

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Bento Albuquerque

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Alexandre Vidigal de Oliveira

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Esteves Pedro Colnago

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Marcio José Remédio

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Paulo Afonso Romano

Diretor de Administração e Finanças

Cassiano de Souza Alves

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Chefe do Departamento de Gestão Territorial

Maria Adelaide Mansini Maia

Chefe da Divisão de Geologia Aplicada

Diogo Rodrigues Andrade da Silva

Chefe da Divisão de Gestão Territorial

Maria Angélica Barreto Ramos

Chefe do Departamento de Hidrologia

Frederico Cláudio Peixinho

Chefe da Divisão de Hidrologia Aplicada

Adriana Dantas Medeiros

Chefe do Departamento de Informações Institucionais

Edgar Shinzato

Chefe da Divisão de Geoprocessamento

Hiran Silva Dias

Chefe da Divisão de Cartografia

Fábio Silva da Costa

Chefe da Divisão de Documentação Técnica

Roberta Pereira da Silva de Paula

Chefe do Departamento de Relações Institucionais e Divulgação

Patrícia Düringer Jacques

Chefe da Divisão de Marketing e Divulgação

Washington José Ferreira Santos

Chefe da Divisão de Editoração Geral

Valter Alvarenga Barradas

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL - DHT

**GUIA DE PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DO
DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL**

VOLUME 4 - CARTAS DE PADRÕES DE RELEVO MUNICIPAIS
ESCALA 1:25.000 (VERSÃO 1)

Organizadores

Marcelo Eduardo Dantas (Geógrafo) – DEGET
Michele Silva Santana (Geógrafa) – DEGET
Gabriela Figueiredo de Castro Simão (Geógrafa) – DIGEOP
Maria Adelaide Mansini Maia (Geóloga) – DEGET
Edgar Shinzato (Eng. Agrônomo) – DEINF



SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
CPRM

Brasília
2021

**CARTAS DE PADRÕES DE RELEVO
MUNICIPAIS
ESCALA 1:25.000 (VERSÃO 1)**

REALIZAÇÃO

Departamento de Gestão Territorial
Divisão de Gestão Territorial

ORGANIZAÇÃO

Marcelo Eduardo Dantas
Michele Silva Santana
Gabriela Figueiredo de Castro Simão
Maria Adelaide Mansini Maia
Edgar Shinzato

COORDENAÇÃO NACIONAL

**DEPARTAMENTO DE GESTÃO
TERRITORIAL**

Maria Adelaide Mansini Maia

**DIVISÃO DE GESTÃO
TERRITORIAL– DIGATE**

Maria Angélica Barreto Ramos

**COORDENAÇÃO TEMÁTICA
CARTAS DE PADRÕES DE RELEVO**

Marcelo Eduardo Dantas

NORMALIZAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

Priscila Ururahy

REVISÃO DO TEXTO

Irineia

COLABORAÇÃO

Marcely Ferreira Machado
Maria Emília Radomski Brenny

**PROJETO GRÁFICO / EDITORAÇÃO
Capa (DIMARK)**

Washington José Ferreira dos Santos

FOTOS DA CAPA:

1. Carta de padrões de relevo:
município de Aperibé - RJ
2. Visão panorâmica da frente
dissecada da escarpa da Serra do Mar
(serra dos Órgãos). Guapimirim – RJ

Serviço Geológico do Brasil - CPRM

www.cprm.gov.br

seus@cprm.gov.br

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

G943 Guia de procedimentos técnicos do Departamento de
Gestão

Territorial / Organizado por Marcelo Eduardo Dantas et al.

[...] – Brasília: CPRM, 2021.

1 recurso eletrônico: PDF.

Conteúdo: v. 1 - Cartas de padrões de relevo municipais –
escala: 1:25.000.

ISBN:

1. Geomorfologia - Guia. I. Dantas, Marcelo Eduardo (org.).
II. Santana, Michele Silva (org.). III. Simão, Gabriela
Figueiredo de Castro (org.). IV. Maia, Maria Adelaide Mansini
(org.). V. Shinzato, Edgar (org.). VI. CPRM – Serviço
Geológico do Brasil. VII. Título.

CDD 551.02

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Isabel A. S. Matos – CRB-5/995

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil – CPRM

Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte

APRESENTAÇÃO

Os projetos desenvolvidos pelo Departamento de Gestão Territorial – DEGET visam o estudo do meio físico voltado para Gestão Territorial, Geologia Ambiental e Geologia Aplicada. Estes trabalhos são de fundamental importância e auxílio aos gestores governamentais nas esferas federal, estadual e municipal, para a elaboração de políticas públicas sustentáveis e gestão ambiental. Fornece ainda informações relevantes para entidades privadas, instituições de pesquisa e sociedade em geral.

Desde a sua criação em 1996, o DEGET já atuou em milhares de municípios brasileiros, através de seus programas voltados para o zoneamento ecológico-econômico (ZEE), geologia, geomorfologia, pedologia, meio ambiente e saúde, recuperação ambiental, monitoramento de acidentes tecnológicos, geodiversidade e patrimônio geológico. Em razão do histórico de ocorrências de acidentes resultantes dos processos geológicos naturais, somados às intervenções antrópicas no meio ambiente, o DEGET passou a direcionar suas ações, também, no desenvolvimento de estudos de grande importância para a sociedade, desenvolvendo projetos que pudessem prever ou mitigar os danos causados por desastres naturais, assim como realizar mais estudos visando uma melhor ocupação do território e o uso mais sustentável dos recursos naturais.

As diferentes escalas e abordagens desses estudos comprovam a grande relevância como uma instituição do Governo Federal para o conhecimento da composição do meio físico onde habitamos e que dependemos dele para sobrevivência atual e futura e utilizamos seus recursos no uso adequado do território.

O presente documento faz parte da série de **Guias de Procedimentos Técnicos do Serviço Geológico do Brasil**. Neste **volume 4**, são apresentados alguns procedimentos que norteiam a elaboração do projeto de **Cartas de Padrões de Relevo Municipais – escala 1:25.000**, coordenada pela **Divisão de Gestão Territorial - DIGATE**, com intuito de fornecer subsídios para uniformizar as ações e produtos gerados na instituição, assim como disponibilizar aos usuários externos, experiências do SGB-CPRM na atuação deste setor.

Com mais este produto, o Serviço Geológico do Brasil – CPRM visa cumprir sua missão de gerar e disseminar o conhecimento geocientífico no país.

Esteves Pedro Colnago

Diretor-Presidente

Serviço Geológico do Brasil - CPRM

Alice Silva de Castilho

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

Serviço Geológico do Brasil - CPRM

RESUMO

Esta edição do Guia de Procedimentos Técnicos apresenta orientações gerais e sintéticas sobre a metodologia adotada pelas equipes do Serviço Geológico do Brasil - CPRM para elaboração de Cartas de Padrões de Relevo Municipais – escala 1:25.000, conduzidos pelo Departamento de Gestão Territorial, da Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial.

A Carta de Padrões de Relevo Municipal, elaborada em escala de apresentação de 1:25.000, é representada por um banco de dados georreferenciado que apresenta gráfica e espacialmente a compartimentação topográfica do relevo. A abordagem metodológica desenvolvida permite analisar diferentes aspectos geomorfológicos, como a morfogênese, a morfodinâmica, a cronologia e a morfologia (morfografia e morfometria). A elaboração desta carta pressupõe a consulta ao documento técnico que a acompanha, denominado "Biblioteca de Padrões de Relevo", onde são apresentados os diferentes aspectos geomorfológicos que diferenciam as unidades de mapeamento.

Os capítulos do guia abordam cada etapa de preparação e desenvolvimento do mapeamento. O guia inicia-se pelo contexto do projeto e embasamento teórico-metodológico, seguido pelas fases de elaboração do mapeamento: 1) Pesquisa bibliográfica da área de estudo, geoprocessamento e organização dos dados geoespaciais com as projeções cartográficas e padrão de dados geoespaciais e vetoriais e, em seguida, com a estruturação do Sistema de Informação Geográfica – SIG (pastas, arquivos vetoriais, imagens raster, tabelas de atributos e bibliotecas de preenchimento); 2) Mapeamento dos padrões de relevo com as seguintes etapas de trabalho: identificação dos padrões, delineamento e classificação dos polígonos e elaboração do mapa pré-campo; 3) a última etapa consiste na validação em campo do mapeamento, entrega do trabalho para revisão da coordenação e finalização, elaboração do layout e disponibilização dos dados no site do SGB/CPRM.

É importante destacar que as instruções aqui apresentadas estão em contínua revisão e atualização, para adaptação às constantes inovações e melhorias oriundas de avanços tecnológicos ou do conhecimento técnico, assim como é prevista a incorporação de novas instruções em futuras edições deste Guia de Procedimentos Técnicos do DEGET.

Palavras-chave: Geomorfologia, Guia de Procedimento Técnico, Gestão Territorial, Mapeamento.

ABSTRACT

This edition of the Technical Procedures Guide presents general and synthetic guidelines on the methodology adopted by the teams of the Geological Service of Brazil - CPRM for the elaboration of Relief Patterns Charts – scale 1:25.000, conducted by the Land Management Department (DEGET) of the Directorate of Hydrology and Land Management.

The Relief Patterns Chart, prepared on a presentation scale of 1:25.000, is a georeferenced database that presents the topographic relief compartmentation. The methodological approach developed allows the analysis of distinct geomorphological aspects such as landscape evolution, geomorphological processes, morphology, and morphometry. The elaboration of this chart requires the consultation of the accompanying technical document, called “Relief Patterns Set”, in which different geomorphological parameters that distinguish the mapping units are presented.

Guide chapters provide information about each stage of the project planning and development. Starting from the project context, theoretical frameworks, and methodological approaches, followed by phases of chart's execution: 1) Literature review and data collection of the study area, geoprocessing, and organization of geospatial data, including cartographic projections and vector data standardization and then, the structuring of the Geographic Information System – GIS (folders, vector files, raster images, attribute tables and padding libraries). 2) Relief Patterns mapping with following work steps: patterns identification, polygon feature mapping and classification, elaboration of the preliminary map. 3) Validation of preliminary mapping at fieldwork, promote the corrections, submission the work for technical coordination review, elaboration of the map layout, and provide data on the SGB/CPRM website.

It is important to highlight that the instructions presented here are continuously reviewed and updated to adapt to constant innovations and improvements arising from technological advances or technical knowledge, as well as the incorporation of new instructions in future editions of this DEGET Technical Procedures Guide.

Keywords: Geomorphology, Technical Procedure Guide, Land Management, Mapping.

SUMÁRIO

1.	9	
2.	11	
3.	13	
4.	15	
5.	17	
5.1.	18	
5.1.1.	<i>Pesquisa Bibliográfica e Levantamento de Dados</i>	18
5.1.2.	<i>Organização dos arquivos georreferenciados da área de estudo</i>	20
5.2.	20	
5.2.1.	<i>Identificação, delimitação e classificação de feições em ambiente SIG</i>	21
5.2.2.	<i>Elaboração do mapa pré-campo</i>	30
5.3.	33	
5.3.1.	<i>Etapa de campo</i>	33
5.3.2.	<i>Correções e elaboração do mapa final</i>	39
6.	41	
7.	42	

APÊNDICE I - Tabela de Padrões de Relevo

A cartografia dos padrões de relevo, desenvolvida a partir da interpretação de dados em base multiescalar e obtida a partir de ortofotos, modelos digitais de terreno e seus subprodutos (curvas de nível, hipsometria, relevo sombreado, declividade, etc.) aliados aos trabalhos de campo, possuem o objetivo de atender a diversos trabalhos na área de gestão territorial, mapeamento geológico e geologia aplicada desenvolvidos pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM).

Tais mapeamentos do relevo foram empreendidos com maior ênfase para o desenvolvimento dos programas Geodiversidade do Brasil e Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações, ao longo dos últimos quinze anos. O atual objetivo do Programa Geodiversidade do Brasil é mapear todo o território nacional em diferentes escalas. Deste modo, seus mapeamentos abrangem grandes extensões, iniciando-se em nível federal com escalas muito pequenas (1:2.500.000), e seguindo para o nível estadual, adotando escalas de análises pequenas (entre 1:1.000.000 e 1:250.000) (Figura 01). E, recentemente, com a finalização do mapeamento da Geodiversidade de todos os estados da federação, iniciou-se o mapeamento em escalas maiores (1:100.000). O Programa Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações, por sua vez, tem o intuito de cartografar todas as áreas que apresentam propensão à ocorrência desses processos. Deste modo, seus mapeamentos necessitam de um maior detalhe, em nível municipal, adotando escalas de análises grandes (1:10.000 a 1:25.000) (Figura 02).

Dentre as características intrínsecas do meio físico que são analisadas para elaboração de mapas de geodiversidade ou de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações, destaca-se a configuração morfológica dos terrenos. Assim sendo, o mapeamento de padrões de relevo, conjugado com a avaliação das litologias, formações superficiais e solos, representa um valioso instrumento de análise integrada do meio físico para múltiplos propósitos.

A despeito da expressiva variação de escalas de mapeamento, os procedimentos metodológicos de análise geomorfológica seguem uma mesma diretriz, calcada numa abordagem taxonômica, conforme já preconizado por Mescerjakov (1968) e Ross (1992). Evidentemente, em mapeamentos geomorfológicos elaborados em escala regional, serão delineados os macrocompartimentos de relevo, expressos pelas Unidades Morfoestruturais, Morfoesculturais e Geomorfológicas (Figura 01).

Por sua vez, em mapeamentos geomorfológicos elaborados em escalas de maior detalhe, prioriza-se a delimitação de padrões de relevo e formas de relevo relevantes, hierarquicamente subordinados às grandes Unidades Geomorfológicas (Figura 02). Em síntese, o presente método de mapeamento geomorfológico está claramente inspirado na metodologia desenvolvida por Ross (1992), todavia enfatizando a cartografia dos padrões de relevo.

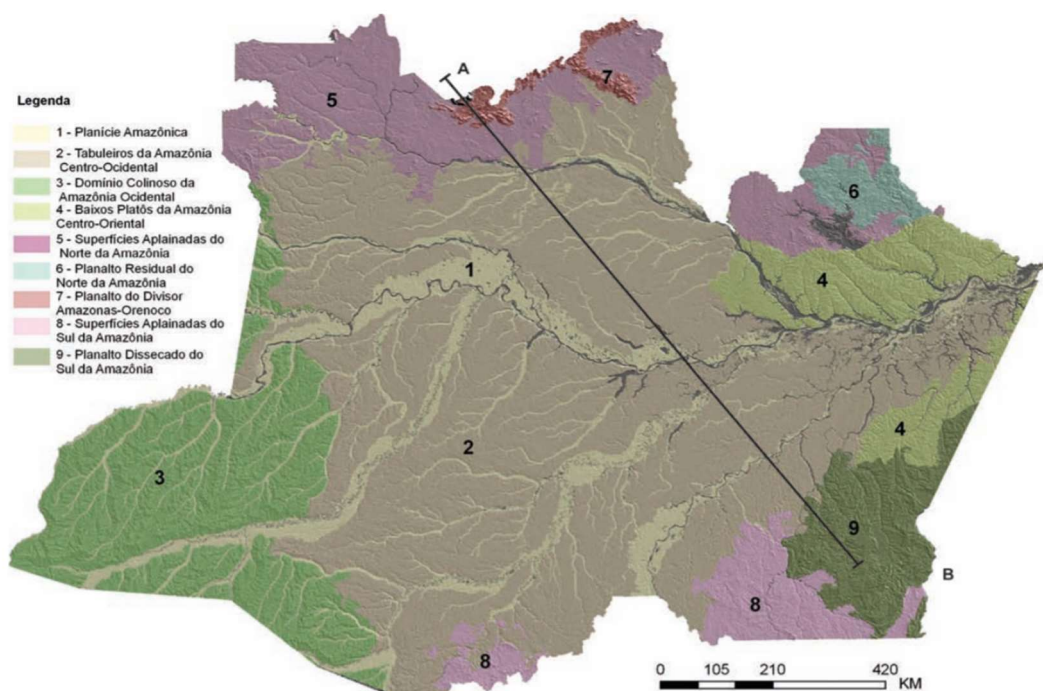


Figura 01: Carta de padrões de relevo do Estado do Amazonas. Escala 1:1.000.000 (DANTAS; MAIA, 2010).

O presente guia apresenta a metodologia de mapeamento de padrões de relevo desenvolvida em escala maior de detalhe, utilizadas para os Programas Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações, Geodiversidade do Brasil em escalas de 1:100.000 e 1:50.000 e Cartas Municipais de Padrões de Relevo.

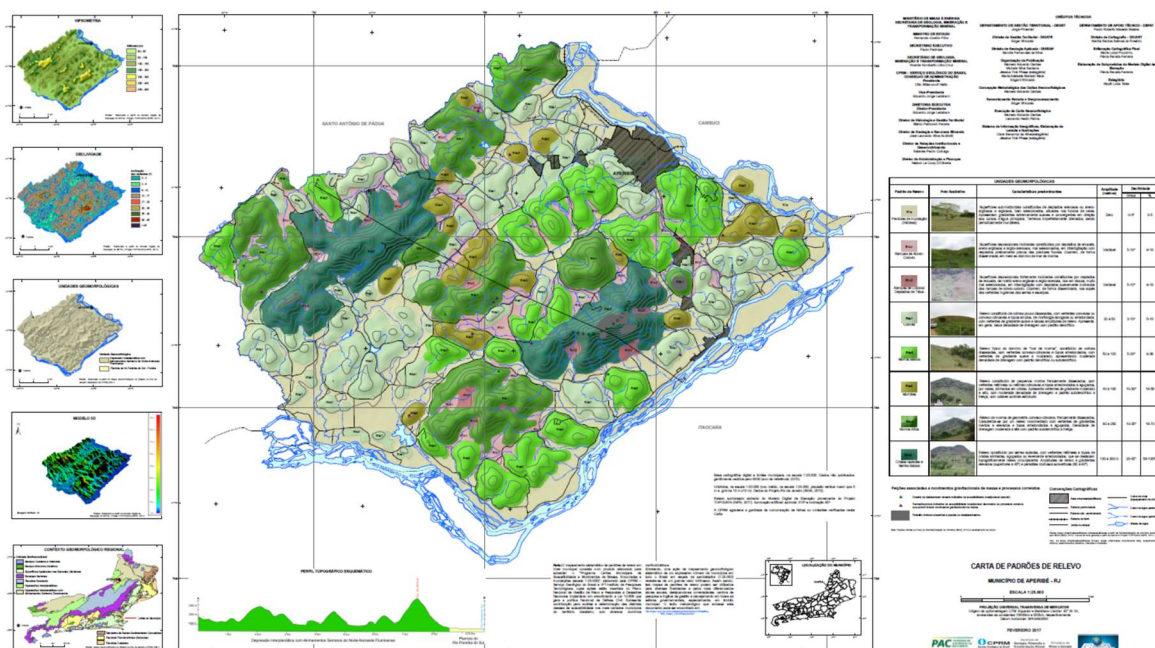


Figura 02: Carta de padrões de relevo do município de Aperibé/RJ. Escala 1:25.000 (DANTAS; PALMA, 2017).

As Cartas de Padrões de Relevo em nível municipal, elaboradas pela CPRM, em escala de semidetalhe (1:25.000), estão associadas a um banco de dados georreferenciado que apresenta gráfica e espacialmente a compartimentação topográfica do relevo em táxons hierárquicos e diferentes parâmetros de análise geomorfológica. Desse modo, o relevo é classificado em unidades morfoestruturais, unidades morfoesculturais, unidades geomorfológicas e padrões de relevo, estes últimos caracterizados quanto às amplitudes de relevo e declividades predominantes no padrão (Figura 02).

Os diferentes níveis de classificação permitem analisar diferentes aspectos geomorfológicos, como a morfogênese, a morfodinâmica, a cronologia e a morfologia (morfografia e morfometria). A utilização da carta de padrões de relevo pressupõe a consulta ao documento técnico que a acompanha, denominado [Biblioteca de Padrões de Relevo](#) (DANTAS, 2016), onde são apresentados os diferentes aspectos geomorfológicos que diferenciam as unidades e encontra-se disponível no Rigeo (<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/16589>).

O mapeamento sistemático de padrões de relevo consiste em um produto inserido no Programa Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações (escala 1:25.000) e no Programa Geodiversidade do Brasil em escala 1:100.000 a 1:50.000 elaborados e executados pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM) e apresenta notável contribuição para análise e determinação das distintas classes de suscetibilidade nos mais variados municípios do território brasileiro, sob diversos domínios morfoclimáticos, assim como, na determinação das classes de formações superficiais nos mapeamentos da Geodiversidade.

A partir do acúmulo de experiências ao longo dos anos em mapeamentos geomorfológicos desenvolvidos em diferentes escalas em todo território desde 1997, foi consolidada a elaboração da presente Biblioteca de Padrões de Relevo, que tem como objetivo precípua contribuir com o SGB/CPRM no mapeamento da morfologia dos terrenos e na geração de dados morfológicos e morfométricos que, além de caracterizar o modelado das paisagens, fornecem informações para a delimitação de áreas sujeitas à inundação, enxurrada e corridas de massa (DANTAS *et al.*, 2014) e para subsidiar análises espaciais aplicadas ao ordenamento territorial.

Entretanto, uma ação de mapeamento geomorfológico sistemático de um expressivo número de municípios em todo o Brasil em escala de semidetalhe (1:25.000) reveste-se de um grande valor intrínseco. Assim sendo, tais mapas de padrões de relevo podem ser utilizados para diversas finalidades e pelos mais diferenciados atores sociais, destacando-se universidades, centros de pesquisa e órgãos de gestão e planejamento em todas as esferas governamentais.

Até o ano de 2020 foram executadas 46 cartas de padrões de relevo no Estado do Rio de Janeiro¹ com toda a hierarquia taxonômica de um mapa geomorfológico (Figura 03). Essas vêm sendo utilizadas por estudantes, professores e gestores públicos em níveis estadual e municipal para aplicação em diversos estudos do meio físico, com ênfase em análises de riscos naturais, planejamento urbano, avaliação ambiental e planejamento do território municipal.

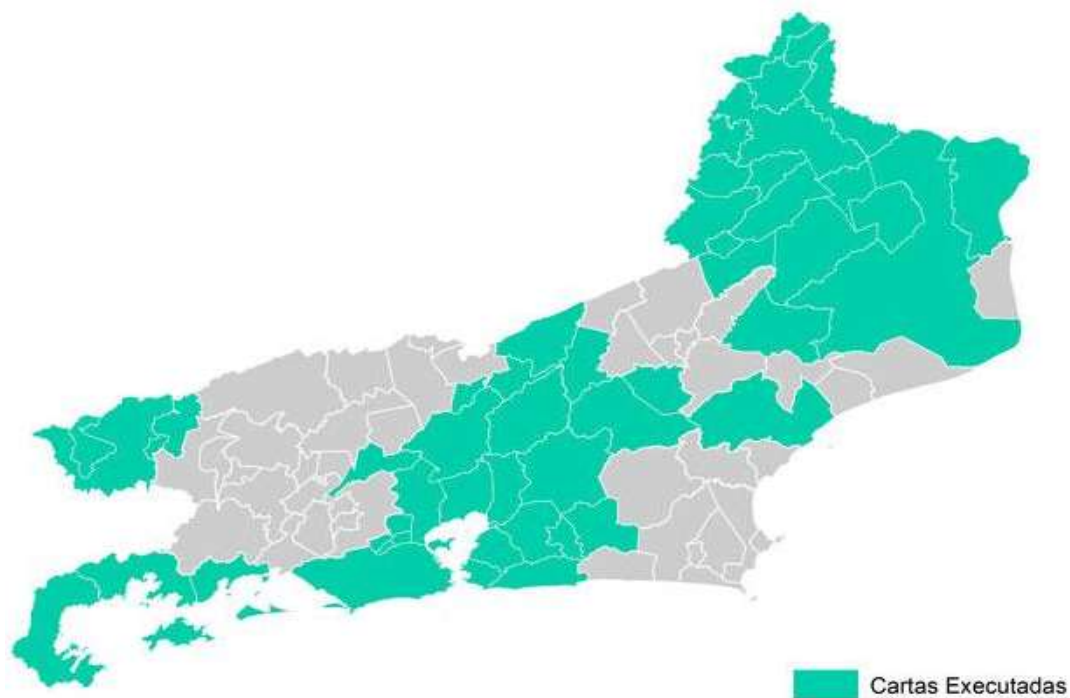


Figura 03: Mosaico de municípios já mapeados no Estado do Rio de Janeiro (outubro/2020). Fonte: elaborado por Gabriela Simão.

¹ Arquivos disponíveis para consulta em <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Gestao-Territorial/Cartas-de-Padrees-de-Relevo-Municipais-5423.html>

O conceito de padrão de relevo baseia-se na identificação e representação espacial de determinado conjunto de formas de relevo que apresenta expressiva semelhança morfológica. Tal conceito foi descrito por Ross (1992), que o define como o terceiro táxon de sua metodologia de mapeamento geomorfológico, e é similar aos conceitos de sistemas de relevo (PONÇANO *et al.*, 1979) ou de unidades homólogas (SOARES; FIORI, 1976).

Ab'Saber, em seu clássico artigo "Um Conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas sobre o Quaternário" (AB'SABER, 1969), já propunha uma análise dinâmica da Geomorfologia aplicada aos estudos ambientais, com base na pesquisa de três fatores interligados: identificação de uma compartimentação morfológica dos terrenos; levantamento da estrutura superficial das paisagens e estudo da fisiologia da paisagem (Figura 04).

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

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

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

Dessa forma, embute-se na análise geomorfológica o estudo da morfodinâmica, privilegiando-se a análise de processos.

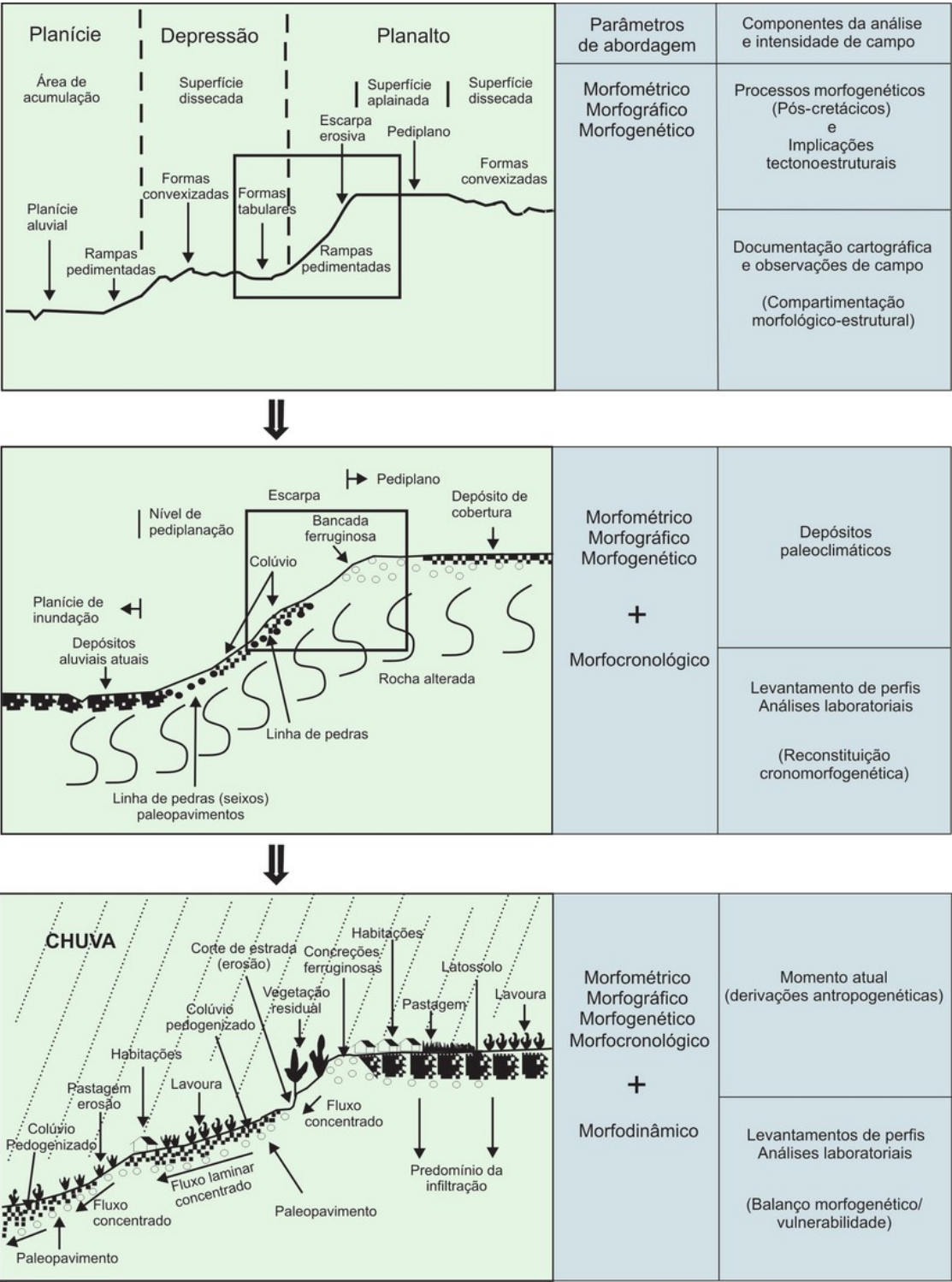


Figura 04: Demonstração dos Níveis de Abordagem Geomorfológica (Seguindo metodologia de análise de AB'SABER, 1969).

A fotoanálise e subdivisão do espaço físico em Padrões de Relevo foram elaboradas para disponibilizar uma cartografia geomorfológica proposta pela metodologia de mapeamento do meio físico de municípios em escala de semidetalhe (1:25.000). Sua abordagem enfatiza a avaliação do primeiro dos pressupostos elencados por Ab'Saber (1969): a compartimentação morfológica dos terrenos, obtida a partir da avaliação empírica dos diversos conjuntos de formas de relevo posicionados em distintos níveis topográficos (DANTAS, 2013; SHINZATO; FIGUEREDO; DANTAS, 2016). Subordinadamente, são avaliados aspectos de gênese, morfodinâmica e evolução do modelado.

O mapeamento de padrões de relevo representa, em linhas gerais, o 3º táxon hierárquico da metodologia de mapeamento geomorfológico proposta por Ross (1992). Em alguns casos, foram mapeadas relevantes feições de relevo em escala de semidetalhe, alcançando o 4º táxon (Figura 05).

Com esse enfoque, foram selecionados 51 padrões de relevo para os terrenos existentes no território brasileiro (ver APÊNDICE I). Para cada um dos atributos de relevo, com suas respectivas bibliotecas, há uma legenda explicativa incluída na Biblioteca de Padrões de Relevo (DANTAS, 2016), que agrupa características morfológicas e morfométricas gerais (amplitudes de relevo, declividade e geometria de vertentes e de topos) assim como informações generalizadas quanto à sua gênese e vulnerabilidade frente aos processos geomorfológicos (intempéricos, erosivos e deposicionais).

Para elaboração desse mapeamento, também são avaliadas:

- a) A **Geodiversidade** e a análise integrada do meio físico, com enfoque especial na inter-relação Geologia, Regolitos, Relevo, Solos, Clima e Hidrologia de Encostas.
- b) Os **condicionantes litoestruturais** e a influência ativa ou passiva do substrato geológico na configuração dos terrenos e dos solos.
- c) A **análise morfoestratigráfica** e a associação entre formas de relevo, processos geomorfológicos e depósitos correlativos.

Foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto para o aprimoramento da interpretação e delimitação das unidades geomorfológicas e padrões de relevo. O principal procedimento metodológico consiste na fusão entre modelos digitais de elevação e ortofotos digitais, preferencialmente, com emprego do software *Global Mapper*. Deste modo, objetiva-se melhorar a visualização dos terrenos, realçando tanto os fundos de vales e áreas de baixada, quanto às áreas de topo das elevações e cristas de serras (SHINZATO *et al.*, 2012).

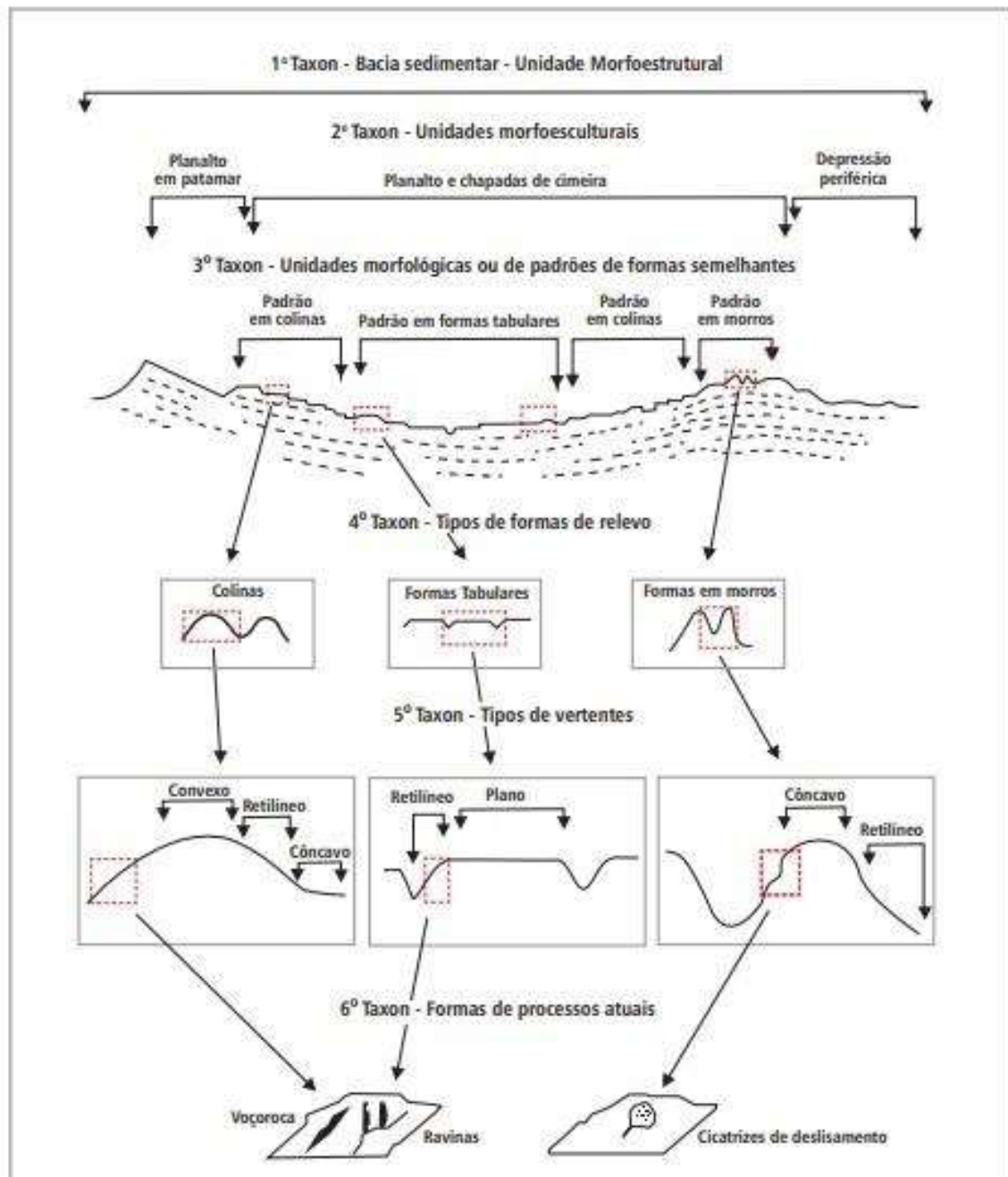


Figura 05: Demonstração dos Níveis de Hierarquia Taxonômica do Relevo (Seguindo metodologia de análise de ROSS, 1992).

A execução de um mapa de Padrões de Relevo é uma atividade que requer do elaborador conhecimento em gênese e dinâmica de processos geomorfológicos, capacidade de interpretação do fato geomorfológico em conjunto com outros aspectos do meio físico, em especial, solos, litologia e estruturas geológicas, além de conhecimento em cartografia e capacidade de uso de SIG's e suas ferramentas de processamento e análise espacial.

A seguir apresenta-se as fases e etapas para elaboração de mapas de padrões de relevo desde o recebimento da demanda pelo elaborador até a entrega do mapa final à coordenação do projeto (Figura 06).

O trabalho inicia-se com atribuição da demanda de mapeamento de um município a um elaborador. A demanda pode conter um ou mais municípios. A coordenação do projeto, em prévia programação, poderá delegar cidades limítrofes para o mesmo executor a fim de otimizar o tempo e obter melhor resultado final.

No caso da elaboração de mapeamento de mais de um município, as etapas descritas a seguir podem ser aplicadas para toda a área de estudo, mapeando-a em conjunto e separando os produtos nas respectivas unidades políticas na etapa de entrega do pré-mapa ou na entrega do mapa final.



Figura 06: Resumo gráfico das fases e etapas para elaboração de um mapa de padrões de relevo no âmbito do Departamento de Gestão Territorial – DEGET, SGB/CPRM.

5.1. FASE I – PREPARAÇÃO

A fase de preparação consiste em conhecer a área de estudo em seu contexto físico e ambiental e organizar em ambiente SIG os arquivos georreferenciados necessários para a elaboração do mapa, incluindo arquivos disponibilizados pela coordenação técnica do projeto e outros dados levantados pelo elaborador. Assim, esta fase possui ao menos duas etapas, a saber:

5.1.1. Pesquisa Bibliográfica e Levantamento de Dados

Essa é uma etapa exploratória, com o objetivo de conhecer a geomorfologia da área de estudo, assim como a ocorrência dos solos e a geologia para auxiliar na interpretação das feições do terreno e no entendimento do contexto físico-ambiental. O elaborador deve realizar consulta à bibliografia especializada, que pode incluir teses e dissertações, livros, manuais técnicos, artigos em revistas e anais de eventos, etc. (Quadro 01)

Quadro 01: Fontes de dados e estudos online sugeridos para a etapa de pesquisa bibliográfica.

Publicações do SGB/CPRM sugeridas ¹	Outras fontes sugeridas
<ul style="list-style-type: none"> Levantamentos da Geodiversidade (Brasil e Estaduais) Projeto GeoParques Cartas de Padrões de Relevo Municipais Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações Mapas Geológicos <p>¹Acesso pelo site do Rigeo, GEOSGB, GEOPortal entre outros sistemas institucionais em http://www.cprm.gov.br</p>	<p>Bases cartográficas e temáticas do IBGE (https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas.html)</p> <p>Levantamentos de solos da Embrapa Solos (https://www.embrapa.br/solos)</p> <p>Base Hidrográfica Ottocodificada a ANA (https://dadosabertos.ana.gov.br/)</p> <p>Sites de Secretarias de Meio Ambiente dos estados e municípios</p> <p>Sites de órgãos federais, estaduais ou municipais ligados ao meio-ambiente, geologia ou cartografia e geoprocessamento</p>

A profundidade e extensão dessa pesquisa será de acordo com a necessidade do executor da carta e deve ser levada em consideração na determinação do prazo de entrega do produto.

Ao longo da execução do mapeamento, dúvidas podem surgir, neste caso deve-se recorrer novamente à etapa de pesquisa de fontes bibliográficas. É incentivada, também, a qualquer momento, a consulta aos especialistas da área no próprio SGB/CPRM ou até pesquisadores de outras instituições e universidades.

Ao longo dos anos de realização dos mapeamentos de padrões de relevo na escala de 1:25.000 vários produtos foram finalizados, esses esforços contaram com vários colaboradores e desenvolvimento simultâneo das técnicas de mapeamento. Faz-se necessária, na fase de preparação do material, a busca dos municípios limítrofes na base de dados do projeto para compatibilizar os contatos dos mapeamentos². Esta é uma etapa importante para promover a coerência dos mapeamentos e preparar os arquivos digitais para serem anexados corretamente à base de dados contínua.

² A consulta pode ser feita nas pastas da rede interna do DEGET ou nos repositórios online, como o RIGEO. Caso necessário, pode-se solicitar os dados à coordenação do projeto.

5.1.2. Organização dos arquivos georreferenciados da área de estudo

Arquivos georreferenciados da área de estudo necessários à identificação e delineamento das feições serão enviados pela coordenação do projeto aos executores responsáveis pela elaboração da Carta de Padrões de Relevo.

Esses arquivos estarão organizados em um *kit* digital que contém arquivos vetoriais e imagens raster delimitados por um “*buffer*” de 2 km a partir do limite municipal (ou 10 a 30 km em municípios de extenso território, como os municípios Amazônicos). O kit é composto por: limite da área de estudo, base cartográfica, curvas de nível de 5 e de 20 metros de equidistância, mapas temáticos disponíveis (geologia, solos, etc.)³; imagem óptica ortorretificada, modelo digital de elevação (MDE), fusão MDE x ortofoto; relevo sombreado com duas visadas (NW e NE) e declividade.

Estes arquivos podem variar a depender do projeto. A seguir, estão relacionados os arquivos fundamentais constantes no kit para a elaboração dos padrões de relevo e que comumente são disponibilizados no âmbito do projeto de Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações (Figura 07).

Outros arquivos podem ser utilizados, contudo neste guia indica-se os insumos principais, sendo de livre escolha do executor utilizar mais recursos que podem ser de grande valia, como mapas de: hidrogeologia, geotecnia, geodiversidade e geologia do quaternário. Todos esses materiais somam-se ao material levantado na etapa de pesquisa para possibilitar a interpretação.



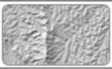
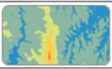
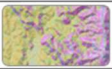




	Imagem ortorretificada (ortofoto)
	MDE - Modelo Digital de Elevação
	Relevo Sombreado (duas visadas - NW e NE)
	Hipsometria
	Declividade
	Curvas de nível (20m e 5m)
	Limites municipais
	Rede hidrográfica
	Mapeamentos temáticos (solos e geologia)

Figura 07: Relação dos insumos fundamentais para o mapeamento de padrões de relevo em SIG.

³ Caso os mapas temáticos não constem no envio, os mesmos deverão ser pesquisados pelo elaborador da carta de padrões de relevo.

5.2. FASE II – MAPEAMENTO

5.2.1. Identificação, delimitação e classificação de feições em ambiente SIG

A partir da compreensão do modelo de evolução da geomorfologia regional, é possível iniciar a etapa de mapeamento propriamente dita com a delimitação das feições no SIG.

A montagem e organização do projeto em ambiente SIG fica a critério de cada executor, inclusive quanto à escolha do software; os mais utilizados no SGB/CPRM são ArcGis, ArcGisPro e QGIS. Abaixo, consta a organização possível dos arquivos em ambiente SIG (Figura 08).

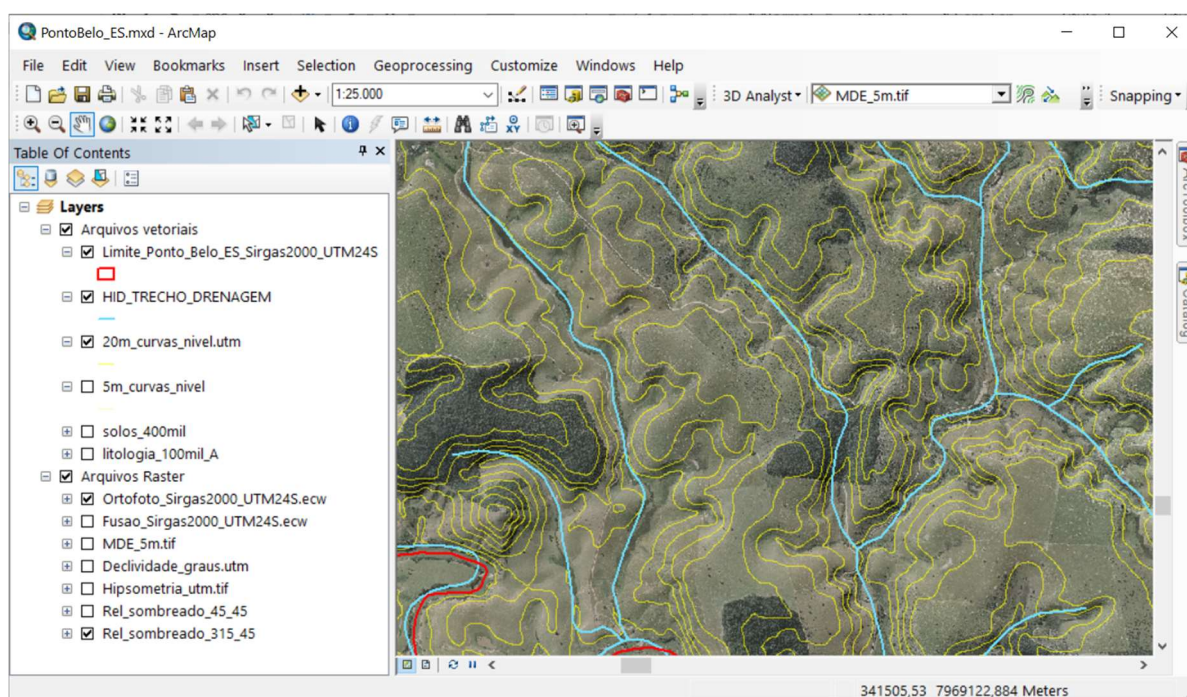


Figura 08: Área de trabalho (formato .mxd) no SIG ArcGis 10.7.1. À esquerda estão os arquivos vetoriais e raster necessários para a elaboração do mapa de padrões de relevo. Fonte: elaborado por Michele Santana.

O mapeamento de padrões de relevo é realizado empregando-se a técnica de fotointerpretação e alicerçada nos pressupostos teóricos-metodológicos anteriormente apresentados no Capítulo 4. Neste contexto, a imagem ortorretificada (fotografias aéreas, imagens de sensores ópticos e de radar) corresponde ao insumo mais importante para o trabalho de análise na delimitação⁴.

⁴ Para a delimitação da feição, deve-se utilizar apenas imagens e vetores compatíveis com a projeção cartográfica adotada no projeto (UTM, SIRGAS2000). A utilização de imagens de outros bancos de dados ou até do Google Earth e similares, podem ser utilizadas, desde que tenham projeção compatível e, de preferência, com a anuência da coordenação técnica do projeto. O mapeamento fora de padrão pode gerar erros e impedir a aprovação e publicação do produto.

A classificação das feições deve corresponder aos padrões elencados no documento Biblioteca de Padrões de Relevo (DANTAS, 2016). Os dados da biblioteca estão compilados na Tabela Resumo de Padrões de Relevo (ver APÊNDICE I) que contém os dados para preenchimento da tabela de atributos do arquivo vetorial do mapeamento e também indicação da cor correspondente a cada padrão.

Evidentemente, a vastidão e a enorme geodiversidade do território brasileiro, assim como seu conjunto diversificado de paisagens bioclimáticas e condicionantes geológico-geomorfológicos, devem ser consideradas com muita atenção. Cada região do país deve ser analisada de modo particular buscando, sempre, elaborar um modelo de evolução geomorfológica próprio, que desvende o modelado atual da paisagem regional, conforme a história geológica do Cenozoico e em consonância com os processos atuantes, atuais e pretéritos. Do mesmo modo, as informações de amplitude de relevo e declividade, dentre outras, presentes na Biblioteca de Padrões de Relevo, devem ser reconhecidas como valores-padrão que não podem ser aplicados indiscriminadamente a todas as regiões.

Iniciando o mapeamento

Recomenda-se iniciar o mapeamento pela identificação e delimitação de áreas de massa d'água e áreas alagadas. Para tanto, o uso de base cartográfica de rede hidrográfica consistida e com escala igual ou maior à escala de análise do estudo será de grande auxílio à fotointerpretação durante todo o processo de mapeamento. Caso o dado de hidrografia disponível não esteja na escala ideal, recomenda-se pesquisar nas fontes sugeridas no Quadro 01 ou solicitar às áreas do SGB responsáveis por banco de dados e cartografia, além de comunicar à coordenação técnica a fim de obter o dado.

Após a delimitação de massa d'água e áreas alagadas, segue-se a fotointerpretação de áreas de deposição recente de sedimentos, tais como planícies de inundação, rampas de alúvio-colúvio, rampas de colúvio com tálus, etc. (consultar a Biblioteca de Padrões de Relevo para verificar as demais feições deposicionais).

A priorização na delimitação de tais ambientes deposicionais quaternários (planícies, terraços, rampas) auxilia, sobremaneira, a posterior avaliação e delimitação dos demais padrões de relevo.

Para melhor visualizar as mudanças nos padrões de relevo, é necessário o uso de ferramentas para a medição de distâncias e amplitudes de relevo. A elaboração de perfis topográficos é importante para identificar os limites de ocorrência dos padrões, dados de declividade, relevo sombreado, hipsometria e fusão do MDE com ortofoto. Confira os exemplos nas figuras 9 a 14.

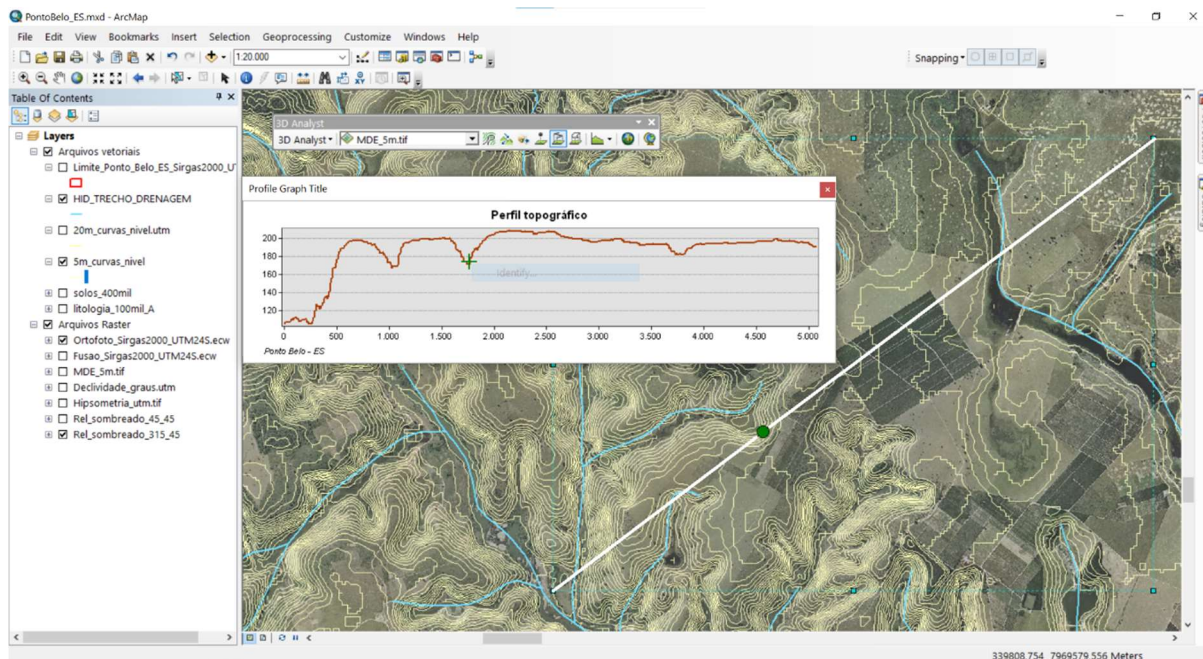


Figura 09: Área com brusca mudança no padrão de declividade e adensamento de curvas de nível (equidistância de 5m). O Perfil Topográfico gerado sobre essa área aponta a mudança de um perfil de dissecação de drenagem mais acentuada para outro de menor dissecação e declividade mais suave. Fonte: elaborado por Michele Santana.

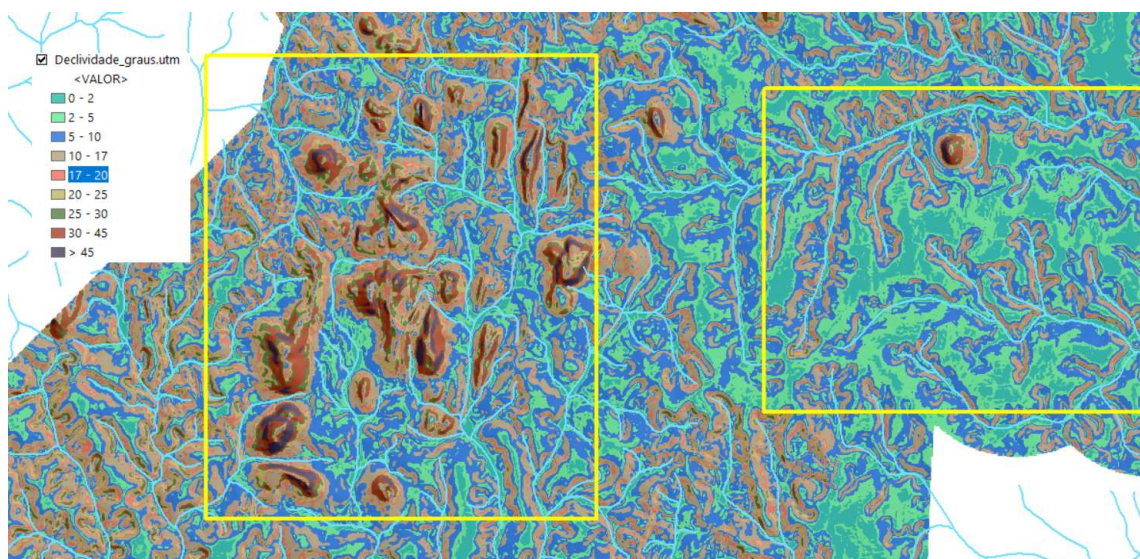


Figura 10: Os destaques em amarelo apontam áreas distintas em relação ao padrão de declividades das feições, sendo mais declivosa com feições de topos aguçados no destaque à esquerda em comparação com o destaque à direita, de declividade mais uniforme e topos contínuos planos. Fonte: elaborado por Michele Santana.

A utilização do relevo sombreado com dupla visada ortogonal é importante, pois permite visualizar lineamentos, estruturas e vertentes em todas as direções.

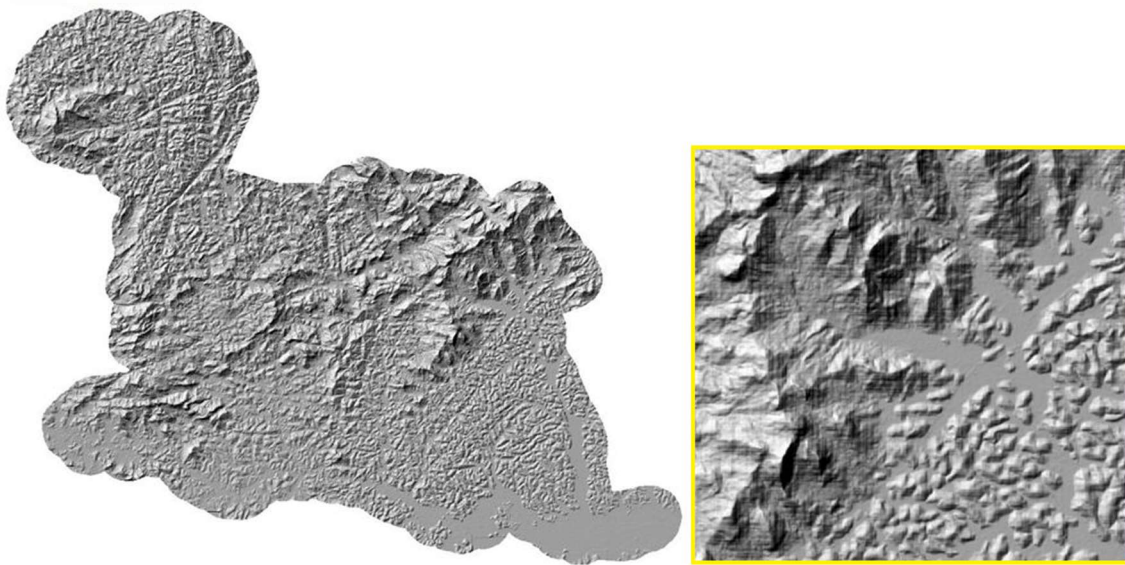


Figura 11: Arquivo raster de relevo sombreado com visada NW do município de Mimoso do Sul/ES, com limite acrescido de 2 km de buffer. Em destaque, o nítido contraste do contato morfológico entre o relevo serrano das “terras altas” e o relevo colinoso com extensa área de sedimentação aluvionar nas cotas mais baixas (modificado de DANTAS *et al.*, 2014).

O arquivo raster MDE deve ser reclassificado em diferentes intervalos de altitude para produzir um mapa hipsométrico, o que possibilita uma ampla visualização dos conjuntos morfológicos da área de estudo. O número de classes utilizado e o intervalo entre as mesmas variam conforme as características geomorfológicas de cada município, devendo o elaborador do mapa definir uma melhor apresentação para o trabalho de análise.

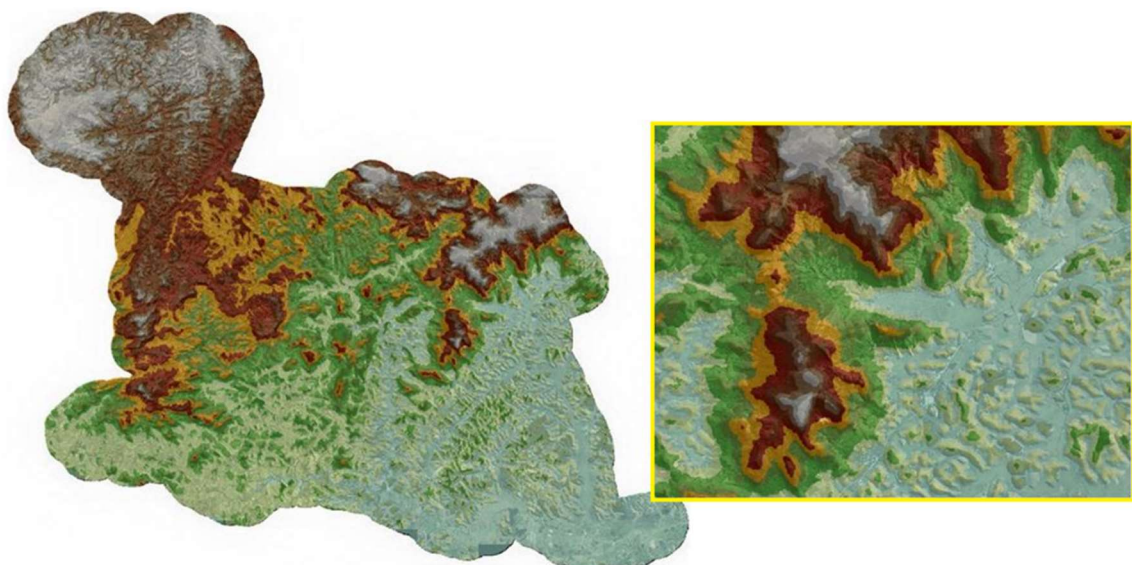


Figura 12: Arquivo raster de hipsometria resultante da reclassificação do MDE do município de Mimoso do Sul/ES. As cotas mais baixas, inferiores a 300 metros, têm predomínio de cores esverdeadas, enquanto que as cores que variam entre amarelo, marrom e cinza atingem mais de 1.200 metros de altitude (modificado de DANTAS *et al.*, 2014).

Com o intuito de melhorar a visualização dos terrenos, procura-se realçar as áreas de baixada, bem como as áreas de topo das elevações. Através das ferramentas de SIG, procede-se a fusão do MDE com a ortofoto, gerando maiores contrastes nessas duas posições do relevo, resultando em maior facilidade na separação dessas unidades (SHINZATO *et al.*, 2012; DANTAS *et al.*, 2014).



Figura 13: Arquivo raster resultante da fusão entre as ortofotos digitais e o MDE do município de Mimoso do Sul, com limite acrescido de 2 km de buffer. Destaca-se a acurácia da imagem em distintas escalas de apresentação (modificado de DANTAS *et al.*, 2014)

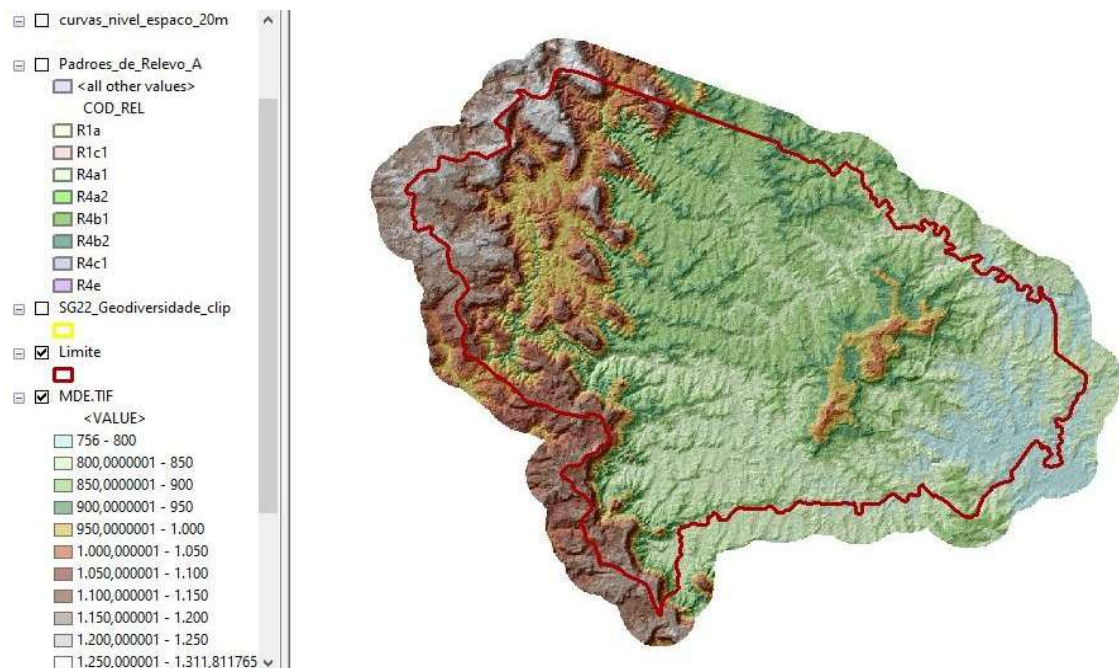


Figura 14: Mapa hipsométrico (MDE reclassificado) sobre relevo sombreado. Na ilustração, nota-se os principais conjuntos morfológicos do município de Mallet/PR, na Bacia Sedimentar do Paraná. Destaca-se, a *cuesta* arenítico-basáltica da Formação Botucatu perfazendo o limite entre os 2º e 3º planaltos, denominação preconizada por Maack em seu clássico estudo de 1947. Fonte: elaborado por Marcelo Dantas.

As curvas de nível com equidistância de 20 metros permitem uma ampla visualização da fisiografia das formas de relevo da área de estudo, contudo, as curvas de nível de 5 metros de equidistância são cruciais para uma delimitação precisa de determinadas feições de relevo, em especial, as planícies de inundação e rampas de colúvio, que se depositam em fundos de vales e em cabeceiras de drenagem (SHINZATO *et al.*, 2012).

A visualização e interpretação de curvas de nível de 5m em relevos de altimetria e declividades elevadas podem ser de difícil reconhecimento devido à pouca distância que há entre as linhas, gerando um aspecto pouco nítido devido ao adensamento, para detalhes ou feições deposicionais nesses ambientes, pode-se aumentar a equidistância das curvas para até 10m.

Definição de escalas para o mapeamento

É importante executar o mapeamento com um bom nível de acurácia. A menor feição observável em planta corresponde a 0,2mm. Assim, feições menores que 5m no terreno para escala de apresentação de 1:25.000 devem ser representadas por símbolos e convenções cartográficas e a delimitação de demais feições deve manter-se acima desse valor para possibilitar a distinção na escala a que se propõe o mapeamento (IBGE, 1999).

Em uma escala de 1:25.000, de acordo com as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional (BRASIL, 1984), o Padrão de Exatidão Cartográfica - PEC varia de 12,5m a 25m, o que corresponde a 0,5mm a 1mm na escala da carta. E o Erro-Padrão (EP) tolerável varia de 7,5m a 15m, correspondendo a 0,3mm a 0,6mm da escala da carta⁵. Esses padrões determinam a escala que deve ser usada para o trabalho de mapeamento, a fim de evitar mapeamentos imprecisos e de baixa qualidade e confiabilidade.

Empiricamente, uma feição que em campo tem sua dimensão real medida em 20m, seria representada por um vetor de apenas 0,8mm na escala de 1:25.000 em tela. O mesmo pode-se valer para a localização do fenômeno, caso haja um erro de 0,8mm na delimitação do vetor no mapeamento, a aferição da localização real em campo estaria deslocada em 20m.

A sequência de imagens a seguir (Figuras 15 e 16) demonstra como uma feição fotointerpretada pode ser representada em diferentes escalas e quais das escalas mostram-se mais adequadas para a delimitação dos polígonos.

⁵ Refere-se à dimensão Planimétrica. Para consultar todos os valores de PEC e EP veja a íntegra do Decreto nº 89.817, de 20 de junho de 1984 <[disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89817.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89817.htm)>

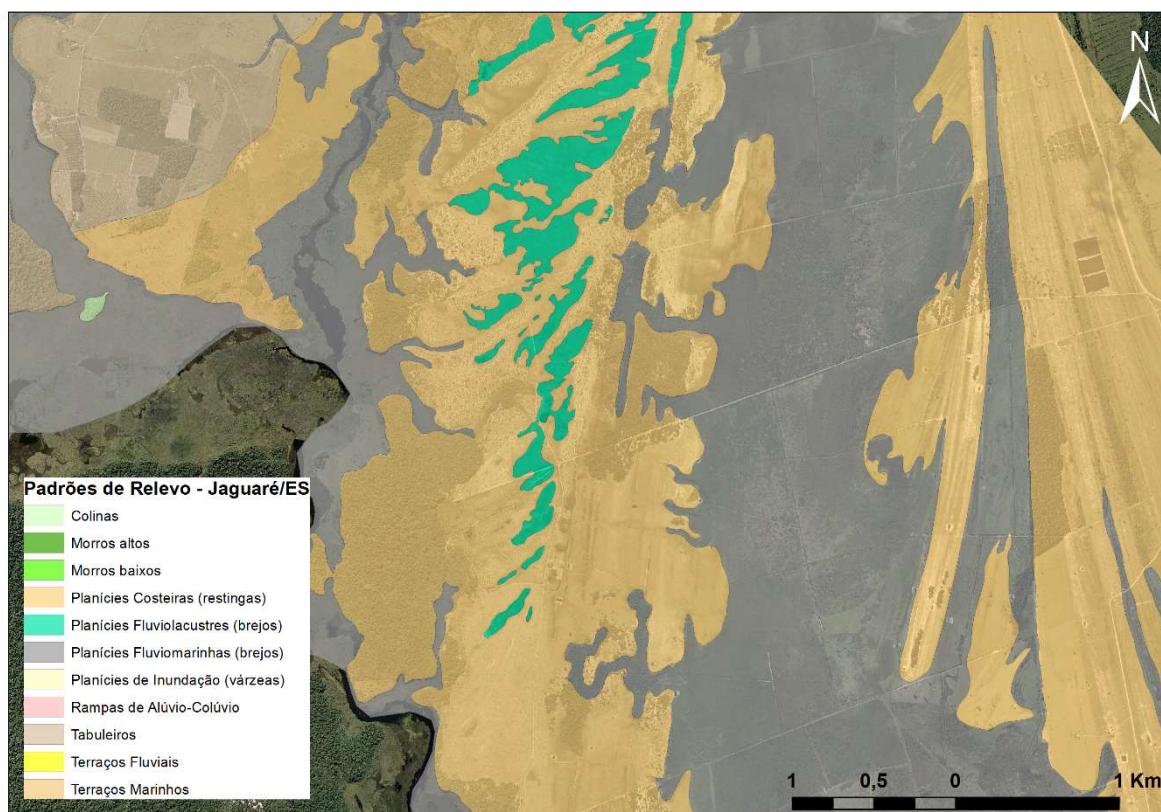


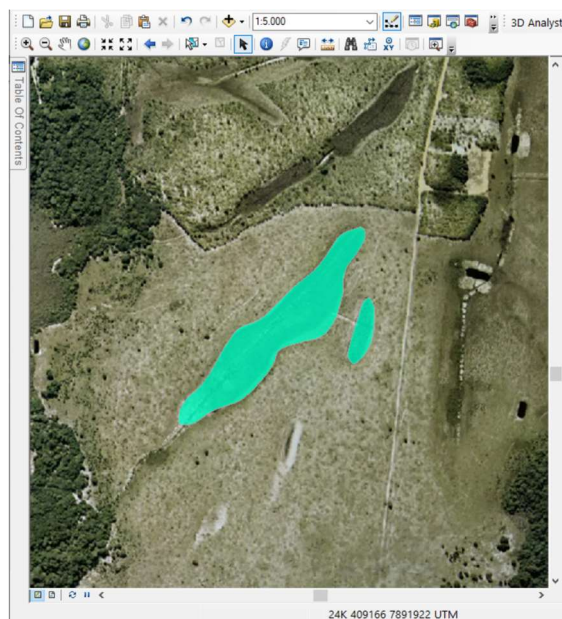
Figura 15: Trecho do mapeamento de padrões de relevo da zona costeira do município de Jaguaré/ES. Notar as formas irregulares e de diversas extensões das diferentes feições mapeadas. Fonte: elaborado por Michele Santana.



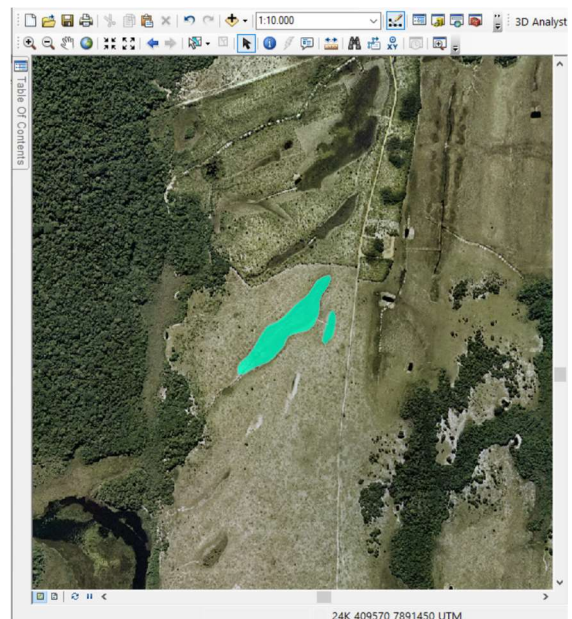
a) Planícies fluviolacustres (brejos) com seções e metragem aproximadas calculadas no SIG.



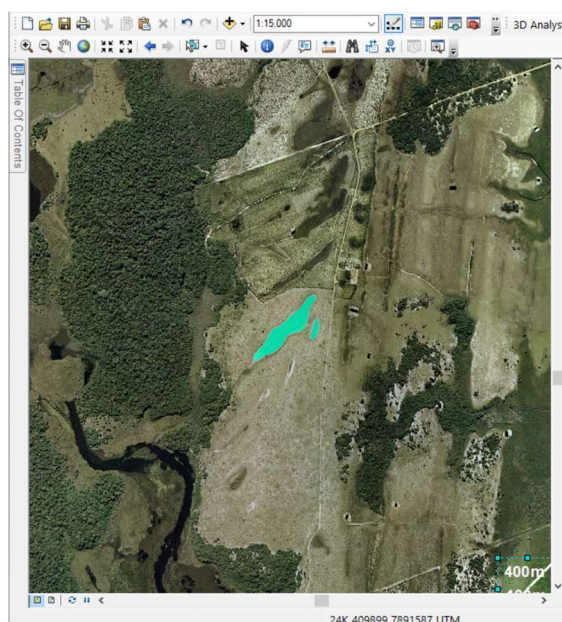
b) Polígonos delimitados na escala de 1:2.500, 10x maior que a escala de apresentação do projeto



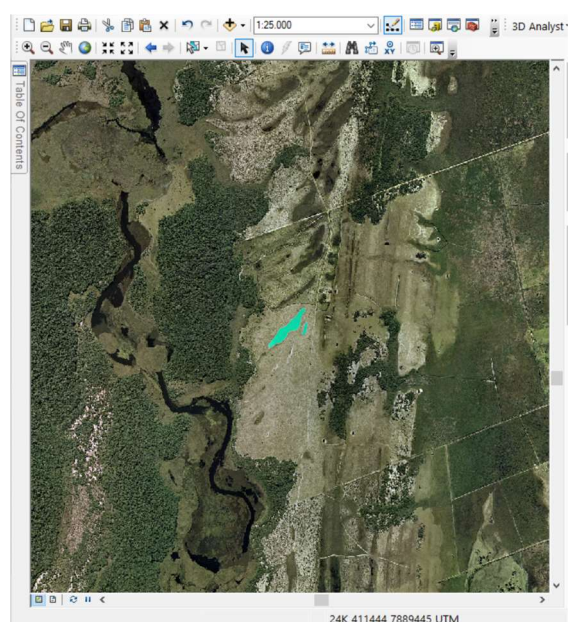
c) Polígonos representados na escala de 1:5.000



d) Polígonos representados na escala de 1:10.000



e) Polígonos representados na escala de 1:15.000



f) Polígonos representados na escala de 1:25.000, escala de apresentação do projeto

Figura 16: Dois polígonos classificados como planície fluvioacustre (brejos) em diferentes escalas de visualização no SIG, 1: 2.500, 1: 5.000, 1:10.000, 1:15.000 e 1:25.000. Área sudeste de Jaguaré, ES. Fonte: elaborado por Michele Santana.

Diante do exposto, no processo de geração de um mapa em escala de 1:25.000, é conveniente proceder o traçado dos polígonos em uma escala aproximada de 1:10.000, onde o vetor possui uma tolerância de erro 2,5 vezes maior. Neste nível de escala, imprecisões que, porventura, possam ocorrer na delimitação dos padrões de relevo, possuem chance maior de estar dentro do limite tolerável na escala de apresentação.

Em feições de relevo menores, ou em caso de necessidade de conferir um maior detalhamento em padrão de relevo específico (uma exígua planície fluvial ou uma feição cárstica de pouca extensão, por exemplo), é recomendável, detalhar o mapeamento para uma escala aproximada de 1:5.000, utilizando o apoio de curvas de nível de 5m de equidistância ou aproximado.

Não é recomendável trabalhar com escala de mapeamento maior que 1:2.500, sob risco de gerar polígonos muito pequenos e com traçados muito tortuosos, incompatíveis com a escala de apresentação do mapa de 1:25.000.

Não devem ser delimitadas as feições cujas dimensões forem menores que o valor do menor erro de tolerância (erro-padrão), ou seja, 7,5m para dimensão real e 0,3mm para dimensão em planta.

5.2.2. Elaboração do mapa pré-campo

Um pré-mapa de padrões de relevo é gerado após a etapa de mapeamento. Este produto ainda não é definitivo, pois, requer validação em campo e pode ser alterado devido às observações *in loco*.

Este mapeamento prévio possui uma tabela de atributos⁶ dos dados vetoriais. Esta tabela é preenchida tendo em vista as classificações possíveis e atributos descritos na Biblioteca de Padrões de Relevo. A tabela 01 mostra a organização dos dados e formas de preenchimento para atender ao projeto Cartas Municipais de Padrões de Relevo⁷.

O pré-mapa de campo é composto pelo arquivo vetorial com tabela de atributos preenchida e um arquivo de apresentação da camada (no *ArcGis* corresponde ao formato *.lyr*). É de grande importância o emprego do arquivo *style* (biblioteca de cores definidas pela coordenação) para que todos os mapas de padrões gerados tenham a mesma aparência e possam ser comparados, segundo um gradiente de cores cuidadosamente escolhido.

Estes arquivos devem ser entregues à Coordenação Temática de Geomorfologia para análise de conteúdo e de acurácia a fim de garantir uma padronização dos produtos e promover uma revisão básica antes da ida ao campo. Após essa etapa, os arquivos são liberados pela Coordenação Técnica do Projeto para a equipe de campo.

A figura 17 ilustra um mapa pré-campo.

⁶ A Tabela de Atributos, estrutura e conteúdo, poderão sofrer alterações devido a revisão e evolução dos procedimentos. A coordenação técnica manterá os colaboradores atualizados em caso de alterações.

⁷ Para organização dos dados de Padrões de Relevo na tabela de atributos do projeto Cartas Municipais de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações, consultar o documento [“Guia de procedimentos técnicos do Departamento de Gestão Territorial – Volume I”](#).

Tabela 01: Estrutura da tabela de atributos do arquivo vetorial do mapa de Padrões de Relevo.

Classe: Padroes_de_Relevo_A		Descrição: Padrões de relevo		Código	Primitiva Geométrica: Polígono	
ATRIBUTO	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
GEOMETRIA	Texto	5	Entidade espacial georreferenciada	A ser preenchido (Sim)	-	Não Nulo
MUNICIPIO	Texto	50	Nome do município	A ser preenchido (Preencher por extenso, em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: POÁ)	-	Não Nulo
UF	Texto	2	Sigla da Unidade Federativa	A ser preenchido (Preencher em maiúsculo. Ex.: SP)	-	Não Nulo
UN_MORFOEST	Texto	255	Classifica a Unidade Morfoestrutural (1º Táxon, Ross, 1992)	A ser preenchido (consultar mapa geomorfológico estadual)	-	Não Nulo
UN_MORFOESC	Texto	255	Classifica a Unidade Morfoescultural (2º Táxon, Ross, 1992)	A ser preenchido (consultar mapa geomorfológico estadual)	-	Não Nulo
UN_GEOMORF	Texto	255	Classifica a Unidade Morfoestrutural (2º Táxon desdobrado, Ross, 1992)	A ser preenchido (consultar mapa geomorfológico estadual)	-	Não Nulo
PADRAO	Texto	100	Classifica o padrão de relevo predominante (3º e 4º Táxon, Ross, 1992)	A ser preenchido (consultar Biblioteca de Padrões de Relevo).	-	Não Nulo
COD_REL	Texto	10	Código referente ao padrão de relevo predominante	A ser preenchido (consultar Biblioteca de Padrões de Relevo).	-	Não Nulo
AMPLITUD_M	Texto	15	Classifica a amplitude predominante em metros	A ser preenchido (consultar Tabela de Padrões de Relevo).	-	Não Nulo
DECL_PER	Texto	15	Classifica a declividade predominante em percentual	A ser preenchido com valor de declividade predominante (consultar Tabela de Padrões de Relevo).	-	Não Nulo
DECL_GRAU	Texto	15	Classifica a declividade predominante em graus	A ser preenchido (consultar Tabela de Padrões de Relevo).	-	Não Nulo
AREA_KM2	Duplo	Automático	Área em Km²	-	Cálculo automático	Não Nulo
OBS	Texto	255	Comentário sobre o relevo	A ser preenchido		Não Nulo

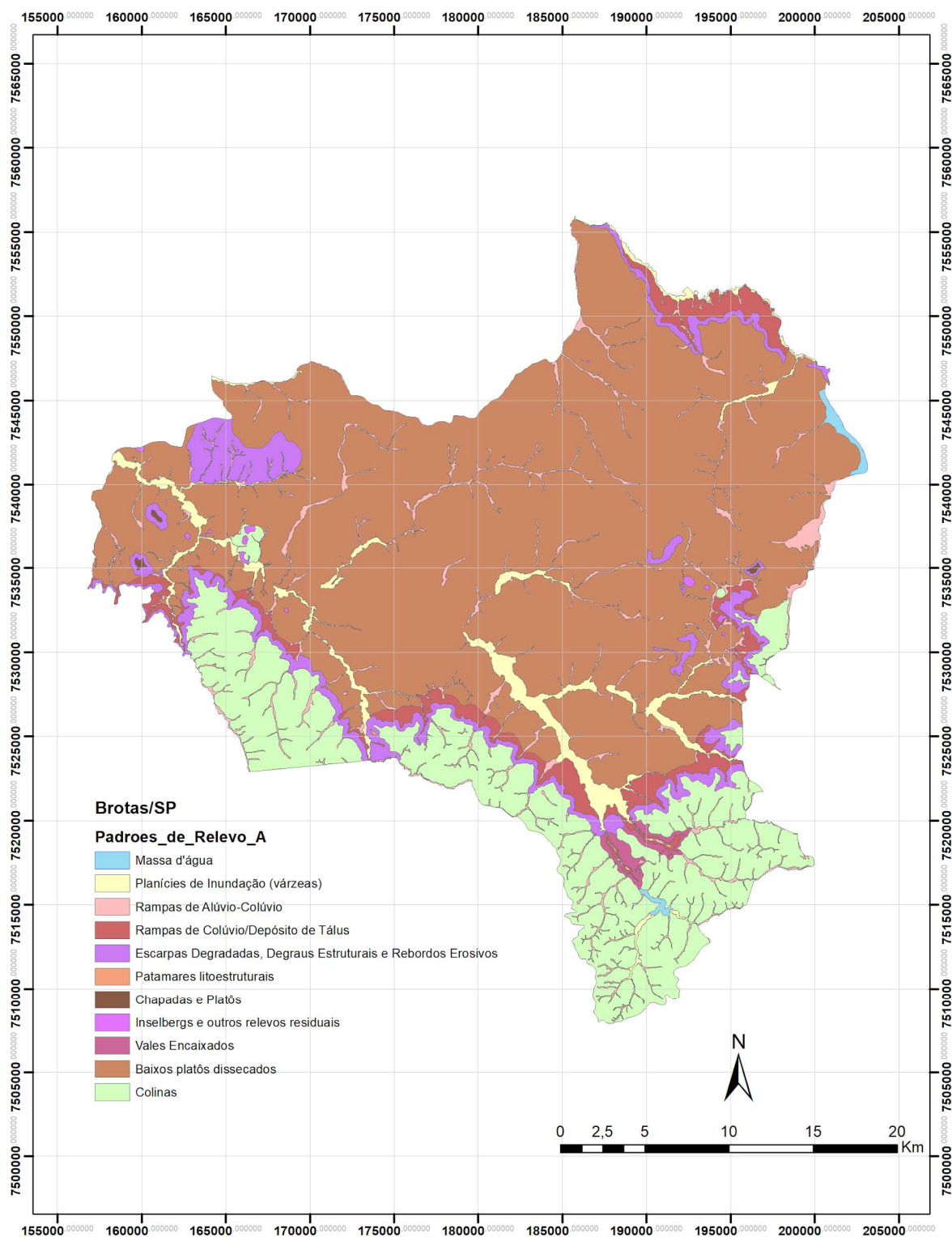


Figura 17: Exemplo de mapeamento pré-campo de Padrões de Relevos de Brotas/SP para o projeto Cartas Municipais de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações. Fonte: elaborado por Michele Santana.

5.3. FASE III – VALIDAÇÃO

5.3.1. Etapa de campo

A viagem a campo para validação do mapa consiste na primeira etapa da última fase. Nesta etapa podem ser detectadas a necessidade de alterações. Os registros devem ser enviados ao autor do mapa pré-campo, caso o mesmo não faça parte da equipe de campo, para ser corrigido e aprimorado após a etapa de campo.

As equipes de mapeamento, durante as etapas de campo, serão responsáveis pelo registro (descrição e acervo fotográfico) dos pontos visitados, identificando a necessidade de ajustes nos polígonos delimitados no pré-mapa de padrões de relevo a partir da checagem e observação em campo. Recomenda-se a elaboração de um mapa de pontos que recubra o município de forma homogênea e em sua integridade, para que possam ser reconhecidas e avaliadas todas as unidades geomorfológicas e os principais de padrões de relevo.

A observação e o raciocínio concebidos *in loco* sobre as interações entre os elementos da paisagem geram informações que apenas o trabalho de campo poderá viabilizar. São inúmeras conexões multiescalares possíveis decorrentes de observações aleatórias e sistemáticas que devem ser registradas (VENTURI, 2011). O emprego de técnicas de campo, em especial de aferição e registro, é fundamental para um trabalho final de qualidade e valor científico elevado. Destaca-se, então, o uso da caderneta de campo, onde os melhores *insights*, ilustrações da paisagem geomorfológica e modelos conceituais de síntese são registrados.

Materiais e equipamentos de campo

O quadro 02 a seguir elenca os principais materiais e equipamentos de uso em campo. Outros materiais e equipamentos podem ser utilizados, tais como, bússola, lupa ou *drone*.

Quadro 02: Materiais e equipamentos para o campo de validação do mapa de padrões de relevo.

PRÉ-MAPA DE PADRÕES DE RELEVO	Preferencialmente arquivos em formato KMZ/KML, PDF geoespacial, GeoPDF®, GeoTIFF, entre outros, para uso em aplicações específicas para navegação e registro em <i>tablets</i> ⁸
MAPA GEOLÓGICO	
MAPA DE SOLOS	
BASE PLANIALTIMÉTRICA	
TABLET, COM GPS E CÂMERA FOTOGRÁFICA ACOPLADOS	Para visualização, navegação e registro nos arquivos digitais

⁸ **Exemplos:** QFIELD do QGIS, Google Earth para dispositivos móveis, ArcGIS Collector e ArcGIS Field Maps da Esri e PDFMaps da AVENZA SYSTEMS INC. Essas são alguns dos aplicativos usados à época da elaboração deste guia, outros podem surgir seguindo o rápido desenvolvimento do setor de aplicativos de SIG, navegação e registro.

CADERNETA DE CAMPO	Tradicional para as anotações, desenhos e croquis.
HIPSÔMETRO	Para medições <i>in loco</i> de dois dos parâmetros morfométricos mais relevantes: amplitude de relevo (ou desnível) em metros; e declividade (ou gradiente) das vertentes, em graus
MÁQUINA FOTOGRÁFICA	Equipamentos de registro tradicionais ⁹
GPS	
MARTELOS, ENXADAS E TRADO	Para investigação de afloramentos rochosos, regolitos e solos

As figuras 18, 19, 20, 21 e 22 ilustram o uso dos equipamentos em campo.

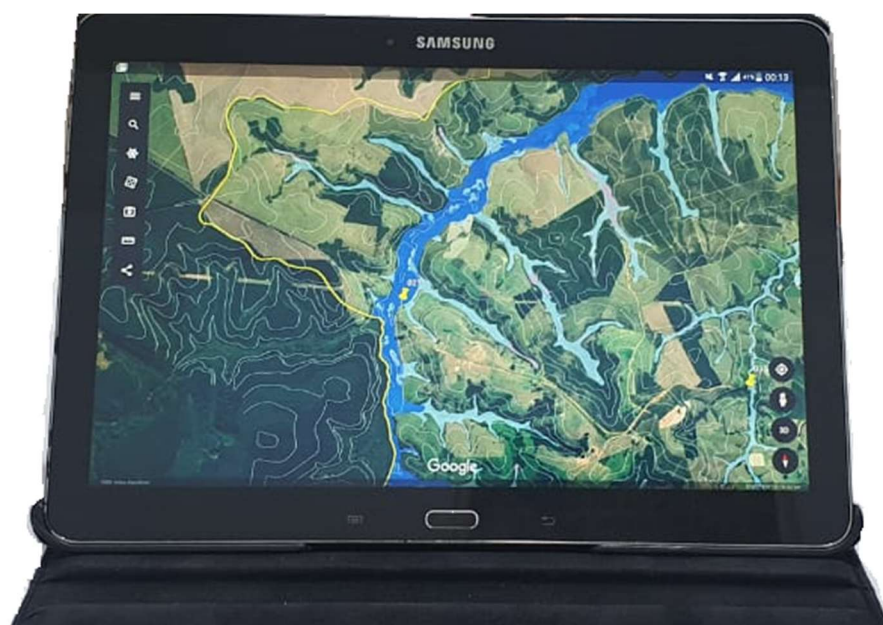


Figura 18: Equipamento de Campo: *Tablet*, com GPS e câmera acoplados. Fonte: Michele Santana.

⁹ Recomenda-se levar máquina fotográfica e GPS, independente das mesmas funções estarem presentes no *tablet*.



Figura 19: Uso de martelos geológico e pedológico e enxadão para investigação em perfis. Fonte: Marcelo Dantas.



Figura 20: Uso de *drone* para observação e registro de dados de feições extensas e de difícil acesso. Fonte: Michele Santana.



Figura 21: Equipamento de Campo: Hipsômetro. Fonte: Pedro Henrique Santos.

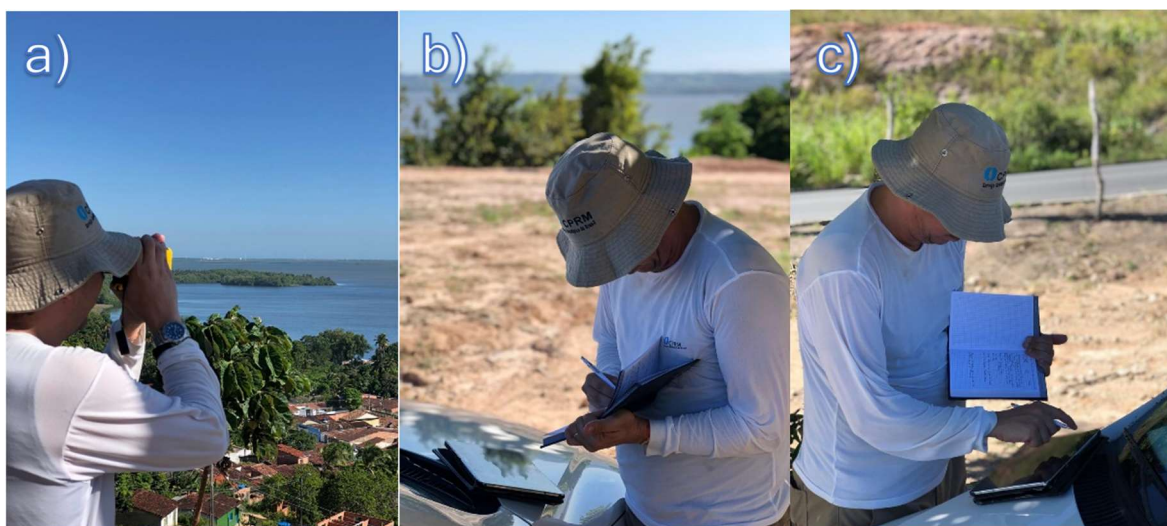


Figura 22: Emprego de distintos equipamentos em parada para checagem de ponto de campo. Fonte: Pedro Henrique Santos.

Importante ressaltar que a etapa de campo transcende uma mera aferição dos padrões de relevo delimitados por fotointerpretação. O trabalho de campo é de suma importância para reconhecer o contexto geológico-geomorfológico da área de estudo, compreender a evolução morfodinâmica das

paisagens, identificar e analisar os processos geomorfológicos atuantes e, por fim, avaliar a fragilidade natural dos terrenos frente às múltiplas formas de intervenção antropogênica em ação na área de estudo.

Neste sentido, os pontos de observação e análise de campo devem procurar não apenas descrever as formas de relevo, como também compreender o arcabouço geológico e o modelo de evolução geomorfológica presente em cada paisagem, como pode ser reconhecido no exemplo da figura 23.

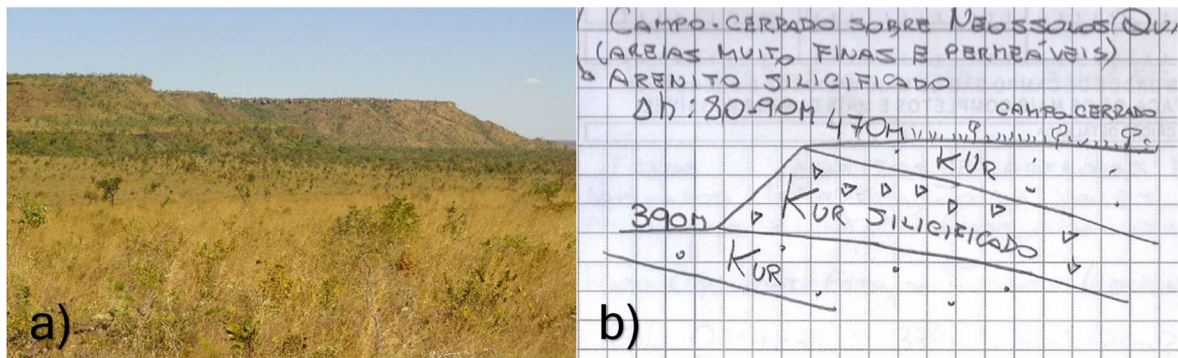


Figura 23: a) Degrau litoestrutural controlado por nível silicificado do arenito Urucuia apresentando desnivelamentos locais entre 50 e 90 metros e depósitos de tálus na base. Domínio de campo cerrado sobre Neossolos Quartzarênicos, formado predominantemente por areias muito finas e permeáveis. b) Croqui esquemático, esboçado em caderneta de campo para caracterizar tais feições de relevo na região do Jalapão, em Tocantins. Fonte: elaborado por Marcelo Dantas.

A busca por mirantes em campo deve ser um dos objetivos da equipe, esses locais de altitude elevada propiciam uma melhor visão do conjunto de relevo da região facilitando assim a compreensão e a distribuição dos padrões mapeados e possíveis correções.

Caso o ponto de campo tenha uma visão restrita da paisagem deve-se evitar reclassificar ou modificar padrões apenas pela observação de uma porção da encosta e da feição. Eventualmente dentro de um conjunto de feições classificadas em um padrão podem existir alguns pontos que fogem a descrição do padrão. Isso, no entanto, não implica na reclassificação do padrão ou na individualização de uma única feição, salvo quando a mesma seja relevante para o mapeamento e esteja descrita na biblioteca de padrões de relevo.

Do mesmo modo que os pontos de observação e análise em campo registram os fatos geomorfológicos, também devem registrar e avaliar a ocorrência de processos geomorfológicos atuantes, assim como o impacto da intervenção humana na área de estudo (Figura 24).

Por fim, o mapeamento geomorfológico em campo é uma ferramenta de execução de análise espaciais mais complexas e sofisticadas que permitem ao gestor à aplicação do estudo integrado

do meio físico para diversos fins, com destaque para os estudos de Geodiversidade e de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações (Figura 25).

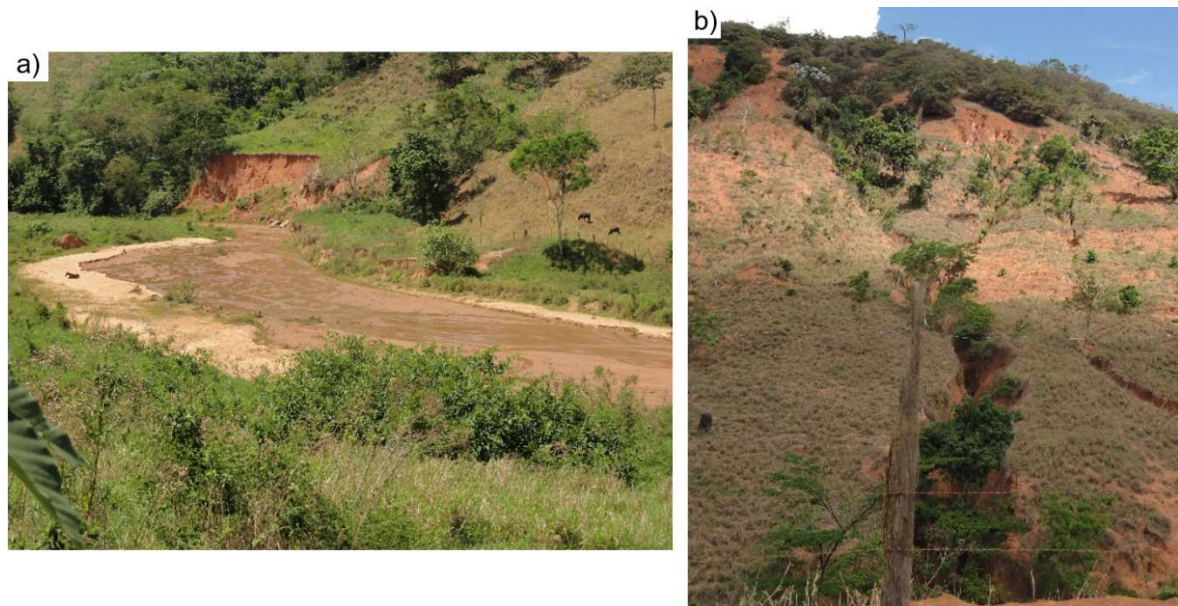


Figura 24: a) Processo de assoreamento da calha do ribeirão Sobreiro devido à ocorrência generalizada de b) processos de erosão laminar severa e erosão linear acelerada (ravinamentos profundos) no alto vale da bacia do ribeirão Sobreiro no município de Laranja da Terra, ES. Fonte: Marcelo Dantas.

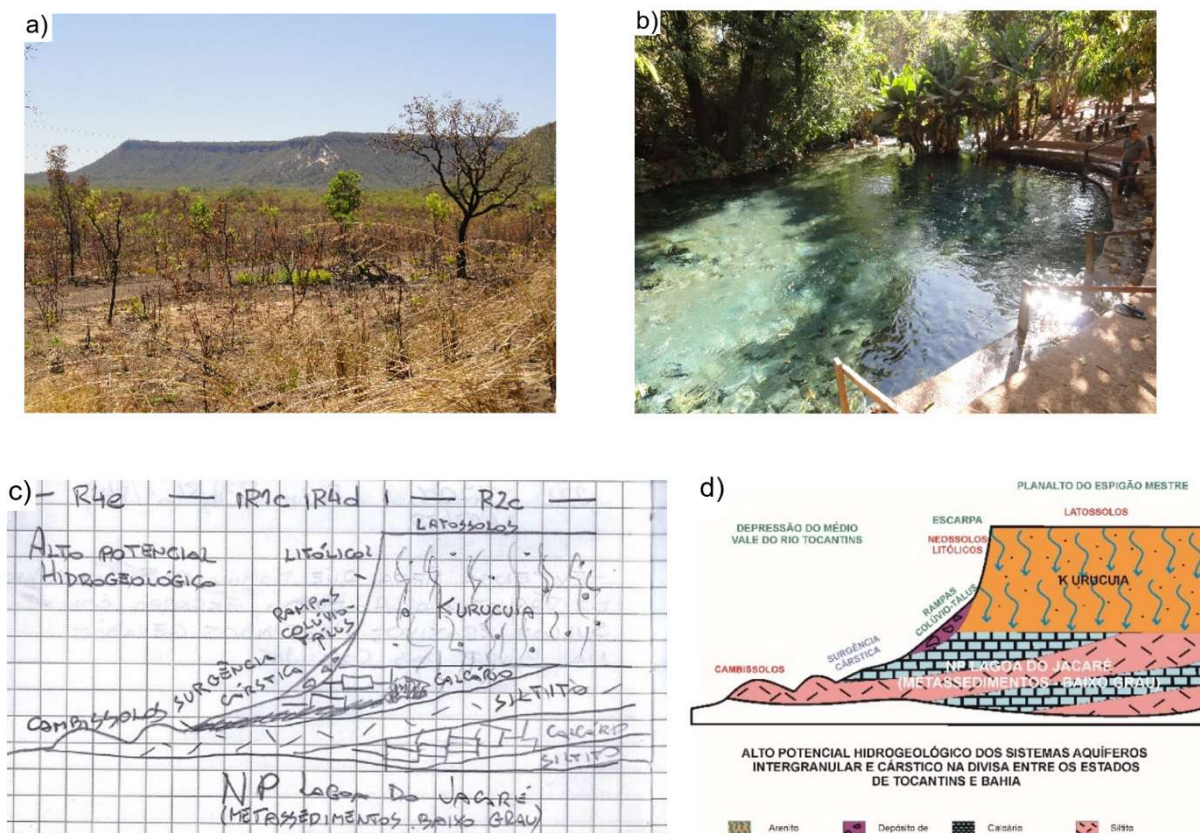


Figura 25: a) Escarpa da Serra Geral de Goiás, sustentada por cornija arenítica endurecida; b) Surgência cársica do rio dos Azuis, utilizado para fins turísticos e recreativos; c) Croqui esquemático, esboçado em caderneta de campo; d) Um modelo conceitual sintético da compartimentação geológico-geomorfológica do

extremo sudeste do estado do Tocantins e sua relevância para uma melhor caracterização, potencialidade e vulnerabilidade dos recursos hídricos disponíveis na região. Fonte: elaborado por Marcelo Dantas.

5.3.2. Correções e elaboração do mapa final

Após retorno do campo, o executor do mapeamento de relevo procederá as implementações e ajustes que forem necessários com base nas observações e registros da equipe de campo (no caso de o executor não ter ido a campo) para a finalização dos arquivos digitais.

As equipes de campo podem promover pequenos ajustes no pré-mapa, desde que não impactem em mudança de padrão de relevo, inserção de padrão novo ou mesmo alterações em grandes extensões, nesses casos, as questões devem ser levadas ao elaborador para análise e discussão conjunta e posterior correção, se for o caso.

O arquivo finalizado pelo executor deve ser encaminhado para a coordenação de Geomorfologia, para revisão final de conteúdo e análise de consistência topológica e de geoprocessamento.

Por sua vez, a equipe de geoprocessamento fará consistência da tabela de atributos e correção topológica dos arquivos, garantindo a acurácia do arquivo, porém, o mesmo também deve ter sido consistido com os mapeamentos dos municípios limítrofes pelo executor da carta. Posteriormente, o arquivo é carregado em base contínua e uma nova etapa de consistência é feita com os mapeamentos adjacentes seguindo o mesmo padrão de trabalho.

A figura 26 ilustra um mapa final de Padrões de Relevo.

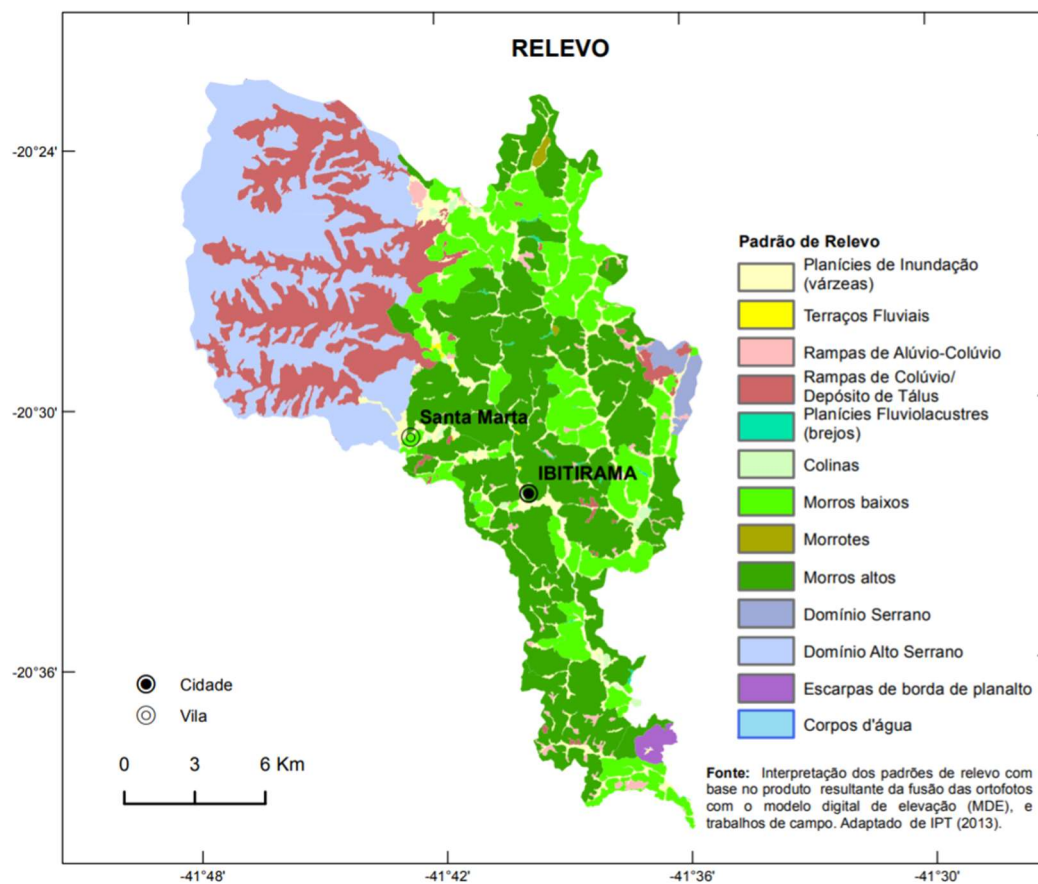


Figura 26: Exemplo do cartograma com o mapeamento final de Padrões de Relevo de Ibitirama/ES para o projeto Cartas Municipais de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações. Fonte: elaborado por Michele Santana.

A metodologia de mapeamento de padrões de relevo se revela de inegável eficácia ao propiciar uma informação geomorfológica clara e de rápida aplicação aos estudos integrados do meio físico. Assim, essa metodologia apresenta excelente potencial para utilização para os mais diversos estudos no âmbito das geociências.

Análises subsequentes sobre gênese e evolução dos terrenos, processos geomorfológicos e a interação geoecológica entre geologia, relevo, solos, clima e biota são fundamentais para aprofundamento do conhecimento do meio físico de determinada região. Nesse ínterim, a delimitação geoespacial propiciada pela fotoanálise de padrões de relevo pode ser uma das bases mais úteis para estudos integrados de gestão ambiental e planejamento territorial.

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

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Decreto nº 89.817, de 20 de junho de 1984**. Estabelece as instruções reguladoras das normas técnicas da cartografia nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 1984. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89817.htm. Acesso em: 24 mar. 2021.

DANTAS, M. E. Análise de padrões de relevo: um instrumento aplicado ao mapeamento da geodiversidade. In: BANDEIRA, I. C. N. (org.). **Geodiversidade do estado do Maranhão**. Teresina: CPRM, 2013. p.133-140. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/14761>. Acesso em: 20 abr. 2021.

DANTAS, M. E. (org.). **Biblioteca de padrões de relevo**: carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação. Rio de Janeiro: CPRM, [2016]. 54 p. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/16589>. Acesso: 20 dez. 2020.

DANTAS, M. E.; MAIA, M. A. M. Compartimentação geomorfológica. In: MAIA, M. A. M.; MARMOS, J. L. (org.). **Geodiversidade do estado do Amazonas**. Manaus: CPRM, 2010. p. 27-44. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/16624>. Acesso em: 20 abr. 2021.

DANTAS, M. E.; PALMA, L. H. **Carta geomorfológica**: município de Aperibé, RJ. [Rio de Janeiro]: CPRM, fev. 2017. Escala 1:25.000. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17477>. Acesso: 20 dez. 2020.

DANTAS, M. E.; SHINZATO, E.; RENK, J. F. C.; MORAES, J. M.; MACHADO, M. F.; NOGUEIRA, A. C. O emprego da Geomorfologia para avaliação de suscetibilidade a movimentos de massa e inundação – Mimoso do Sul/ES. **Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 23-42, 2014. Disponível em: <https://www.abge.org.br/downloads/revistas/artigo22016060119455490488.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2021.

IBGE. **Noções básicas de cartografia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. v. 1, 130 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 8). Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv8595_v1.pdf. Acesso em: 20 abr. 2021.

MESCERJAKOV, J. P. Les concepts de morphostructure et de morphosculture: um nouvel instrument de l'analyse geomorphologique. **Annales de géographie**, Paris, v. 77, n. 423, p. 538-552, 1968.

PONÇANO, W. L.; CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA, M. A.; PIRES NETO, A. G.; ALMEIDA, F. F. M. O conceito de sistemas de relevo aplicado ao mapeamento geomorfológico do estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2., 1979, Rio Claro. **Atas [...]**. Rio Claro: SBG, 1979. v. 2, p. 253-262.

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

<https://doi.org/10.7154/RDG.1992.0006.0002>. Disponível em:
<https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47108/50829>. Acesso em: 20 abr. 2021.

SHINZATO, E.; FIGUEREDO, L. G. E.; DANTAS, M. E. Mapa geomorfológico do município de Miguel Pereira. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 48., 2016, Porto Alegre.

Resumos [...]. São Paulo: SBG, 2016. p. 1359. Disponível em:

http://cbg2017anais.siteoficial.ws/st16/ID7474_112380_52_Resumo_48CBG.pdf. Acesso em: 20 abr. 2021.

SHINZATO, E.; RENK, J. F. C.; DANTAS, M. E.; TEIXEIRA, W. G.; VARGAS, L. Geotecnologia 3D na compartimentação geomorfológica das bacias hidrográficas dos rios Macacu e Caceribu -

Recôncavo da Baixada da Guanabara /RJ. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 9., 2012, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2012. Disponível em:

<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/14766>. Acesso: 20 dez. 2020.

SOARES, P. C.; FIORI, A. P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 16, n. 32, p. 71-104, 1976.

VENTURI, L. A. B. **Geografia**: práticas de campo, laboratório e sala de aula. São Paulo: Sarandi, 2011. 528 p.

APÊNDICE I - TABELA DE PADRÕES DE RELEVO

COR DE REPRESENTAÇÃO RGB	PADRÕES DE RELEVO	CÓDIGO DE RELEVO (CODREL)	Amplitudes predominantes (m)	Declividades predominantes	
				Graus (°)	%
255 255 190	Planícies de Inundação (<i>várzeas</i>)	R1a	Zero	0-3°	0-5%
255 255 0	Terraços Fluviais	R1b1	2 a 20m	0-3°	0-5%
230 230 0	Terraços Lagunares	R1b2	2 a 20m	0-3°	0-5%
245 202 122	Terraços Marinhos	R1b3	2 a 20m	0-5°	0-9%
230 152 0	Baixadas Alúvio-Colúviais	R1b4	2 a 5m	0-5°	0-9%
255 190 190	Rampas de Alúvio-Colúvio	R1c1	Variável	5-10°	9-18%
205 102 102	Rampas de Colúvio/ Depósito de Tálus	R1c2	Variável	10-25°	18-47%
255 167 127	Leques Aluviais	R1c3	2 a 10m	0-3°	0-5%
104 104 104	Planícies Fluviomarinhas (<i>mangues</i>)	R1d1	Zero	Plano (0°)	0%
135 97 46	Planícies Fluviomarinhas (<i>campos salinos ou apicuns</i>)	R1d1a	Zero	Plano (0°)	0%
156 156 156	Planícies Fluviomarinhas (<i>brejos</i>)	R1d2	Zero	Plano (0°)	0%
0 230 169	Planícies Fluviolacustres (<i>brejos</i>)	R1d3	Zero	Plano (0°)	0%
0 168 132	Planícies Fluvideltaicas (<i>brejos</i>)	R1d4	Zero	Plano (0°)	0%
115 115 130	Planícies Lagunares (<i>brejos</i>)	R1d5	Zero	Plano (0°)	0%
179 90 68	Planícies de Maré Lamosas	R1d6a	Zero	Plano (0°)	0%
204 140 0	Planícies de Maré Arenosas	R1d6b	Zero	Plano (0°)	0%
255 211 127	Planícies Costeiras (<i>restingas</i>)	R1e	2 a 20 m	0-5°	0-9%
250 196 23	Planícies Costeiras (<i>praias</i>)	R1e1	2 a 5 m	0-5°	0-9%
230 152 0	Campos de Dunas (dunas fixas)	R1f1	2 a 40 m	3-30°	5-58%
230 89 0	Campos de Dunas (dunas móveis)	R1f2	2 a 40 m	3-30°	5-58%
168 0 132	Recifes	R1g	Zero	Plano (0°)	0%
255 127 127	Depósitos Tecnogênicos (aterros sobre corpos d'água)	R1h1	Zero	Plano (0°)	0%
255 0 0	Depósitos Tecnogênicos (aterros sanitários)	R1h2	Variável	Variável	Variável

78 78 78	Formações Tecnogênicas (terrenos alterados pela atividade de mineração)	R1h3	Variável	Variável	Variável
137 68 101	Formações Tecnogênicas (esplanadas de desmonte de morros)	R1h4	Zero	Plano (0°)	0%
215 194 158	Tabuleiros	R2a1	20 a 50 m	Topo plano: 0-3° Vertentes: 10-25°	0-5% 18-47%
215 176 158	Tabuleiros dissecados	R2a2	20 a 50 m	Topo plano: 0-3° Vertentes: 10-25°	0-5% 18-47%
205 170 102	Baixos platôs	R2b1	0 a 20 m	2-5°	3-9%
205 137 102	Baixos platôs dissecados	R2b2	20 a 50 m	Topo plano: 2-5° Vertentes: 10-25°	3-9% 18-47%
137 112 68	Planaltos	R2b3	20 a 50 m	Topo plano: 2-5°	3-9%
160 130 120	Planaltos dissecados	R2b4	20 a 200 m	Topo plano: 3-10° Vertentes: 20-45°	5-18% 36-100%
200 150 130	Patamares litoestruturais	R2b5	10 a 50 m	3-10°	5-18%
137 90 68	Chapadas e Platôs	R2c	0 a 20 m	Topo plano: 0-3°	0-5%
225 225 225	Superfícies aplainadas conservadas	R3a1	0 a 10 m	0-5°	0-9%
232 190 255	Superfícies aplainadas degradadas	R3a2	10 a 30 m	0-5°	0-9%
170 102 205	Lajes, Lajedões e Plataformas de Abrasão	R3a3	0 a 10 m	0-10°	0-18%
223 115 255	<i>Inselbergs</i> e outros relevos residuais (cristas isoladas, morros residuais, pontões, monólitos)	R3b	50 a 500 m	25-45°. Ocorrem paredões subverticais. 60-90°	47-100% Paredões >100%
211 255 190	Colinas	R4a1	20 a 50 m	3-10°	5-18%
85 255 0	Morros baixos	R4a2	50 a 120 m	5-20°	9-36%
168 168 0	Morrotes	R4a3	40 a 100 m	10-30°	18-58%
56 168 0	Morros altos	R4b1	80 a 250 m	10-35°	18-70%
0 115 76	Cristas isoladas e serras baixas	R4b2	100 a 300 m	20-45° Ocorrem paredões subverticais. 60-90°	36-100% Paredões >100%
158 170 215	Domínio Serrano	R4c1	> 300 m	20-45° Ocorrem paredões subverticais 60-90°	36-100% Paredões >100%
190 210 255	Domínio Alto Serrano	R4c2	> 700 m	30-45° Ocorrem paredões subverticais 60-90°	58-100% Paredões >100%
170 102 205	Escarpas de borda de planalto	R4d	> 300 m	30-45°	58-100%

				Ocorrem paredões subverticais 60-90°	Paredões >100%
202 122 245	Escarpas Degradadas, Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos	R4e	50 a 200 m	10-25° Ocorrem vertentes > de 45°	18-47% Paredões >100%
205 102 153	Vales Encaixados	R4f1	> 50 m	20-45° Ocorrem paredões subverticais 60-90°	36-100% Paredões >100%
205 132 173	Vales Abertos	R4f2	> 100 m	10-25° Ocorrem vertentes declivosas >45°	18-47% Paredões >100%
115 255 223	Altos Platôs	R4g	20 a 50 m	3-10°	5-18%
102 205 171	Ilhas Costeiras	R4h	Variável	Variável	Variável
115 223 255	Feições Cársticas (dolina, uvalas, poliés, sumidouros)	R5a	Variável	Variável	Variável