagens obedece as seguintes etapas:

- 1 – Escolha das cenas - compreende o levantamento criterioso de todas as cenas disponíveis e necessárias ao recobrimento da área a ser trabalhada, considerando-se como parâmetros a visibilidade das cenas (ausência de névoa e/ou nuvens), a qualidade de imageamento do sensor (ruídos) e a homogeneidade do período de aquisição;
- 2 – Georreferenciamento - processo pelo qual se ajusta uma imagem a um arquivo de desenho ou a outra imagem. O registro num arquivo de desenho envolve o endereçamento das coordenadas do desenho para as coordenadas da imagem. O registro de uma imagem para outra imagem envolve o transporte das coordenadas para a outra imagem. Este processo utiliza a coleta de pontos de controle (GCP) para calcular o

modelo matemático e proceder melhor ajustamento. No georreferenciamento das cenas, têm sido utilizadas para obtenção de pontos de controle as bases cartográficas em meio digital na escala 1:250 000 do mapeamento topográfico e planimétrico do Território Nacional. Na escolha dos pontos de controle, em média 12, busca-se a distribuição homogênea na cena, visando à obtenção de resultado compatível com a escala de trabalho. Após a escolha do método de transformação a ser aplicado na geometria da imagem (*Affine*), opta-se pela reamostragem da imagem resultante, a qual é responsável pela intensidade do valor de brilho do *pixel* que será localizado em cada uma das novas posições calculadas, realizando desta forma uma interpolação espectral; e

3 – Mosaico e Corte - após o registro de cenas que possuam área de sobreposição, é possível criar uma única imagem através da formação do mosaico destas imagens, processo que só poderá ser executado sobre imagens com mesma rotação, mesma escala de valores (tamanho de *pixel*), mesmo tipo (composição colorida ou monocromática) e com mesma orientação de linha de varredura.

Com a conclusão do mosaico, procede-se ao corte da imagem no formato da carta 1:250 000 do mapeamento topográfico sistemático. A geração do mosaico é importante para que se tenha a visão de conjunto da área a ser trabalhada.

Interpretação temática

A interpretação temática para a confecção da carta geomorfológica compreende quatro etapas.

Análise da drenagem

Com base em Lima (2002), são propostos alguns procedimentos metodológicos para tornar a interpretação exequível com alto grau de confiabilidade.

O primeiro passo consiste, essencialmente, no delineamento da drenagem em imagens em escala adequada, de modo que possa se inteirar de suas diferentes nuances texturais e também se familiarizar com a área em estudo. Esse delineamento pode ser feito por meio da interpretação digital das imagens ou pode ser desenhado numa cópia impressa.

A metodologia adotada para interpretação geomorfológica tem como ponto de partida a análise das propriedades da drenagem, cujos parâmetros principais são: grau de integração, grau de continuidade, tropia, grau de controle, sinuosidade, retilinearidade, angularidade, ângulo de junção e assimetria. A hierarquia fluvial baseada no método de ordenamento dos canais de Strahler (1952) também se torna um importante parâmetro na análise. A próxima etapa é a interpretação dos padrões e subpadrões de drenagem e do tipo de canal para a identificação da textura. Posteriormente, deverão ser analisados os tipos de modelados, as formas de relevo e os índices de dissecação.

Existem *softwares* que podem ser utilizados para realizar os cálculos básicos de comprimento dos canais, áreas das bacias, densidades de drenagem, desde que a hidrografia esteja disponível em meio digital. É importante ressaltar que estes aspectos correlacionam-se às litologias, aos tipos de solos e à cobertura vegetal, contribuindo desta forma para a compreensão da geomorfologia da área.

Interpretação de imagens em meio digital

Na interpretação de imagens em meio digital, são utilizadas bases cartográficas da área de estudo, imagens georreferenciadas e *softwares* específicos de análise e tratamento, conforme exposto anteriormente.

A interpretação visual envolve a identificação e a comparação de uma série de parâmetros espacial e espectral que constituem os padrões das imagens: tonalidade, cor, tamanho, textura, forma, associação, contexto, localização, posição topográfica e iluminação (VERONESE, 1995).

Como ponto de partida, a interpretação deve explorar fundamentalmente aspectos como os padrões de drenagem e a textura da superfície para o reconhecimento do relevo. O arranjo geométrico da drenagem e dos interflúvios dita o padrão predominante de um modelado, que, por sua vez, exhibe determinada textura na imagem.

As variações de tonalidade da imagem permitem explorar os elementos principais, pois normalmente indicam tipos de vegetação e de solo, cujas nuances aparecem tanto na imagem colorida como na monocromática. Por meio destas diferenças de tonalidades e sombras, pode-se inferir a natureza das formas das encostas, topos e vales, assim como estimar o gradiente das encostas. A interpretação destes elementos visuais aproxima-se da subjetividade por depender da experiência e da capacidade de percepção desenvolvidas pelo analista. Uma vez detectadas as diferenças textural e tonal, conjugadas ao arranjo geométrico da drenagem, é possível traçar polígonos com o objetivo de individualizá-los para a classificação dos modelados. Inicialmente, os polígonos são delimitados em função dos processos atuantes, aproveitando-se algumas feições lineares para estabelecer a linha de contato entre os modelados, tais como: a borda de uma escarpa, um ressalto, etc. A situação mais comum seria traçar o limite entre uma planície fluvial e um relevo dissecado. É recomendável que esta etapa seja feita de forma integrada, ou seja, considerando-se todas as informações dos temas afins, determinantes na configuração do relevo.

Posteriormente, são identificadas as variações internas dos polígonos, com o objetivo de discriminar, na imagem, as porções que contenham diferentes texturas. São definidos, enfim, todos os elementos que caracterizam um conjunto de componentes semelhantes de um modelado de dissecção, ou seja: as formas de relevo predominantes, o grau de dissecção, o desnível entre topo e fundo de vale, a declividade, as formas e os processos atuantes nas vertentes.

Os canais principais que compõem uma rede de drenagem podem ser destacados após o procedimento de técnicas de realce e filtragem espacial específicas. Com a imagem adequadamente tratada acoplada ao SIG, é possível realizar estudos mais aprofundados em relação à drenagem.

A aplicação destas ferramentas em análises de drenagem permite maior agilidade e precisão nos cálculos dos índices morfométricos. A área de uma bacia de drenagem, por exemplo, é facilmente obtida utilizando-se o recurso existente no SIG para cálculo de área de polígono, desde que se tenha elaborado um polígono vetor correspondente à área da bacia. Do mesmo modo, os comprimentos dos canais podem ser extraídos da imagem para a confecção do arquivo vetor correspondente à rede de drenagem e posteriormente medidos com a ferramenta-padrão disponível do SIG.

A densidade de drenagem é um importante parâmetro na classificação do relevo por diferenciar os modelados em função do seu nível de dissecação e por ser um dos fatores determinantes na análise de predisposição à erosão em cartas de vulnerabilidade. Este e outros índices morfométricos são facilmente obtidos através do SR-SIG.

No caso dos modelados de acumulação, nem sempre são verificadas variações texturais expressivas na imagem. Alternativamente, observa-se a existência de feições ou formas resultantes de processos relacionados à variação do nível de base local, tais como: ressaltos entre as planícies fluviais, bordas de terraço ou mesmo feições limítrofes indicativas de contatos entre diferentes tipos de ambientes de deposição gerados por movimentos neotectônicos e/ou variações eustáticas. As nuances de cores em função do tipo de cobertura vegetal é um indicativo fundamental na delimitação e subdivisão de alguns tipos de modelados de acumulação, como, por exemplo, as planícies fluvial e marinha.

Identificação e delimitação dos Modelados e das formas de relevo

A análise das formas de relevo compreende inicialmente o delineamento dos diferentes tipos de Modelados (acumulação, aplanamento, dissecação e dissolução). Para os modelados de dissecação, é feita a seleção e a morfometria das fácies de dissecação, que consiste na medição da densidade de drenagem e do aprofundamento das incisões, buscando-se obter uma classificação destes modelados.

Utilizando-se os modelos digitais de elevação da SRTM, podem ser gerados perfis topográficos em trechos selecionados da área estudada, onde é possível inferir o aprofundamento das incisões e a extensão dos interflúvios.

O processo de interpretação de imagem envolve quatro etapas: detecção de características da imagem; reconhecimento e identificação dessas características; análise dos padrões formados pelos objetos ; e classificação dos objetos.

Na interpretação geomorfológica, é fundamental associar as características visíveis na imagem aos fenômenos não visíveis a elas associados, tais como: os processos e as propriedades, hidrológicas e pedológicas.

Elementos básicos de interpretação devem ser considerados, no que diz respeito aos sensores fotográficos, de radar aerotransportado ou dos sensores de plataformas orbitais. São procedimentos comuns em toda interpretação as análises da rede de drenagem, da tonalidade, da textura e dos padrões gerados pela imagem ou fotografia.

Elaboração de carta geomorfológica preliminar

O método convencional de elaboração de uma carta geomorfológica em meio digital envolve inicialmente a criação de um arquivo vetorial – tendo a base cartográfica como referência – que possibilita a carga do arquivo *raster* da imagem previamente selecionada para a interpretação.

O roteiro utilizado é o que segue:

A – Traçar as linhas delimitadoras dos tipos de modelados e formas de relevo, inserindo as legendas correspondentes a cada polígono com seus respectivos índices;

B – Traçar os símbolos linear e pontual que representam as feições de detalhe do mapeamento; é importante ressaltar que alguns símbolos lineares (ex.: escarpa erosiva, borda de terraço, ressalto) podem constituir limites de formas e de modelados; e

C – Efetuar a articulação dos elementos mapeados com as áreas contíguas assegurando a continuidade, precisão e uniformidade do mapeamento.

A análise dos aspectos comuns, como a semelhança de formas de relevo, graus de dissecação, processos morfogenéticos recorrentes e altimetria relativa, permite que se agrupem os diversos tipos de modelados em conjuntos que deverão se constituir nas unidades geomorfológicas. O delineamento das unidades é feito a partir da interpretação preliminar das imagens, do esboço da drenagem, da utilização de cartas topográficas e de referências, de mapas e informações de outros temas sobre a área. Para cada unidade, adota-se um número identificador que obedece a sequência de todas as unidades relacionadas no banco de dados. Também são utilizadas cores com tonalidades próximas para relacionar unidades integrantes de um mesmo Domínio Morfoestrutural.

Deste modo, os amarelos foram reservados para os Depósitos Sedimentares Quaternários, os verdes para as Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas, os marrons e laranjas agrupam as unidades pertencentes aos Cinturões Móveis Neoproterozóicos, e as tonalidades de roxo e vermelho estão relacionadas ao domínio dos Crátons Neoproterozóicos.

As tonalidades mais escuras procuram representar unidades com cotas altimétricas médias mais elevadas, enquanto tons mais claros são atribuídos a unidades topograficamente mais baixas em relação às unidades geomorfológicas próximas. As cores podem se repetir em unidades espacialmente descontínuas.

Na denominação das unidades, toma-se como critérios a predominância das formas de relevo, a localização geográfica, seu estado de conservação ou de degradação, as feições de detalhe e a toponímia regional.

As Regiões Geomorfológicas são identificadas pelo conjunto de unidades com características comuns do ponto de vista das morfoestruturas, das feições do relevo e da altimetria e que sejam geograficamente reconhecidas segundo seus atributos regionais.

É de fundamental importância que se proceda à integração temática mediante a compatibilização das informações geomorfológicas e os levantamentos de geologia, solos e vegetação.

A partir deste conhecimento prévio, obtém-se uma primeira aproximação da compartimentação do relevo.

Trabalho de campo

Os trabalhos de campo aqui referidos compreendem percursos terrestres, eventualmente com trechos fluviais, e complementam as informações obtidas em gabinete. Impõe-se, portanto, que para a realização satisfatória dos trabalhos de campo todas as dúvidas estejam devidamente selecionadas e convenientemente assinaladas em material adequado a ser utilizado no campo (Fotos 87, 88 e 89).

Procedimentos:

- Selecionar cópias das imagens que serão utilizadas, com as principais localidades e estradas;
- Selecionar os mapas temáticos referentes a mapeamentos existentes, bem como as cartas topográficas;
- Elaborar roteiro, estimando o percurso;
- Preparar material para coleta de amostras das formações superficiais e selecionar os perfis pedológicos que já tenham sido analisados, identificando-os nas imagens; e
- Preparar material básico: mapa rodoviário atualizado, GPS, câmera fotográfica, cópias das imagens, caderneta e fichas de campo (em papel ou em PDA), martelo, pá, picareta, sacos plásticos para amostras, gravador, e outros.

Caderneta e fichas de campo

A caderneta de campo é um documento imprescindível para ser utilizado neste tipo de trabalho, e as anotações ali feitas deverão ser concisas e claras. Destina-se ao registro de informações de caráter geral ou individual, complementares às informações sistematizadas das fichas de campo. As fichas destinam-se à coleta de dados em formato adequado ao armazenamento em meio digital. Os dados recolhidos nas fichas de campo têm caráter elementar exigido pelo Banco de Dados e atendem ao seu requisito fundamental de padronização, permitindo sua manipulação e a geração de novas informações.

Deverão ser registrados nas fichas de campo (Apêndice 2) o nome do técnico, a data, as coordenadas geográficas do ponto descrito e a nomenclatura da folha correspondente.

As informações das fichas de campo são de dois tipos:

- (a) Descrição da paisagem – contém dados que caracterizam a rede de drenagem, os tipos de modelados, as feições de detalhe associadas aos modelados e aos processos atuantes; e
- (b) Formações superficiais – destinam-se ao registro e amostragem do material correlativo aos processos morfogenéticos.

A descrição da paisagem pode ter apoio no traçado prévio de perfis topográficos. Esses perfis, uma vez elaborados, devem ser representativos de todas as unidades geomorfológicas mapeadas, identificando-se neles os diferentes setores de modelados em consonância com a compartimentação do relevo, e seu traçado deve acompanhar as estradas a serem percorridas. Em cada perfil, pode-se ainda assinalar o substrato rochoso, as principais associações de solos e as variações da vegetação e dos padrões de uso da terra, que são informações extraídas dos mapas temáticos consultados.

Quanto ao estudo das formações superficiais, podem-se escolher pontos-chaves de amostragem e localizá-los antecipadamente nas cópias das imagens. Geralmente, os pontos de amostragem são escolhidos no decorrer da operação, segundo o grau de interesse estabelecido durante o percurso de campo. Recomenda-se que sejam descritos e amostrados pontos de formações superficiais representativas de todas as unidades geomorfológicas percorridas.



Foto 87 - O registro fotográfico é imprescindível para realizar uma boa descrição dos pontos observados em campo.
Bernardo Nunes

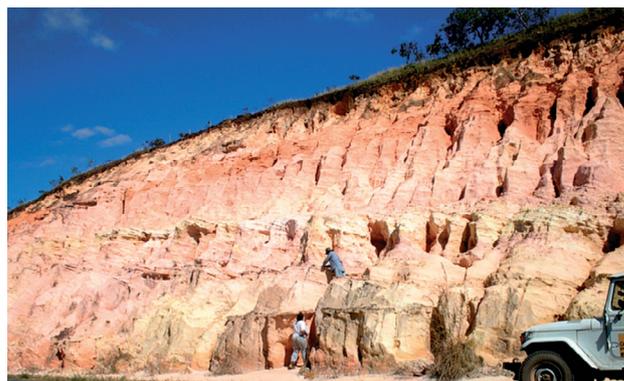


Foto 88 - A equipe examina o corte na MG-181 (Brasilândia de Minas a João Pinheiro, MG) de aproximadamente 25m de altura e 200m de comprimento, formado por arenito erodido com estratificação cruzada capeado por canga laterítica.
Péricles Nunes



Foto 89 - As situações mais adversas e os imprevistos são enfrentados durante o trabalho de campo. Neste episódio, a equipe de Geologia foi acionada e presta socorro à equipe de Pedologia em Costa Marques, RO.
Warley Azevedo

Retorno do trabalho de campo

No período seguinte ao trabalho de campo, são tomadas providências como o envio para o laboratório das amostras de formações superficiais mais representativas e a organização do material fotográfico.

As fotografias devem ser identificadas com: título e legenda explicativa; nome da unidade geomorfológica; localização (estrada, localidade, coordenadas tomadas pelo GPS); folha correspondente ao ponto descrito; e nome do técnico autor da foto e data.

Em seguida, é preciso digitar as informações anotadas na caderneta de acordo com os formatos dos atributos requeridos para armazenamento no banco de dados de geomorfologia.

Os dados adquiridos em campo com a utilização do GPS, assim como as fotografias, também deverão ser carregados no banco de dados de modo a ser feita a associação com os pontos de descrição da paisagem e de formações superficiais. Da mesma forma, estes pontos servirão como controle para o georreferenciamento da imagem e reconstituição do percurso realizado no trabalho de campo.

Todos estes dados e informações constituirão importante subsídio na elaboração do relatório de campo e da síntese temática.

A elaboração de relatórios de campo é uma etapa imprescindível para a conclusão das observações realizadas no decorrer do trabalho, devendo os mesmos ser redigidos logo após o regresso de cada operação. Os relatórios são individuais e organizam as informações anotadas nas cadernetas e fichas de campo.

Pode-se recorrer, ainda, a gravações que tenham sido realizadas nas observações de campo.

Reinterpretação e integração temática

A reinterpretação assume grande importância dentro dos procedimentos adotados, pois é a fase em que se incorporam ao mapeamento as alterações e atualizações de campo e se processa toda a revisão das unidades geomorfológicas mapeadas, da taxonomia, dos símbolos e da integração com as folhas contíguas.

Esta etapa se realiza num encontro de trabalho multidisciplinar, envolvendo técnicos de todas as unidades participantes, e tem múltiplos objetivos, destacando-se: a busca de integridade de objetos geográficos em folhas vizinhas (articulação de folhas); a busca de compatibilização de elementos geográficos comuns a mais de um tema; o aprimoramento da metodologia temática; o levantamento de problemas ocorridos durante o trabalho; e a identificação dos ajustes necessários na estrutura do banco de dados.

Edição gráfica

A edição gráfica consiste na utilização de técnicas e procedimentos de geoprocessamento com o objetivo de: garantir a topologia na delimitação dos elementos gráficos; identificar e corrigir inconsistências de limites entre áreas contíguas, como, por exemplo, polígonos vizinhos com mesma classificação; compatibilizar a densidade de vértices dos elementos com a escala de trabalho; verificação e ajustes dos elementos gráficos com as normas e padrões estabelecidos para o mapeamento geomorfológico (taxonomia, cor, peso e estilo dos elementos).

Cargas alfanumérica e gráfica no banco de dados de geomorfologia

O banco de dados de geomorfologia é parte integrante do Banco de Dados e Informações Ambientais - BDIA da Coordenação de Recursos Naturais e Meio Ambiente, da Diretoria de Geociências do IBGE. O BDIA constitui um amplo acervo de dados sobre recursos naturais de todo o território nacional, na escala de 1:250 000, estruturados em um ambiente de Sistema de Informações Geográficas - SIG, em conformidade com a implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE.

A etapa de carga do banco de dados é dividida em duas fases: gráfica e alfanumérica. A carga gráfica consiste em incorporar ao banco de dados os objetos gráficos identificados tanto na etapa do estudo preliminar quanto na reinterpretação. São considerados elementos gráficos a delimitação dos polígonos dos Domínios Morfoestruturais, das Unidades Geomorfológicas e dos Modelados, assim como os ornamentos e símbolos lineares e pontuais, todos digitalizados e identificados nas etapas anteriores. O processo de carga alfanumérica refere-se também à incorporação ao banco de dados do conjunto de dados textuais identificados na etapa do Levantamento Preliminar e/ ou nas informações provenientes do trabalho de campo. Considera-se como dados alfanuméricos as descrições da paisagem, das formas de relevo, da rede de drenagem e dos processos predominantes identificados a partir de um levantamento pontual no campo. A carga alfanumérica é semelhante à de qualquer outro sistema convencional, ou seja, por meio de um aplicativo desenvolvido especificamente para a entrada de dados.

Validação e consolidação

Esta etapa consiste na verificação da consistência e da correção dos dados carregados no banco de dados. Alguns procedimentos sistemáticos são adotados utilizando-se ferramentas de geoprocessamento e consulta ao banco de dados. Eventualmente, outros procedimentos são realizados, dependendo da necessidade. Dentre os sistemáticos, distinguem-se:

- a verificação da simbologia representada em confronto com a forma do relevo mapeada;
- a conformidade da cor com a unidade geomorfológica mapeada;

- a integridade de valores entre atributos, tendo em vista as normas e padrões adotados pelo tema (por exemplo, se o modelado for um dissecado, os campos de aplanamento não podem estar preenchidos);
- a correspondência de conexão entre as ocorrências alfanuméricas e as gráficas;
- a hierarquia entre a tipologia definida para um elemento gráfico e a verdade terrestre identificada no campo; e
- a atualização do banco de dados, com a incorporação de novos conceitos do tema, com base na leitura e revisão das normas técnicas.

Geração de produtos

O principal produto da interpretação temática é o banco de dados de geomorfologia. A partir deste banco, podem ser gerados: a Carta Geomorfológica Final, na escala 1:250 000; cartas derivadas desse mapeamento; Carta de avaliação de relevo; e Estatísticas e indicadores ambientais.

É importante ressaltar que a edição final da carta temática está condicionada à existência de uma base cartográfica, da qual são extraídos elementos para compor o produto a ser gerado. Limite político-administrativo, drenagem, toponímia, sede municipal, rodovia, rede urbana, reservatório, informações de margem são alguns elementos considerados para efeito de localização e delimitação dos eventos do tema.

Banco de dados de geomorfologia

O banco de dados de geomorfologia permite aos órgãos e instituições de pesquisa, bem como à sociedade em geral, acessar e utilizar esta base de dados para consultas, pesquisas e análises sobre o território brasileiro, constituindo, assim, importante ferramenta para subsidiar o planejamento regional e a gestão territorial. Para tanto, estes dados estão disponíveis em uma estrutura compatível com um grande número de ferramentas de geoprocessamento portal do IBGE, na Internet, <http://www.ibge.gov.br>.

Carta geomorfológica final

A carta geomorfológica final apresenta aspectos do relevo identificados de acordo com as possibilidades permitidas pela escala 1:250 000.

Esses fatos são agrupados segundo a taxonomia descrita em Domínios Morfoestruturais, Regiões Geomorfológicas, Unidades Geomorfológicas, Modelados e letras-símbolos, além das Formas de Relevo Simbolizadas.

As unidades básicas do mapeamento são os modelados, representados por polígonos que, agrupados, identificam a unidade geomorfológica a qual pertencem. As formas de relevo, os índices de dissecação, no caso dos modelados de dissecação homogênea e estrutural, os níveis de terraceamento e de inundação nos modelados de acumulação são informações que compõem a carta. Também são representadas as formas de relevo simbolizadas, lineares e pontuais.

A inclusão de cartogramas na edição da carta geomorfológica final é opcional e obedece à sua pertinência em relação à escala de representação. Podem ser apresentados os seguintes cartogramas:

a) Domínios Morfoestruturais

Apresenta a compartimentação morfoestrutural da área mapeada e tem como objetivo fornecer a base espacial para a classificação das unidades geomorfológicas e o conhecimento de suas relações com a geomorfogênese. No Domínio morfoestrutural, são delimitadas as áreas que apresentam as mesmas características morfoestruturais, levando-se em consideração a constituição litológica, a orientação e o direcionamento das lineações estruturais, a concentração de corpos intrusivos, as relações dos padrões e a hierarquia da drenagem, com a litoestrutura e as relações desta com os diversos tipos de modelados.

b) Domínios Morfoclimáticos

Representa as unidades morfoclimáticas (AB'SABER, 1977), compostas pelos conjuntos de formas de relevo de geometria e gênese similares e que apresentam cobertura vegetal homogênea, submetidas a condições climáticas semelhantes, resumindo o complexo de interações dos processos geomorfológicos por meio de associação dos elementos constituintes. São consideradas unidades morfoclimáticas tanto os domínios quanto as faixas de transição definidas entre eles, sendo estas zonas bioclimáticas de grande importância na explicação das formas de relevo.

c) Formações Superficiais

Apresenta os diferentes tipos de formações superficiais originadas de sedimentos inconsolidados (colúvio e elúvio), representados por cores, nas quais a graduação da tonalidade é relacionada à variação da espessura do material. Os diferentes tipos de texturas e substratos são assinalados por ornamentos distintos.

d) Hipsometria

Constitui a representação da altimetria do relevo por meio de curvas de nível e de cores padronizadas, considerando a variação altimétrica regional. Pode ser gerada a partir de uma carta topográfica ou de modelos digitais de elevação da SRTM.

e) Declividade

Representa a variação dos gradientes do terreno em intervalos previamente estabelecidos segundo sua finalidade, sendo útil na caracterização e delimitação das unidades e Regiões geomorfológicas. Pode ser complementado por um mapa hipsométrico (importante para percepção e definição de níveis altimétricos embutidos, por exemplo).

Cartas derivadas

As cartas derivadas do mapeamento geomorfológico servem de base para a elaboração de produtos em escalas menores, de acordo com a finalidade desejada, tais como: o Mapa de Unidades de Relevo do Brasil (1:5 000 000), os mapas de relevo estaduais e dos Atlas Geográfico e Nacional.

Estatísticas e indicadores ambientais

Estatísticas e indicadores ambientais são valores quantitativos ou qualitativos, derivados de dados primários, que fornecem elementos ou parâmetros sobre fenômenos e suas inter-relações, como instrumento para subsidiar a avaliação de impacto ambiental.

Neste contexto, o banco de dados de geomorfologia permite a geração de variáveis ambientais nas quais o relevo constitui um dos componentes da paisagem, podendo ter como referência, entre outros, os tipos de Modelados, as Unidades Geomorfológicas, a divisão político-administrativa (estados, municípios) e as bacias hidrográficas.

Exemplos de estatísticas ambientais: percentual de áreas sujeitas a inundação em determinada bacia hidrográfica; e percentual de áreas de relevo plano favorável à utilização agrícola em determinado município.

Estatísticas são transformadas em indicadores ambientais quando outros elementos como rocha, solo, vegetação, clima, uso da terra, entre outros, são considerados em uma avaliação ambiental.

Exemplo de indicador: classes de densidade e aprofundamento de drenagem correspondentes a modelados de dissecação podem ser usadas para avaliar a predisposição à ocorrência de processos erosivos e de movimentos de massa.

Síntese temática

Cada carta geomorfológica na escala 1:250 000 deve ser acompanhada de uma Síntese Temática. A síntese contém usualmente as seguintes informações: descrição e caracterização geral da área, com dados geográficos e de ocupação humana; metodologia, contendo um resumo dos procedimentos e materiais utilizados na elaboração da carta; e caracterização geomorfológica, constituindo o conteúdo principal, com a descrição das unidades geomorfológicas mapeadas, os diversos tipos de modelados e outros aspectos relevantes da geomorfologia.

Aplicações da pesquisa geomorfológica

A pesquisa geomorfológica apoia-se em uma gama variada de novas tecnologias de reconhecimento e controle ambientais, tais como recursos de sensoriamento remoto, que envolvem a aquisição, o tratamento e a interpretação de imagens orbitais e/ou suborbitais.

Por seu enfoque pragmático, as aplicações que a pesquisa geomorfológica (NUNES et al., 1995) contempla constituem a parte do trabalho que pode ter maior importância, uma vez que envolve o estudo dos problemas de cada área e aproveita a visão de conjunto oferecida pelas informações para elaborar diagnósticos e sugestões úteis a um grande número de usuários. Corresponde, assim, a uma tradução do mapeamento com vistas à utilização, principalmente pelo planejador. Da interação dos parâmetros físicos enfocados resulta uma avaliação ampla das potencialidades e limitações do ambiente à ocupação pelo homem. Esse estágio final de síntese pode ser expresso por uma avaliação do potencial geoambiental da área estudada. Podem ser desenvolvidas abordagens sobre temas específicos, como:

- Relações da evolução do relevo com a ocorrência de recursos minerais, principalmente os aluviais e supergênicos;
- Indicação de sítios propícios à instalação de núcleos urbanos em função do relevo e da malha viária já existente ou em implantação;
- Delimitação de áreas sujeitas a inundações;
- Delimitação das áreas com problemas de escoamento superficial ou subterrâneo e identificação de bacias de captação;
- Delimitação de áreas em desequilíbrio morfodinâmico, com possibilidades de aceleração dos processos erosivos;

- Delimitação de áreas para instalações portuárias e definição de áreas navegáveis dos rios, com identificação da natureza dos empecilhos à navegação;
- Pré-seleção de sítios favoráveis a estudos de detalhe para a implantação de açudes e represas hidrelétricas;
- Indicação de faixas favoráveis a estudos de detalhe voltados à implantação ou expansão da rede viária, considerando os aspectos do relevo;
- Indicação de faixas favoráveis a estudos de detalhe voltados à implantação de linhas de transmissão, oleodutos e gasodutos, considerando os aspectos morfológicos;
- Delimitação de áreas consideradas importantes biomas, cujos aspectos geomorfológicos possam favorecer a sua preservação, ou seja, na demarcação das diversas categorias de unidades de conservação; e
- Demarcação de áreas consideradas importantes mananciais e principalmente áreas de recarga dos aquíferos.

Referências

ABREU, A. A. de. *Análise geomorfológica: reflexo e aplicação (uma contribuição ao conhecimento das formas de relevo do planalto de diamantina minas gerais)*. 1982. 296 p. Tese (Doutorado)-Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 1982.

_____. A teoria geomorfológica e sua edificação: análise crítica. *Revista do Instituto Geológico*, São Paulo: Instituto Geológico, Coordenadoria da Pesquisa de Recursos Naturais, v. 4, n. 1/2, p. 5-53, 1983.

AB'SABER, A. N. Potencialidades paisagísticas brasileiras. In: RECURSOS naturais, meio ambiente e poluição: contribuições de um ciclo de debates. Rio de Janeiro, IBGE, Superintendência de Recursos Minerais e Meio Ambiente, 1977. v. 1. Recursos naturais.

_____. Problemas do mapeamento geomorfológico no Brasil. *Geomorfologia*, São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, n. 6, p. 1-16, 1969.

BARBOSA, G. V. et al. *Evolução da metodologia para mapeamento geomorfológico do projeto RADAMBRASIL*. Salvador: Projeto RADAMBRASIL, 1984. 187 p. (Boletim técnico do Projeto RADAMBRASIL. Série Geomorfologia).

BERTRAND, G. Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique. *Révue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, Toulouse, França: Université de Toulouse, v. 39, n. 3, p. 249-272, 1968.

BEZERRA, P. E. L. *Compartimentação morfotectônica do interflúvio Solimões-Negro*. 2003. 335 p. Tese (Doutorado)-Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2003.

- BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; PASSOS, E. *Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2003. v. 3.
- BLOOM, A. L. *Superfície da Terra*. São Paulo: Edgard Blücher, [1970]. 184 p.
- CBERS 2. In: INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS-INPE. São José dos Campos, [2005]. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR>>. Acesso em: maio 2009.
- CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 188 p.
- CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Brasil). Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003. Institui a Divisão Hidrográfica Nacional em regiões hidrográficas [...]. Disponível em: <<http://www.cnrh-srh.gov.br/delibera/resolucoes/R032.htm>>. Acesso em: dez. 2009.
- DAVIS, W. M. The geographical cycle. *The Geographical Journal*, London: Royal Geographical Society, v. 14, n. 5, p. 481-504, 1899. Disponível em: <http://www.ugb.org.br/home/artigos/classicos/Davis_1899.pdf>. Acesso em: out. 2009.
- FARIA, M. .M. A dinâmica das ilhas na desembocadura norte do rio Amazonas. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO ABEQUA, 10., 2005, Guarapari. *Anais...*, Guarapari, ES: ABEQUA, 2005. CD-ROM dos resumos expandidos-cód.21.
- FLORENZANO, T. G. *Unidades geomorfológicas na região sudeste (SP) identificadas por imagens satélite*. 1993. 168 p. Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 1993.
- _____ (Org.). *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 318 p.
- GEOCOVER circa 2000 coverage point and polygon shapefiles. In: NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION-NASA. Washington, D.C., 2000. Disponível em: <<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>>. Acesso em: 2003-2009.
Nota: Imagens fornecidas através do Projeto de Aquisição de Dados Científicos da NASA e produzidas pela Earth Satellite Corporation sob contrato da NASA.
- GERASSIMOV, I. P.; MESCHERIKOV, J. L. Morphostructure. In: FAIRBRIDGE, R. W. (Ed.). *The encyclopedia of geomorphology*. New York: Reinhold Book Corp., c1968. p. 731-732.
- GUERRA, A. J.T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J.T.; CUNHA, S. B. (Org.). *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. p. 149-209.
- HORTON, R. E. Erosional development of estremas and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. *Bulletin of the Geological Society of America*. New York: Geological Society of America, v. 56, n. 3, p. 275-370, mar. 1945.
- HOWARD, A. D. Drainage analysis in geologic interpretation: a summation. *Bulletin*. Chicago: American Association of Petroleum Geologists, v. 51, n. 11, p. 2246-2259, nov. 1967.

- INTRODUÇÃO ao processamento digital de imagens. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. 94 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 9).
- LANDSAT. In: INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS-INPE. São José dos Campos, 1991/2006. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: mar. 2009.
- LIMA, M. I. C. de. *Análise de drenagem e seu significado geológico-geomorfológico*. Belém: [s.n.], 2002. 1 CD-ROM.
- _____. *Introdução à interpretação radargeológica*. Rio de Janeiro: IBGE, 1995. 124 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 3).
- LUEDER, D. R. *Aerial photographic interpretation*. New York: McGraw-Hill, 1959.
- MANUAL técnico de geologia. Rio de Janeiro: IBGE, 1998. 302 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 6)
- MAPA de unidades de relevo do Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. Escala 1: 5 000 000. Projeção policônica.
- MESCERJAKOV, J. P. Les concepts de morphostruture et de morphosculture: un nouvel instrument de l'analyse géomorphologique. *Annales de Géographie*, Paris, t. 77, n. 423, p. 539-552, 1968. Disponível em: <http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/issue/geo_0003-4010_1968_num_77_423>. Acesso em: 14 set. 2009.
- MOREIRA, A. N. Cartas geomorfológicas. *Geomorfologia*, São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, n. 5, p. 1-11, 1969.
- NUNES, B. de A. et al. (Coord.) *Manual técnico de geomorfologia*. Rio de Janeiro: IBGE, 1995. 113 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 5)
- PENCK, W. *Morphological analysis of land forms: a contribution to physical geology*. Translated by Hella czech and Katharine Cumming Boswell. London: Macmillan, 1953. 429 p.
- PENTEADO, M. M. *Fundamentos de geomorfologia*. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1980. 185 p.
- SCISLEWSKI, G. Formações superficiais. In: SILVA, C. R. (Coord.). *Zoneamento Ecológico-Econômico da Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno*. Fase I. Rio de Janeiro: CPRM; EMBRAPA; SCO-MI, 2003. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/relat_zee_ride.pdf>. Acesso em: out. 2009.
- SINGHROY, V.; SAINT-JEAN, R. Effects of relief on the selection of RADARSAT-1 incidence angle for geological applications. *Canadian Journal of Remote Sensing*, Ottawa, CA: Canadian Aeronautics and Space Institute, v. 25, n. 3, p. 211-217, 1999.
- SOARES, P. C.; FIORI, A. P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. *Notícia Geomorfológica*, Campinas, SP: Pontifícia Universidade Católica de Campinas, v. 16, n. 32, p. 71-104, 1976.
- SRTM. In: BRASIL em relevo: Embrapa monitoramento por satélite. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2000. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpem.embrapa.br/download/index.htm>>. Acesso em: set. 2009.

STRAHLER, A. N. Dynamics basis of geomorphology. *Bulletin of the Geological Society of America*, New York, v. 63, n. 9, p. 923-938, 1952.

SUERTEGARAY, D. M. A. Tempo geomorfológico interfaces geomorfológicas. *Geosul*, Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, v. 14, n. 27, p. 75-78, nov. 1999.

TRICART, J. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: IBGE, Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente, 1977. 97 p.

_____. A geomorfologia nos estudos integrados de ordenação do meio natural. *Boletim Geográfico*, Rio de Janeiro: IBGE, v. 34, n. 251, p. 15-42, out./dez. 1976.

_____. Paisagem e ecologia. *Inter-fácies: escritos e documentos*, São José do Rio Preto: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, n. 76, p. 1-55, 1982.

_____. *Principes et méthodes de la geomorphologie*. Paris: Masson, 1965. 496 p.

VENTURI, L. A. B. (Org.). *Praticando geografia: técnicas de campo e de laboratório*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

VERONESE, V. F. A incorporação do processamento digital de imagens aos estudos de recursos naturais: limitações e perspectivas. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro: IBGE, v. 57, n. 3, p. 29-38, jul./set. 1995.

Apêndices

- 1 - Corte cartográfico e escalas de trabalho**
- 2 - Fichas de campo**
- 3 - Letras-símbolos e símbolos da Geomorfologia e convenções da Geologia**
- 4 - Relação e identificação das Unidades Geomorfológicas mapeadas no Brasil**

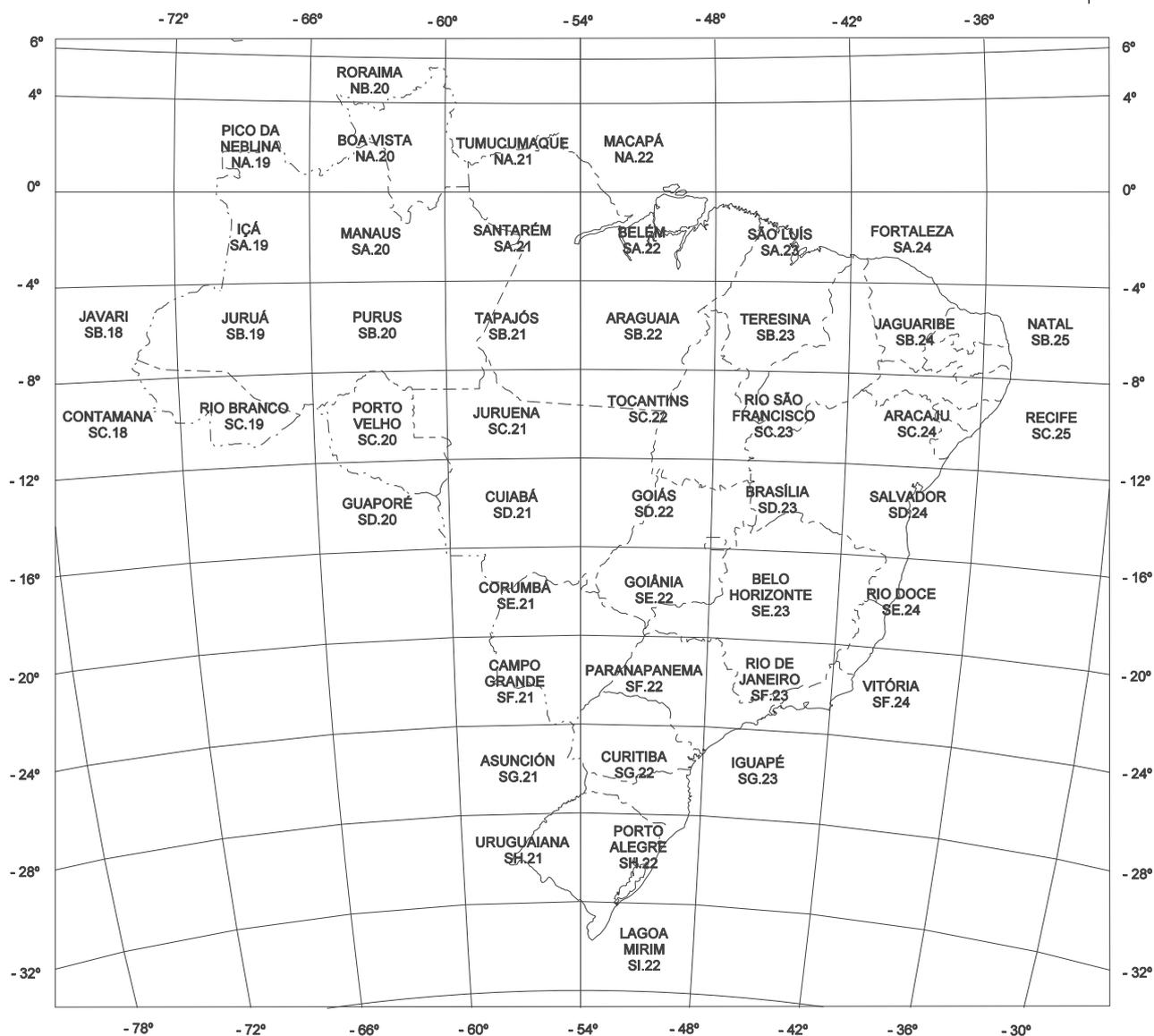
1 Corte cartográfico e escalas de trabalho*

No mapeamento geomorfológico, várias são as escalas que podem ser utilizadas, dependendo dos objetivos a serem alcançados. Resulta a possibilidade de confecção de Mapas Murais, básicos e detalhados, definidos por intervalos de escala e pela abrangência em área. Considera-se como segmento mínimo mapeável, em qualquer escala, aquele que no mapa ocupa extensão mínima de dois milímetros, admitindo-se exageros do tamanho real até esta dimensão, desde que tal procedimento seja de extrema relevância.

Articulação cartográfica das folhas

Na Figura 36 estão apresentadas as articulações das cartas na escala 1:1 000 000, com base no sistema adotado para a Carta Internacional ao Milionésimo – CIM.

Figura 36 – Articulação entre folhas ao milionésimo



*Adaptado do MANUAL técnico de geologia. Rio de Janeiro: IBGE, 1998. 302 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 6)

Estão ainda indicadas as desagregações de uma folha desde a escala 1:1 000 000 até 1:25 000 (Figuras 37 e 38).

Figura 37 – Decomposição da folha 1: 000 000 até 1:25 000

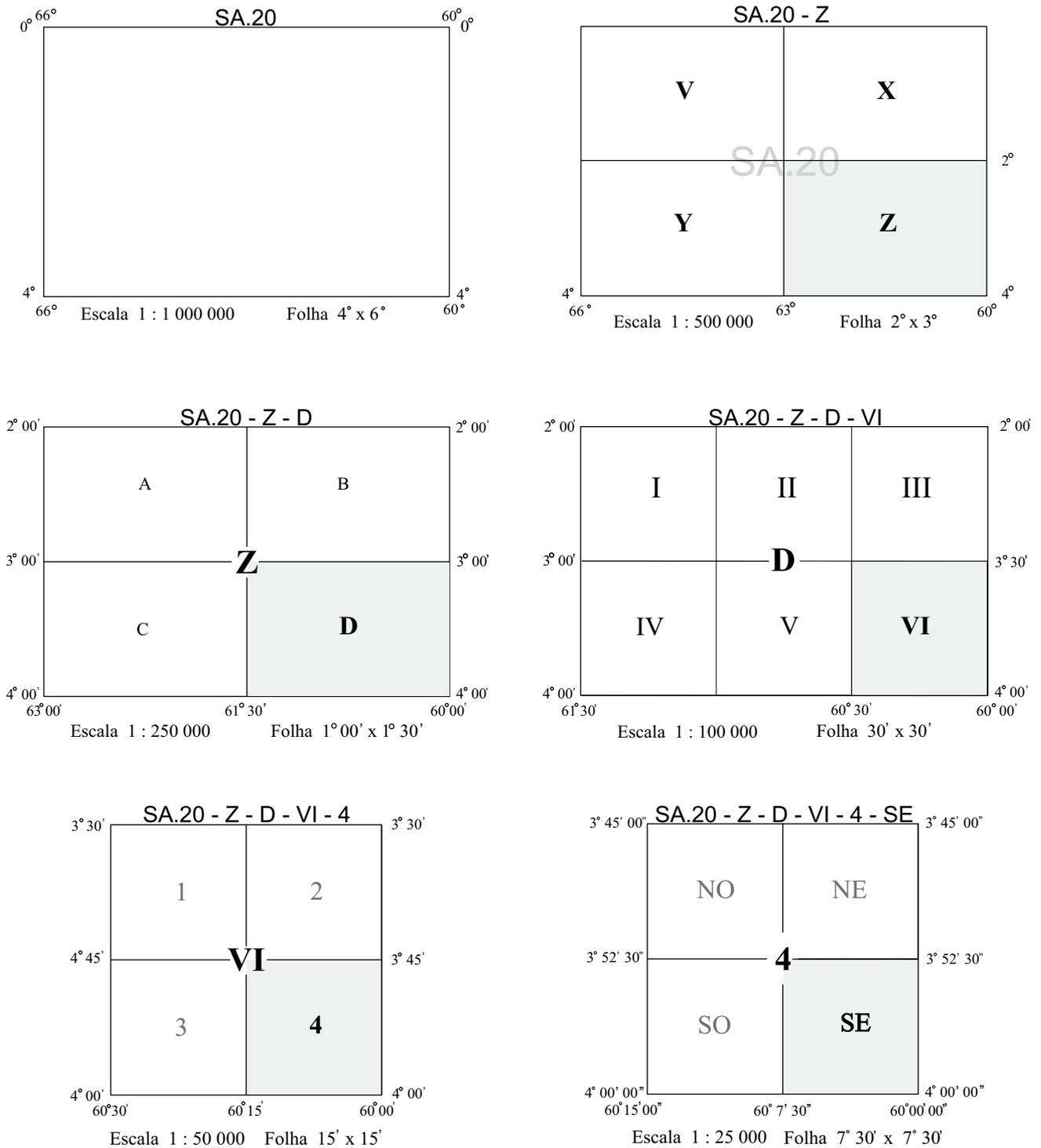
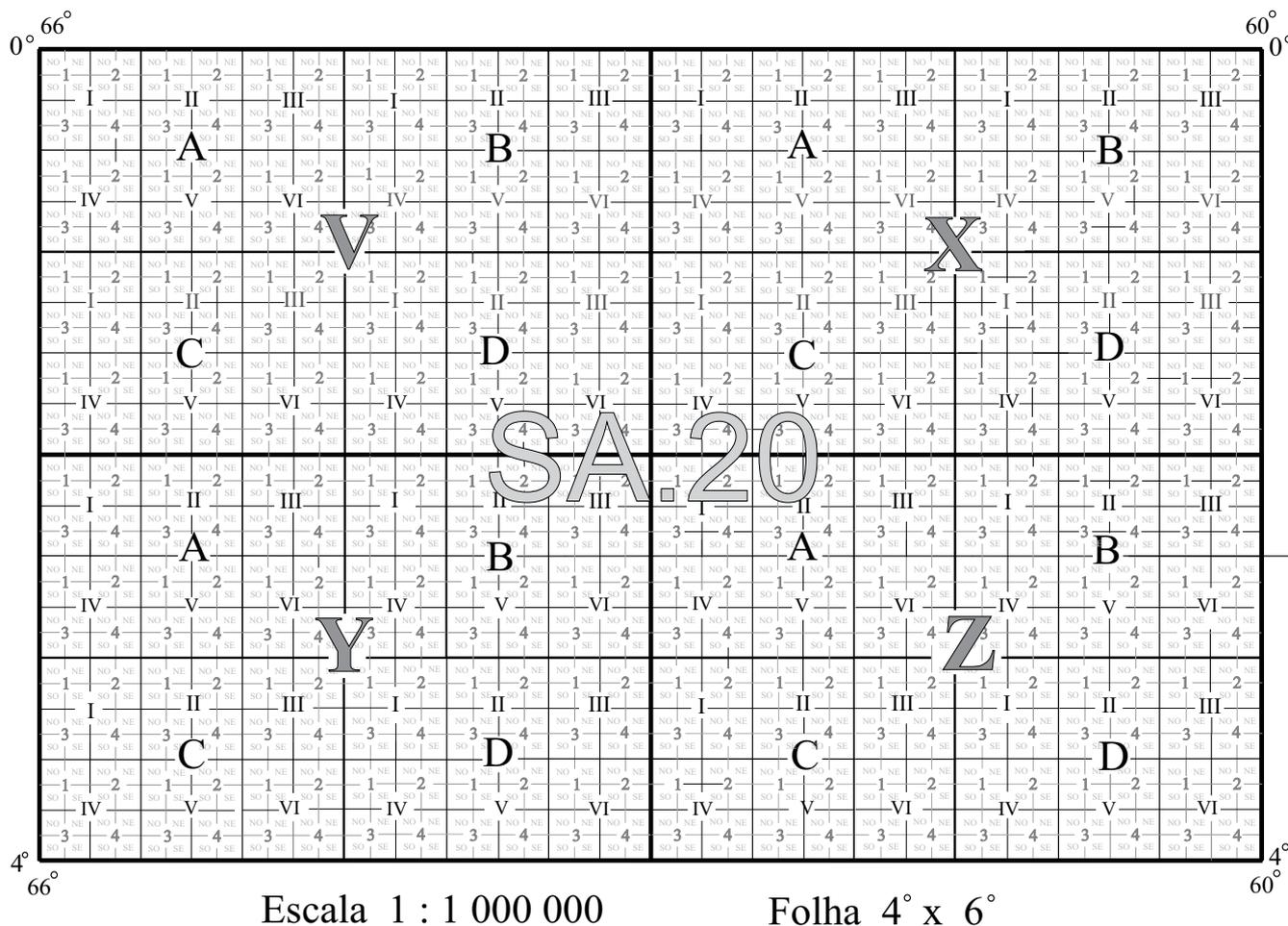


Figura 38 – Decomposição da folha 1: 000 000 até 1: 25 000 (detalhe)



Além dos índices de nomenclatura, aqui mencionados, existe outro sistema de localização de folhas referenciadas por números, de acordo com a escala. Tais números são conhecidos como "MI", significando Mapa Índice. Suas características gerais são:

- para folhas 1: 1 000 000, a numeração vai de 1 a 46;
- para folhas 1: 250 000, a numeração vai de 1 a 550; e
- para folhas 1: 100 000, de 1 a 3 036.

Como exemplo, para a escala de 1:250 000, a folha SD.24-X-A, corresponde ao número MIR 351. Na escala 1: 100 000, a folha SD.24-X-A-V corresponde ao MI 1959.

Para as folhas 1: 50 000, o MI é seguido dos números de 1 a 4, conforme sua distribuição na folha 1: 100 000.

Assim a folha SD.24-X-A-V-I corresponde ao MI 1959-1.

Nas folhas 1:25 000, adiciona-se o rumo NE, NO, SO ou SE, conforme sua distribuição na folha 1:50 000. Assim a folha SD. 24-X-A-V-1-NO é representada pelo código MI 1959-1-NO.

Mapas Murais

Consideram-se Mapas Murais aqueles de escalas menores que 1:1 000 000 e que têm como objetivo uma unidade ou conjunto de unidades da federação, aqui compreendendo os estados, as regiões geográficas e as áreas de abrangência de órgãos de desenvolvimento regional, dentre outros. As escalas preferenciais de apresentação são 1:2 500 000, 1:5 000 000 e 1:10 000 000 e visam a amostrar grandes traços da geomorfologia regional, representando, em verdade, trabalhos de síntese e, portanto, produtos de integração regional. Podem ser representados tanto através dos Domínios Morfoestruturais, que seriam o máximo de generalização, até o nível de Unidade Geomorfológica ou tipos de Modelados.

Considera-se como segmento mínimo representável nas escalas preferenciais de mapeamento as seguintes áreas: 37,5km² na escala 1:2 500 000; 150km² na escala 1:5 000 000 e 600km² na escala 1:10 000 000.

Os materiais básicos para a confecção dos Mapas Murais são os mapeamentos e estudos geomorfológicos disponíveis para a área considerada, sendo necessários trabalhos de campo para correlações regionais e resoluções de problemas específicos.

Mapas básicos

Os mapas básicos resultam de levantamentos geomorfológicos que têm como objetivo qualquer segmento do território brasileiro e a escala de referência compreendida entre 1:1 000 000 e 1:50 000, inclusive estes extremos. Os mapas geomorfológicos básicos visam a fornecer, dentro dos limites da escala, a visão mais completa possível da geomorfologia da área, expressa em termos das Unidades Geomorfológicas, do seu posicionamento no tempo e no espaço, da disposição estrutural e da sua história evolutiva, que, num contexto pragmático, deverão permitir que se interpretem os sítios mais favoráveis aos diversos tipos de apropriação do relevo.

Considera-se como segmento mínimo representável nas escalas preferenciais de mapeamento as seguintes áreas: 6km² na escala 1:1 000 000; 1,5km² na escala 1:500 000; 0,375km² na escala 1:250 000; 0,06km² na escala 1:100 000; e 0,015km² na escala de 1:50 000.

O material técnico necessário para a execução de um mapa geomorfológico básico varia em função da escala pretendida, embora em qualquer caso seja indispensável a utilização e a interpretação de imagens produzidas por sensores remotos e trabalhos de campo.

É desejável que a escala da documentação cartográfica consultada para a elaboração de um mapa básico seja maior que a do mapa pretendido, preferencialmente o dobro.

Os mapas básicos subdividem-se em mapas regionais, mapas de reconhecimento e mapas de semidetalhe.

Os mapas regionais abrangem levantamentos geomorfológicos em escala menor ou igual a 1:250 000 e maior ou igual a 1:1 000 000, sendo as escalas preferenciais de mapeamento 1:250 000, 1:500 000 e 1:1 000 000.

Os mapas de reconhecimento incluem levantamentos geomorfológicos em escala compreendida entre 1:100 000 e 1:250 000, exclusive esta, sendo 1:100 000 a escala preferencial de mapeamento.

Os mapas de semidetalhe incluem levantamentos geomorfológicos com escala compreendida entre 1:100 000(exclusive) e 1:50 000, sendo esta última a escala preferencial.

Mapas detalhados

Os mapas detalhados resultam de levantamentos geomorfológicos em qualquer segmento do Território Nacional, com escala de referência maior que 1:50 000, exclusive esta, sendo 1:25 000 e 1:10 000 as escalas preferenciais. São mapas de aplicação direta, embora não sejam sistemáticos, posto que têm um objetivo específico, o qual deve definir seu conteúdo, especificações e o material cartográfico básico utilizado na sua confecção.

2 Fichas de campo



Considerações para o preenchimento em relação aos campos que apresentam opções de escolha:

- MAIS DE UMA OPÇÃO PODE SER ESCOLHIDA
- SOMENTE UMA OPÇÃO PODE SER ESCOLHIDA

OPERAÇÃO

FOLHA CIM	NÚMERO DA OPERAÇÃO	NOME DA OPERAÇÃO
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
TIPO DA OPERAÇÃO••	<input type="checkbox"/> aérea	<input type="checkbox"/> terrestre
	<input type="checkbox"/> fluvial	<input type="checkbox"/> marítima
QUILOMETRAGEM INICIAL	<input type="text"/>	
QUILOMETRAGEM FINAL	<input type="text"/>	
QUILOMETRAGEM PERCORRIDA (km)	<input type="text"/>	
DATA INICIAL	Dia _ _ Mês _ _ Ano _ _ / _ _ / _ _	
DATA FINAL	Dia _ _ Mês _ _ Ano _ _ / _ _ / _ _	
PROJETO	<input type="text"/>	
RESPONSÁVEIS PELA DESCRIÇÃO DO PONTO E/OU COLETA DA AMOSTRA	UNIDADE REGIONAL	
<input type="text"/>		<input type="text"/>
TÉCNICO RESPONSÁVEL PELA OPERAÇÃO	UNIDADE REGIONAL	
<input type="text"/>		<input type="text"/>
OBSERVAÇÕES	<input type="text"/>	

FOLHA 250 TIPO PONTO Nº PONTO

COORDENADAS

LATITUDE

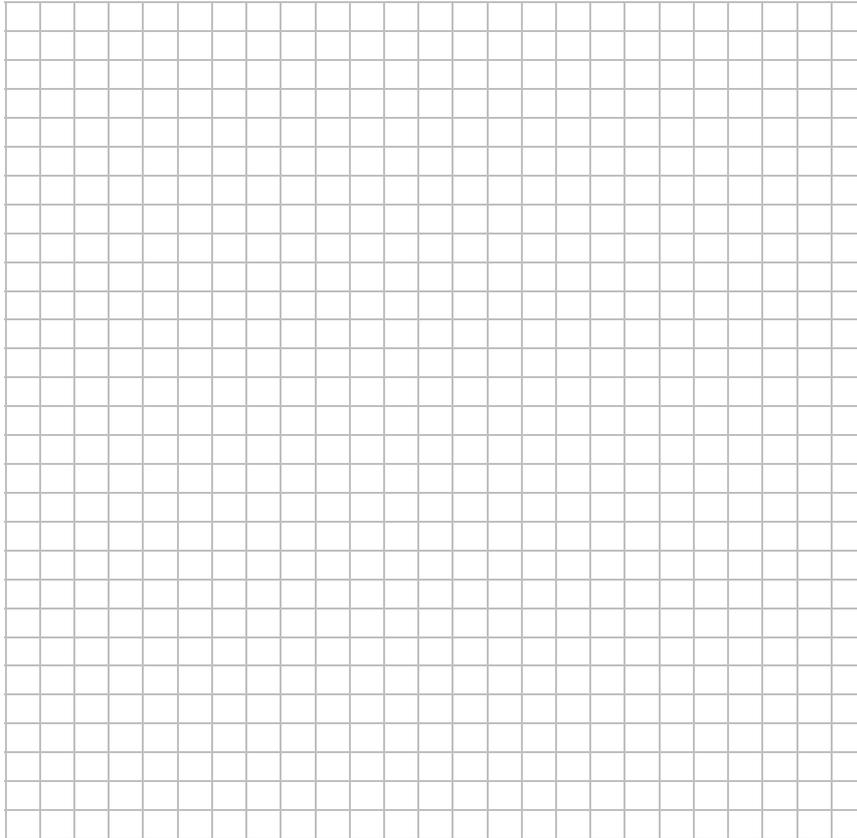
LONGITUDE

ÁLTIMETRIA

ALTITUDE

IDENTIFICAÇÃO DO PERFIL DATA |_|_|/|_|_|/|_|_|_|_|

DESENHO DA PAISAGEM NO LOCAL DE OBSERVAÇÃO



DESCRIÇÃO DA LOCALIZAÇÃO

DESCRIÇÃO DO PONTO

DRENAGEM

VALE

PERFIL TRANSVERSAL – SIMETRIA*

<input type="checkbox"/>	assimétrico
<input type="checkbox"/>	simétrico

PERFIL TRANSVERSAL - ENCAIXAMENTO*

<input type="checkbox"/>	encaixado
<input type="checkbox"/>	não encaixado

PERFIL TRANSVERSAL – FORMA*

<input type="checkbox"/>	em “U”
<input type="checkbox"/>	em “V”
<input type="checkbox"/>	fundo chato

QUALIFICAÇÃO DA FORMA*

<input type="checkbox"/>	aberto
<input type="checkbox"/>	fechado

LARGURA*

<input type="checkbox"/>	muito estreita: até 10 m
<input type="checkbox"/>	estreita: > 10 a 50 m
<input type="checkbox"/>	média: > 50 a 150 m
<input type="checkbox"/>	larga: > 150 a 450 m
<input type="checkbox"/>	muito larga: > 450 m

CANAL

TIPO*

<input type="checkbox"/>	anastomosado
<input type="checkbox"/>	deltáico
<input type="checkbox"/>	irregular
<input type="checkbox"/>	meândrico ou meandrante
<input type="checkbox"/>	ramificado
<input type="checkbox"/>	reticulado
<input type="checkbox"/>	retilíneo
<input type="checkbox"/>	entrelaçado

FORMA ASSOCIADA**

<input type="checkbox"/>	cascata
<input type="checkbox"/>	rápido ou corredeira
<input type="checkbox"/>	barranco
<input type="checkbox"/>	ilha rochosa
<input type="checkbox"/>	leito rochoso com marmita
<input type="checkbox"/>	vereda

CARACTERÍSTICA*

<input type="checkbox"/>	regular ou calibrado
<input type="checkbox"/>	irregular

ASPECTO GERAL*

<input type="checkbox"/>	adaptado à falha ou fratura
<input type="checkbox"/>	adaptado ao lineamento estrutural
<input type="checkbox"/>	de gênese indiferenciada
<input type="checkbox"/>	não adaptado à estrutura
<input type="checkbox"/>	adaptado à estrutura dobrada
<input type="checkbox"/>	adaptado à estrutura homoclinal

ASPECTO DAS BORDAS*

<input type="checkbox"/>	desbarrancada
<input type="checkbox"/>	íngreme
<input type="checkbox"/>	suavizada ou disfarçada

NATUREZA DO MATERIAL DAS BORDAS**

<input type="checkbox"/>	aluvial
<input type="checkbox"/>	coluvial
<input type="checkbox"/>	rochoso

DESCRIÇÃO COMPLEMENTAR

--

MODELADO DE ACUMULAÇÃO

GÊNESE*

<input type="checkbox"/>	de inundação
<input type="checkbox"/>	eólico
<input type="checkbox"/>	fluvial
<input type="checkbox"/>	lacustre
<input type="checkbox"/>	lagunar

<input type="checkbox"/>	marinho
<input type="checkbox"/>	fluviolacustre
<input type="checkbox"/>	fluviomarinho
<input type="checkbox"/>	coluvial ou de enxurrada

FORMA PRINCIPAL**

terraço
campo de dunas
leque aluvial
planície de inundação
rampa de colúvio

FORMA FLUVIAL DE DETALHE**

bacia de decantação
banco arenoso
cone aluvial
dique ou cordão arenoso
praia
meandro abandonado
paleodrenagem

FORMA MARINHA E FLUVIOMARINHA DE DETALHE**

bancada, laje ou placa de arenito de praia ou <i>beachrocks</i>
falésia
recife
talude de erosão e/ou plataforma de abrasão
banco arenoso
praia
canal de maré
lamaçal, lodaçal e/ou vasa
área de manguezal
delta
dique ou cordão arenoso (<i>slikke e schorre</i>)
esporão (<i>spit</i>)
restinga
tômbolo
barra em pontal
barra de canal
crista de praia
<i>chenier</i>
linhas de acreção
ilha-barreira

FORMA EÓLICA**

bacia de deflação
montículo de deflação
duna
lençol ou manto arenoso
planície

LARGURA DA PLANÍCIE*

muito estreita: até 10m
estreita: > 10 a 50m
média: > 50 a 150m
larga: > 150 a 450m
muito larga: >450m

FORMA LACUSTRE DE DETALHE**

auréola de colmatagem
bacia de decantação
lamaçal, lodaçal e/ou vasa
banco arenoso
delta
dique ou cordão arenoso
restinga ou flecha arenosa
bancada, laje ou placa biogenética
barranco
falésia

RECIFE – OCORRÊNCIA*

atol
em barreira
em franja

ESTADO DA FALÉSIA*

viva
paleofalésia

RECIFE – CONSTITUIÇÃO*

de algas
de arenito
de corais
misto

TERRAÇO
TIPO*

fluvial
lacustre
marinho
estrutural ou tectônico
fluviomarinho
fluviolacustre

ALTURA*

baixo: até 2m
médio: > 2 a 5m
alto: > 5 a 15m
muito alto: > 15m

LARGURA*

muito estreito: até 10m
estreito: > 10 a 25m
médio: > 25 a 50m
largo: > 50 a 100m
muito largo: >100m

NÍVEIS DE TERRACEAMENTO*

1
2
3

DUNAS

TIPO DA DUNA**

<input type="checkbox"/>	de captação
<input type="checkbox"/>	de retenção

ATIVIDADE DA DUNA**

<input type="checkbox"/>	ativa ou funcional
<input type="checkbox"/>	herdada (fóssil)
<input type="checkbox"/>	reativada

FORMA DA DUNA**

<input type="checkbox"/>	barcana
<input type="checkbox"/>	longitudinal
<input type="checkbox"/>	transversal
<input type="checkbox"/>	parabólica
<input type="checkbox"/>	reticulada

ESTADO DA DUNA**

<input type="checkbox"/>	dissipada
<input type="checkbox"/>	fitoestabilizada
<input type="checkbox"/>	pedogeneizada

COR DA DUNA

DESCRIÇÃO COMPLEMENTAR

MODELADO DE APLANAMENTO

CARACTERÍSTICA GERAL DO PLANO/PEDIPLANO*

<input type="checkbox"/>	irregular
<input type="checkbox"/>	regular

CARACTERÍSTICA DO PLANO ESTRUTURAL*

<input type="checkbox"/>	desnudado
<input type="checkbox"/>	exumado – de eversão

FORMA DO PLANO/PEDIPLANO*

<input type="checkbox"/>	ondulado
<input type="checkbox"/>	rugoso
<input type="checkbox"/>	truncado

COBERTURA DO PLANO /PEDIPLANO*

<input type="checkbox"/>	desnudado
<input type="checkbox"/>	inunado

TIPO DE PEDIPLANO*

<input type="checkbox"/>	conservado
<input type="checkbox"/>	degradado
<input type="checkbox"/>	funcional
<input type="checkbox"/>	retocado
<input type="checkbox"/>	indiferenciado
<input type="checkbox"/>	etchplanado

FORMA ASSOCIADA AO PROCESSO DE PEDIPLANAÇÃO**

<input type="checkbox"/>	glacis ou rampa
<input type="checkbox"/>	pedimento
<input type="checkbox"/>	bacia alveolar ou de pedimentação
<input type="checkbox"/>	depressão pseudocárstica
<input type="checkbox"/>	depressão rasa
<input type="checkbox"/>	caos de blocos
<input type="checkbox"/>	neck vulcânico
<input type="checkbox"/>	inselbergue
<input type="checkbox"/>	maciço residual
<input type="checkbox"/>	mesa ou morro testemunho

PARTICULARIDADE DOS GLACIS/PEDIMENTOS*

<input type="checkbox"/>	coalescente em fundo de vale
<input type="checkbox"/>	contemporâneo ao espreadimento detrítico
<input type="checkbox"/>	inferior com material retrabalhado do plano superior

ASPECTO ASSOCIADO AOS GLACIS / PEDIMENTOS**

<input type="checkbox"/>	<i>bajada</i>
<input type="checkbox"/>	bolsões
<input type="checkbox"/>	<i>playas</i>

FORMA DO INSELBERGUE*

<input type="checkbox"/>	barra
<input type="checkbox"/>	crista
<input type="checkbox"/>	cúpula
<input type="checkbox"/>	pico

CRISTAS E/OU BARRA

FORMA*

<input type="checkbox"/>	assimétrica- <i>hogback</i>
<input type="checkbox"/>	simétrica

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL*

<input type="checkbox"/>	agrupada
<input type="checkbox"/>	isolada

FORMA DO TOPO**

<input type="checkbox"/>	aguçada
<input type="checkbox"/>	convexa
<input type="checkbox"/>	plana

PICOS

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL*

<input type="checkbox"/>	agrupada
<input type="checkbox"/>	isolada

FEIÇÃO DE DETALHE**

<input type="checkbox"/>	nicho ou alvéolo
<input type="checkbox"/>	sulco ou canelura
<input type="checkbox"/>	placa ou escama

FORMA DO TOPO*

<input type="checkbox"/>	aguçada
<input type="checkbox"/>	convexa

MODELADO DE DISSECAÇÃO

TIPO DO MODELADO*

<input type="checkbox"/>	homogêneo
<input type="checkbox"/>	estrutural
<input type="checkbox"/>	em ravinas

FORMA CONSIDERANDO O TOPO**

<input type="checkbox"/>	aguçada
<input type="checkbox"/>	convexa
<input type="checkbox"/>	tabular

FORMA DE DETALHE**

<input type="checkbox"/>	lombada ou lomba
<input type="checkbox"/>	tabuleiro
<input type="checkbox"/>	colina
<input type="checkbox"/>	morro
<input type="checkbox"/>	outeiro
<input type="checkbox"/>	cúpula rochosa
<input type="checkbox"/>	pontão ou pão-de-açúcar
<input type="checkbox"/>	<i>dale</i>
<input type="checkbox"/>	esporão
<input type="checkbox"/>	bloco rochoso ou <i>boulder</i>
<input type="checkbox"/>	caos de blocos
<input type="checkbox"/>	lajedo ou escudo rochoso
<input type="checkbox"/>	garganta

FORMA DO TOPO DO PONTÃO**

<input type="checkbox"/>	aguçada – crista
<input type="checkbox"/>	convexa – cúpula ou domo

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS PONTÕES*

	agrupada
	isolada

FEIÇÃO DE DETALHE DO PONTÃO**

	nicho ou alvéolo
	sulco ou canelura
	placa ou escama

VERTENTES

DESNÍVEL MÉDIO*

	pequeno:	até 10m
	médio:	> 10 a 25m
	grande:	> 25 a 100m
	muito grande:	>100m

CARACTERÍSTICA**

	com patamar
	com rampa ou plano inclinado
	ocorrência de afloramento rochoso
	ocorrência de tálus
	ocorrência de escarpa
	ocorrência de ressalto

FORMA**

	côncava
	convexa
	retilínea

ESCARPA

TIPO*

	erosiva
	adaptada à falha
	de falha ou de linha de falha
	monoclinal

FORMA**

	desdobrada ou em degrau ou patamar
	festonada
	retilínea

CARACTERÍSTICA*

	com cornija
	sem cornija

DESCRIÇÃO COMPLEMENTAR

--

MODELADO DE DISSOLUÇÃO

NOME GENÉRICO *

<input type="checkbox"/>	área em processo de dissolução
<input type="checkbox"/>	plano cárstico irregular

NOME GENÉTICO *

<input type="checkbox"/>	carste exumado ou descoberto
<input type="checkbox"/>	carste inumado ou coberto

FORMA PRINCIPAL E DE DETALHE **

<input type="checkbox"/>	<i>poljés</i>
<input type="checkbox"/>	vale cárstico
<input type="checkbox"/>	depressão cárstica indiferenciada
<input type="checkbox"/>	dolina
<input type="checkbox"/>	<i>ponors e/ou jamas</i>
<input type="checkbox"/>	uvala
<input type="checkbox"/>	crista cárstica
<input type="checkbox"/>	<i>hums</i>
<input type="checkbox"/>	morro cárstico
<input type="checkbox"/>	gruta
<input type="checkbox"/>	<i>lapiès</i> ou canelura
<input type="checkbox"/>	torre ou pináculo
<input type="checkbox"/>	bolsão cárstico preenchido
<input type="checkbox"/>	poço e/ou avens
<input type="checkbox"/>	ressurgência
<input type="checkbox"/>	sumidouro
<input type="checkbox"/>	borda de patamar cárstico

FORMAÇÃO SUPERFICIAL

DESCRIÇÃO DA FORMAÇÃO SUPERFICIAL

PROCESSO

TIPO DE PROCESSO MORFOGENÉTICO*

corrasão
deflação eólica
deposição
erosão e/ou abrasão
arenização

TIPO DE AÇÃO MORFOGENÉTICA*

transporte relacionado à ação da gravidade
transporte com a participação da água

TIPO DE TRANSPORTE RELAC. GRAVIDADE (RÁPIDO)**

avalancha
deslizamento de lama (<i>glissement</i>)
fluxo de terra e lama ou desmoronamento (<i>eboulement</i>)

TIPO DE TRANSPORTE RELAC. GRAVID. (LENTO)**

rastejamento (<i>creep</i>)
solifluxão
deslizamento de blocos (<i>blockslide</i>)
colapso (<i>rock slump</i>)

FORMA RESULTANTE DAS AÇÕES MORFOGENÉTICAS**

canaleta
ravina; profundidades decimétricas
sulco; profundidades centimétricas
voçoroca; profundidades métricas
cone torrencial
lupa, nicho e outras pequenas cavidades
tálus
terracete

EFEITO DAS AÇÕES MORFOGENÉTICAS**

acumulação de areia
acumulação de argila
acumulação de silte
concentração de grânulos
concentração de seixos
deslocamento de arbustos e árvores
pavimentação detrítica
truncamento da parte superior do solo

EXTENSÃO DAS ACUMULAÇÕES*

generalizada
localizada

MORFOGÊNESE ATUAL•

mecânica
química
mecânica e química

TIPO DE DEPOSIÇÃO**

eólica
fluvial
lacustre
marinha
fluviolacustre
fluviomarinha
lagunar
inundação

POSICIONAMENTO DO FENÔMENO (RÁPIDO)*

no fundo do vale
na parte frontal de escarpa ou de cornija
em cabeceira de drenagem
ao longo da encosta
ao longo da estrada

TIPO DE TRANSPORTE C/ PARTICIPAÇÃO ÁGUA**

escoamento de cheia (<i>stream-flood</i>) [concentrado]
escoamento difuso (<i>rill-wash</i>)
escoamento em lençol (<i>sheet-flood</i>)

ESTADO DA FORMA RESULTANTE DAS AÇÕES MORFOGENÉTICAS*

ativa
inativa
reativada

TIPO DE AÇÃO BIOLÓGICA INCLUSIVE ANTRÓPICA**

atividades de formigas e/ou de térmitas
raízes
marcas de pisoteio de animais
revolvimento de terra por animais
atividades de mineração
terraplenagem
urbanização
retirada de material de empréstimo

FORMA RESULTANTE DA AÇÃO BIOLÓGICA**

rejeito ou acúmulo de detrito
aterro
buraco e cavidade
dique
montículo ou murundu
terracete

ESTADO DA FORMA RESULTANTE DA AÇÃO BIOLÓGICA*

ativa
inativa
reativada

3 Letras-símbolos e símbolos da Geomorfologia e convenções da Geologia

Letras - símbolos

Modelados de Acumulação

Apf	Planície Fluvial
Atf	Terraço Fluvial
Aptf	Planície e Terraço Fluviais
Apl	Planície Lacustre
Atl	Terraço Lacustre
Apfl	Planície Fluvialacustre
Atfl	Terraço Fluvialacustre
Apm	Planície Marinha
Atm	Terraço Marinho
Apfm	Planície Fluviomarinha
Atfm	Terraço Fluviomarinho
Aplg	Planície Lagunar
Atlg	Terraço Lagunar
Ape	Planície Eólica
Ade	Duna
Arc	Rampa de Colúvio
Ai	Plano de Inundação
Aii	Plano Inundável Indiferenciado

Modelados de Aplanamento

Pgi	Pediaplano Degradado Inumado
Pgu	Pediaplano Degradado Desnudado
Pri	Pediaplano Retocado Inumado
Pru	Pediaplano Retocado Desnudado
Pge	Pediaplano Degradado Etchplanado
Pre	Pediaplano Retocado Etchplanado
Pi	Plano de Gênese Indiferenciada
Pp	Pedimento

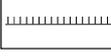
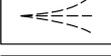
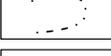
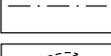
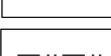
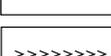
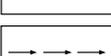
Modelados de Dissecação

D	Homogênea
DE	Estrutural
Dr	Em Ravinas

Modelados de Dissolução

Kc	Carste Coberto
Kd	Carste Descoberto

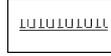
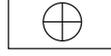
**Formas Relacionadas às Ações Fluviais
Lacustres e Marinhas**

	Delta
	Auréola de Colmatagem
	Borda de Terraço
	Cone de Dejeção
	Leque Aluvial (<i>Alluvial Fan</i>)
	Garganta
	Depressão Pseudocárstica
	Barras em Pontal (<i>Point Bars</i>)
	Barras de Canal (<i>Scroll Bars</i>)
	Dique Marginal (<i>Natural Levee</i>)
	Paleodrenagem (<i>Palaeochannel</i>)
	Meandro Abandonado (<i>Oxbow Lake</i>)
	Vereda
	<i>Dale</i>
	Cristas de Praia (<i>Beach Ridges</i>)
	<i>Chenier</i>
	Linhas de Acresção
	Falésia
	Paleofalésia
	Paleolitoral
	Recife
	Restinga (<i>Barrier Spit</i>)
	Ilha Barreira (<i>Barrier Island</i>)

Forma Relacionada à Ação Eólica

	Duna
---	------

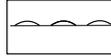
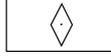
Formas Relacionadas à Ação Cárstica

	Borda de Patamar Cárstico
	<i>Lapiès</i>
	Dolina
	Morro Cárstico
	Ressurgência
	Sumidouro
	Uvala
	Vale Cárstico

**Formas Relacionadas à Dissecação
Englobando Feições Residuais**

	Crista Simétrica
	Crista Assimétrica (<i>Hogback</i>)
	Inselbergue
	Pontão

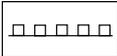
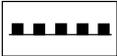
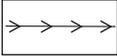
**Formas Relacionadas a Bacias e
Coberturas Sedimentares**

	<i>Cuesta</i>
	Morro Testemunho (<i>Mesa</i>)

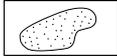
Formas Relacionadas a Dobramentos

	Borda de Anticlinal Escavada
	Borda de Sinclinal Suspensa
	Combe
	Dorso Anticlinal
	Facetas Triangulares de Camada
	Marcas de Enrugamentos

Formas Relacionadas à Tectônica de Falha

-  Escarpa Adaptada a Falha
-  Escarpa de Falha
-  Facetas Triangulares de Falha
-  Vale ou Sulco Estrutural
-  Anomalia de Drenagem

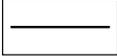
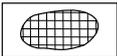
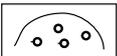
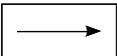
Símbolos Relacionados a Processos de Erosão e Movimentos de Massa

-  Arenização
-  Fenômenos de Erosão
-  Fenômenos de Movimentos de Massa

Forma Relacionada a Estruturas Circulares

-  Borda de Estrutura Circular

Formas de Gênese Indiferenciada

-  Borda de Patamar Estrutural
-  Canyon
-  Escarpa Erosiva
-  Escarpa em Relevo Monoclinal
-  Linha de Cumeada
-  Ressalto
-  Gruta
-  Afloramento Rochoso
-  Caos de Blocos
-  Caimento em Rampa de Colúvio ou Pedimento

Símbolos de Representação Cartográfica Temática

-  Limite Definido de Modelado ou Polígono
-  Limite Aproximado de Modelado ou Polígono
-  Ponto de Descrição Localizada da Paisagem
-  Ponto de Amostragem de Formação Superficial

CONVENÇÕES DA GEOLOGIA

Rochas Sedimentares

	Aluvião
	Arcóseo
	Areias
	Arenito
	Arenito Fino
	Arenito Grosso
	Argilas
	Argilito
	Calcário
	Colúvios Arenosos
	Conglomerado
	Couraça
	Elúvios Arenosos
	Dolomito
	Folhelho
	Metarenitos
	Metassedimentos
	Sedimentos Areno-Argilosos
	Seixo
	Silte
	Siltito

Rochas Metamórficas

	Anfibolito
	Filito
	Gnaisse
	Migmatito
	Ortognaisse
	Quartzito
	Silexisto
	Xisto

Rochas Igneas

	Basalto
	Diabásio
	Granito
	Granitóide Alcalino
	Riolito
	Sienito
	Ultramáfica

4 - Relação e identificação das Unidades Geomorfológicas mapeadas no Brasil pelo IBGE

1	Alinhamentos de Cristas do Paraíba do Sul	56	Depressão de Belo Horizonte
2	Alinhamentos de Cristas do Quadrilátero Ferrífero - Pará de Minas	57	Depressão de Boa Vista
3	Baixa Chapada do São Francisco	58	Depressão de Colmeia
4	Baixada de Campo Maior	59	Depressão de Cristalândia
5	Baixada do Médio Tocantins	60	Depressão de Imperatriz
6	Baixada do Rio Manoel Alves	61	Depressão de Itabuna - Itapetinga
7	Baixada Litorânea	62	Depressão de Pimenta Bueno
8	Baixada Maranhense	63	Depressão de Porto Velho
9	Baixadas de Turiaçu - Pericumã	64	Depressão de Rio Branco
10	Baixadas dos Rios Jacaré - Verde	65	Depressão de Santana do Araguaia
11	Baixadas dos Rios Jacaré e Salitre	66	Depressão de São Jerônimo - Aquidauana
12	Baixadas dos Rios Verde, Jacaré e Salitre	67	Depressão de São Raimundo Nonato
13	Bloco Montanhoso Central	68	Depressão de Sapucaí
14	Bloco Montanhoso de Santo Antônio do Jacinto	69	Depressão do Abacaxis - Tapajós.
15	Blocos Planálticos Setentrionais da Chapada Diamantina	70	Depressão do Alto Araguaia
16	Cabeceiras do Gurguéia	71	Depressão do Alto Paraguai
17	Cabeceiras do Parnaíba	72	Depressão do Alto São Francisco
18	Campos de Areias do Médio São Francisco	73	Depressão do Alto Tocantins
19	Campos de Dunas do Litoral Nordestino	74	Depressão do Araguaia
20	Chapada da Tabatinga	75	Depressão do Bacajá
21	Chapada das Mangabeiras	76	Depressão do Endimari - Abunã
22	Chapada de Barra do Corda	77	Depressão do Guaporé
23	Chapada de Dardanelos	78	Depressão do Gurupi
24	Chapada de Irecê	79	Depressão do Iaco - Acre
25	Chapada de Paragominas	80	Depressão do Içá - Japurá
26	Chapada Diamantina	81	Depressão do Jamanxim - Xingu
27	Chapada do Alto Rio Maranhão	82	Depressão do Javari - Juruá
28	Chapada do Apodi	83	Depressão do Juruá - Iaco
29	Chapada do Araripe	84	Depressão do Juruá - Solimões
30	Chapada do Morro do Chapéu	85	Depressão do Madeira - Aiquirí
31	Chapada dos Guimarães	86	Depressão do Madeira - Ji-Paraná
32	Chapada dos Parecis	87	Depressão do Madeira - Purus
33	Chapadão Central	88	Depressão do Madeira - Mamuru
34	Chapadão Ocidental Baiano	89	Depressão do Médio Jequitinhonha
35	Chapadas Cimeiras	90	Depressão do Médio Jequitinhonha - Pardo
36	Chapadas de Paracatu	91	Depressão do Médio Paraíba do Sul
37	Chapadas do Alto Rio Pardo	92	Depressão do Médio São Francisco
38	Chapadas do Cachimbo	93	Depressão do Médio Tocantins
39	Chapadas do Distrito Federal	94	Depressão do Médio Xingu
40	Chapadas do Jequitinhonha	95	Depressão do Purus - Juruá
41	Chapadas do Martins / Santana / Cuité	96	Depressão do Purus - Tapauá
42	Chapadas do São Francisco	97	Depressão do Rio Jacuí
43	Chapadas do Tonã e de Serra Talhada	98	Depressão do Rio Paraguai
44	Chapadas e Planos do Rio Farinha	99	Depressão do Rio Paru de Oeste
45	Chapadões do Alto Itapecuru	100	Depressão do Roosevelt - Aripuanã
46	Chãs Pré-Litorâneas	101	Depressão do Solimões - Madeira
47	Colinas do Amapá	102	Depressão do Solimões - Unini
48	Colinas do Baixo Ribeira do Iguape	103	Depressão do Tarauacá - Itaquiá
49	Colinas e Cristas do Gurupi	104	Depressão do Tietê - Mogi-Guaçu
50	Colinas e Maciços Costeiros	105	Depressão do Tietê - Rio Piracicaba
51	Complexo Montanhoso Veadeiros - Arai	106	Depressão do Tocantins
52	Complexos Deltáicos, Estuarinos e Praiais	107	Depressão dos Igarapés Cachimbo - Higino
53	Cuesta de Bom Jesus do Gurgueia	108	Depressão dos Rios Ceará Mirim / Curimataú
54	Depressão Cuiabana	109	Depressão Escalonada dos Rios Pomba - Muriaé
55	Depressão da Zona Carbonífera Catarinense	110	Depressão Interplanáltica Central
		111	Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional

112	Depressão Interplanáltica da Amazônia Setentrional	170	Patamar do Médio Rio Paraguaçu
113	Depressão Interplanáltica de Alta Floresta	171	Patamar Marginal das Chapadas do Alto Parnaíba
114	Depressão Interplanáltica de Juara	172	Patamar Nordeste da Borborema
115	Depressão Interplanáltica de Paranaguá	173	Patamares Cuestiformes
116	Depressão Interplanáltica de Paranatinga	174	Patamares da Canastra
117	Depressão Interplanáltica do Alto - Médio Rio Doce	175	Patamares da Chapada das Mangabeiras
118	Depressão Interplanáltica do Médio Rio Doce	176	Patamares da Itapetinga
119	Depressão Interplanáltica do Sul das Guianas	177	Patamares da Serra Geral
120	Depressão Interplanáltica dos Caiabis	178	Patamares das Chapadas do São Francisco
121	Depressão Interplanáltica Juruena - Teles Pires	179	Patamares de Ponta Grossa - Itapetinga
122	Depressão Interplanática do Trombetas	180	Patamares do Alto Rio Itajaí
123	Depressão Marginal	181	Patamares do Chapadão
124	Depressão Marginal à Serra do Divisor	182	Patamares do Chapadão Ocidental Baiano
125	Depressão Marginal à Serra do Roncador	183	Patamares do Interflúvio Araguaia -Tocantins
126	Depressão Ortoclinal do Médio Tocantins	184	Patamares do Médio Rio de Contas
127	Depressão Periférica de Crateús	185	Patamares do Parnaíba
128	Depressão Periférica do Médio São Francisco	186	Patamares do Tapajós
129	Depressão Periférica do Norte do Pará	187	Patamares do Tibagi
130	Depressão Periférica do Sul do Pará	188	Patamares Escalonados do Sul Capixaba
131	Depressão Rio Acre - Rio Javari	189	Patamares Orientais e Ocidentais do Espinhaço
132	Depressão Rio Branco - Rio Negro	190	Patamares Periféricos à Ibiapaba-Araripe
133	Depressão Rio Ibicuí - Rio Negro	191	Patamares Sertanejos
134	Depressão Rio Negro - Rio Japurá	192	Pediaplano Rio Branco - Rio Negro
135	Depressão Sertaneja	193	Pediaplano Central da Borborema
136	Depressões Interiores do Espinhaço	194	Pediaplano Central da Chapada Diamantina
137	Depressões Intermontanas	195	Pediaplano Central do Maranhão
138	Depressões Intermontanas da Província Serrana	196	Pediaplano Centro-Ocidental Brasileiro
139	Encostas Orientais da Borborema	197	Pediaplano do Alto Rio Pardo
140	Encostas Orientais da Borborema	198	Pediaplano do Baixo São Francisco
141	Encostas Orientais da Chapada Diamantina	199	Pediaplano do Tocantins
142	Encostas Setentrionais da Borborema	200	Pediaplano Sertanejo
143	Leque Aluvial do Tocantins	201	Pediplanos Carstificados
144	Litoral de Mangues e Rias	202	Piemonte Oriental da Borborema
145	Litoral de Rias e Lençóis Maranhenses	203	Piemonte Oriental do Planalto de Vitória da Conquista
146	Maciço Central	204	Piemonte Oriental do Planalto dos Geraizinhos
147	Maciços da Pedra Azul	205	Planalto Central Goiano
148	Maciços do Caparaó	206	Planalto da Bacia Sedimentar do Amazonas
149	Maciços Residuais	207	Planalto da Bacia Sedimentar Piauí - Maranhão
150	Maciços Setentrionais da Borborema	208	Planalto da Bocaina
151	Pantanal de Itiquira - São Lourenço	209	Planalto da Bodoquena
152	Pantanal do Corixo Grande	210	Planalto da Borborema
153	Pantanal do Poconé	211	Planalto da Ibiapaba
154	Patamar Dissecado de Roraima	212	Planalto da Zona Metalúrgica Mineira
155	Patamar do Médio Uraricoera	213	Planalto das Cabeceiras do Xingu
156	Patamar Colinoso Marginal da Chapada Diamantina	214	Planalto de Andrelândia
157	Patamar da Serra de Tapirapuã	215	Planalto de Campos do Jordão
158	Patamar das Cabeceiras do Mearim	216	Planalto de Cristalina - Patrocínio
159	Patamar de Cariparé	217	Planalto de Curitiba
160	Patamar de Caxias	218	Planalto de Guarapiara - Ibiúna
161	Patamar de Guarabira	219	Planalto de Itatiaia
162	Patamar de Porto Franco / Fortaleza dos Nogueiras	220	Planalto de Lages
163	Patamar Dissecado do Capim - Moju	221	Planalto de Lindóia
164	Patamar Dissecado do Gurupi - Grajaú	222	Planalto de Maracaju - Campo Grande
165	Patamar Dissecado do Mutum - Arruda	223	Planalto de Paranatinga - Paraibuna
166	Patamar Dissecado do Xingu - Pacajazinho	224	Planalto de Poços de Caldas
167	Patamar Dissecado dos Apicás	225	Planalto de Santo Ângelo
168	Patamar Dissecado dos Parecis	226	Planalto de São Roque - Jundiá
169	Patamar Divisor dos Rios Doce - Mucuri	227	Planalto de Sindorá

228	Planalto de Uruguaiana	286	Planaltos Residuais da Amazônia Meridional
229	Planalto de Varginha	287	Planaltos Residuais da Amazônia Setentrional
230	Planalto Dissecado do Itapecuru	288	Planaltos Residuais da Depressão Sertaneja
231	Planalto Dissecado do Suaçuí Grande	289	Planaltos Residuais da Serra do Divisor
232	Planalto Dissecado do Tocantins	290	Planaltos Residuais de Costa Marques
233	Planalto Dissecado Norte da Amazônia	291	Planaltos Residuais de Roraima
234	Planalto Dissecado Rio Iguaçu - Rio Uruguai	292	Planaltos Residuais do Alto Guaporé
235	Planalto Dissecado Roosevelt - Aripuanã	293	Planaltos Residuais do Amapá
236	Planalto Dissecado Sul da Amazônia	294	Planaltos Residuais do Guaporé
237	Planalto Dissecado Sul do Pará	295	Planaltos Residuais do Ji-Paraná - Aripuanã
238	Planalto Dissecado Trombetas- Rio Negro	296	Planaltos Residuais do Madeira - Aiquiri
239	Planalto do Alto Tocantins - Paranaíba	297	Planaltos Residuais do Madeira - Ji-Paraná
240	Planalto do Crepori	298	Planaltos Residuais do Madeira - Roosevelt
241	Planalto do Distrito Federal	299	Planaltos Residuais do Norte de Mato Grosso
242	Planalto do Interflúvio Amazonas - Orenoco	300	Planaltos Residuais do Sul do Pará
243	Planalto do Interflúvio Araguaia -Tocantins	301	Planície Alúvio-Coluvionar
244	Planalto do Interflúvio Tocantins - Araguaia	302	Planície Amazônica
245	Planalto do Parauari - Tropas	303	Planície do Araguaia - Javaés
246	Planalto do Rio Bonito	304	Planície do Bananal
247	Planalto do Rio Juma - Médio Sucunduri	305	Planície Fluvioacustre do Amapá
248	Planalto do Tapajós - Xingu	306	Planície Fluviomarinha de Macapá - Oiapoque
249	Planalto do Taquari - Itiquira	307	Planície Fluviomarinha do Golfão Maranhense
250	Planalto do Uatumã - Jari	308	Planície Lagunar
251	Planalto dos Alcantilados - Alto Araguaia	309	Planície Litorânea
252	Planalto dos Apiacás - Sucunduri	310	Planícies Deltáicas, Estuarinas e Praiais
253	Planalto dos Campos das Vertentes	311	Planícies do Rio Paraguai
254	Planalto dos Campos Gerais	312	Planícies do Rio Paraná
255	Planalto dos Geraizinhos	313	Planícies e Pantanaís do Guaporé
256	Planalto dos Guimarães - Alcantilados	314	Planícies e Pantanaís do Médio e Alto Guaporé
257	Planalto dos Parecis	315	Planícies e Pantanaís Mato-grossenses
258	Planalto Meridional da Bacia Sedimentar do Amazonas	316	Planícies e Terraços Fluviais
259	Planalto Ocidental do Médio São Francisco	317	Planícies Fluviais
260	Planalto Paulistano	318	Planícies Litorâneas
261	Planalto Rebaixado da Amazônia - da Zona Bragantina	319	Planícies Litorâneas de Marajó
262	Planalto Rebaixado da Amazônia - do Médio Amazonas	320	Planícies Litorâneas e Sedimentares do Delta do Paraíba do Sul
263	Planalto Rebaixado da Amazônia - do Baixo Amazonas	321	Planícies Marinhas
264	Planalto Rebaixado da Amazônia Ocidental	322	Planícies Marinhas e Fluviomarinhas
265	Planalto Rebaixado de Goiânia	323	Província Serrana
266	Planalto Rebaixado do Alto Rio Paraná	324	Reverso do Planalto da Borda Norte
267	Planalto Rebaixado do Amazonas	325	Serra da Canastra
268	Planalto Rebaixado do Paranaíba - Quebra-Anzol	326	Serra da Natividade
269	Planalto Rebaixado Marginal ao Planalto Sul-rio-grandense	327	Serra da Saudade
270	Planalto Rebaixado Rio Aiari - Tiquié	328	Serra de Cubrencranquém
271	Planalto Residual de Nova Brasilândia	329	Serra de Jacobina
272	Planalto Residual do Tapajós	330	Serra de Santo Antônio - João Damião
273	Planalto Residual do Tapajós - Xingu	331	Serra do Cachimbo
274	Planalto Residual do Tocantins	332	Serra do Lajeado
275	Planalto Sedimentar de Roraima	333	Serra do Mar Paranaense
276	Planalto Sedimentar dos Parecis	334	Serra do Sincorá
277	Planalto Sertanejo	335	Serra do Tapirapé
278	Planalto Setentrional da Bacia do Paraná	336	Serra dos Caiabis
279	Planalto Setentrional Pará - Maranhão	337	Serra dos Carajás
280	Planalto Tapajós	338	Serra dos Jurunas
281	Planaltos Residuais do Urucum - Amolar	339	Serra dos Órgãos
282	Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná	340	Serra Geral
283	Planaltos Rebaixados da Bacia do Paraná	341	Serra Malhada Alta
284	Planaltos Residuais Canguçu - Caçapava do Sul	342	Serrania do Ribeira
285	Planaltos Residuais Cuestiformes da Bacia do Paraná		

343	Serranias da Zona da Mata Mineira	374	Superfícies Cimeiras Residuais do Norte do Amazonas
344	Serranias de Almenara	375	Superfícies Residuais dos Tabuleiros Interiores
345	Serranias Marginais	376	Tabuleiro de Barreirinhas
346	Serras Centrais	377	Tabuleiro Dissecado do Vaza-Barris
347	Serras da Borda Ocidental da Chapada Diamantina	378	Tabuleiros Costeiros
348	Serras das Andorinhas - Xambioá - Lontras	379	Tabuleiros Costeiros do Amapá
349	Serras de Arraiais e da Canoa	380	Tabuleiros Costeiros Maranhenses
350	Serras de São Félix - Antonhão - Seringa	381	Tabuleiros de Balsas
351	Serras de São Vicente - Mimoso	382	Tabuleiros de Marajó
352	Serras de Unaí e da Carreira Comprida	383	Tabuleiros de Paranaguá
353	Serras do Espinhaço Central	384	Tabuleiros do Itapecuru
354	Serras do Espinhaço Meridional	385	Tabuleiros do Médio Itapecuru
355	Serras do Pardo - Porto Seguro	386	Tabuleiros do Médio São Francisco
356	Serras do Roncador - Salto do Céu	387	Tabuleiros do Parnaíba
357	Serras do Tabuleiro - Itajaí	388	Tabuleiros do Recôncavo
358	Serras e Chapadas do Cachimbo	389	Tabuleiros do Recôncavo - Rio Itapecuru
359	Serras e Maciços Pré-Litorâneos	390	Tabuleiros do Rio Pardo
360	Serras e Residuais do Traíra	391	Tabuleiros do Rio Real
361	Serras Marginais	392	Tabuleiros do Xingu - Tocantins
362	Serras Residuais Nordestinas	393	Tabuleiros Interiores
363	Serras Setentrionais do Espinhaço	394	Tabuleiros Paraenses
364	Superfície Dissecada de Jauru	395	Tabuleiros Pré-Litorâneos
365	Superfície Dissecada de Santa Luzia do Paruá	396	Tabuleiros Sublitorâneos
366	Superfície Dissecada do Ribeirão Espinhaço	397	Vale do Gurguéia
367	Superfície do Baixo Gurupi	398	Vão do Paranã
368	Superfície dos Gerais	399	Vão do São Francisco
369	Superfície Sertaneja	400	Vãos da Bacia do Alto Parnaíba
370	Superfície Setentrional do Pará - Maranhão	401	Vãos do Itapecuru
371	Superfície Sublitorânea de Bacabal	402	Vãos do Médio Parnaíba
372	Superfície Sublitorânea de Barreirinhas	403	Várzeas e Terraços Aluviais
373	Superfície Tabular de Cruzeiro do Sul		

Equipe técnica

Diretoria de Geociências

Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais

Celso José Monteiro Filho

Coordenação

Bernardo Thadeu de Almeida Nunes

José Eduardo Bezerra da Silva

Marcia de Melo Faria

Rogério de Oliveira Rosa

Trento Natali Filho

Revisão final do texto

Ana Maria Goulart Bustamante

José Eduardo Bezerra da Silva

Marcia de Melo Faria

Trento Natali Filho

Equipe técnica

Bernardo Thadeu de Almeida Nunes

Fernando Peres Dias

Geraldo César Vieira Costa Pinto

José Eduardo Bezerra da Silva

Lindinalva Mamede

Luiz Carlos Soares Gatto

Marcia de Melo Faria

Margarete Prates Rivas

Maria Iranice Passos Costa Santiago

Maria das Graças Guimarães Correa

Mário Ivan Cardoso de Lima

Natanael Sérgio Maciel

Péricles Siqueira Nunes

Regina Coeli Ribeiro da Costa

Rogério de Oliveira Rosa
Suely da Silva Coelho Lima
Trento Natali Filho
Válter Jesus de Almeida (*in memoriam*)

Elaboração de Ilustrações

Marcia de Melo Faria (Coordenação)
Bernardo Thadeu de Almeida Nunes
Gloria Vanicore Ribeiro
José Eduardo Bezerra da Silva

Colaboração

Alice Maria Barreto Vieira
Carlos Alberto dos Santos
Patricia Stella Portella Ferreira Alves
Sueli Sirena Caldeiron

Agradecimentos

Margi Moss – Projeto Brasil das Águas
Nuno César da Rocha Ferreira – DPI/INPE
Valdir Francisco Veronese – GRN/UE/BA

Projeto Editorial

Centro de Documentação e Disseminação de Informações

Coordenação de Produção

Marise Maria Ferreira

Gerência de Editoração

Estruturação textual, tabular e de gráficos

Katia Vaz Cavalcanti
Maria do Carmo da Costa Cunha
Marisa Sigolo Mendonça

Copidesque e revisão

Anna Maria dos Santos
Cristina R. C. de Carvalho
Kátia Domingos Vieira

Diagramação textual

Solange Maria Mello de Oliveira

Programação visual da publicação

Luiz Carlos Chagas Teixeira

Tratamento de imagem

Evilmerodac Domingos da Silva

Produção de multimídia

Márcia do Rosário Brauns
Marisa Sigolo
Mônica Pimentel Cinelli Ribeiro
Roberto Cavararo

Gerência de Documentação

Pesquisa e normalização bibliográfica

Ana Raquel Gomes da Silva

Bruno Klein

Carlos Roberto de Alcantara Corrêa (estagiário)

Catia Vasconcellos Marques

Solange de Oliveira Santos

Elaboração de quartas-capas e padronização de glossários

Ana Raquel Gomes da Silva

Gerência de Gráfica

Impressão e acabamento

Maria Alice da Silva Neves Nabuco

Gráfica Digital

Impressão

Ednalva Maia do Monte