

# Revisões de Literatura da Geomorfologia Brasileira



caliandra



ORGANIZADORES

Osmar Abílio de Carvalho Júnior  
Maria Carolina Villaça Gomes  
Renato Fontes Guimarães  
Roberto Arnaldo Trancoso Gomes



## CONSELHO EDITORIAL

### **Membros internos:**

Prof. Dr. André Cabral Honor (HIS/UnB) - **Presidente**

Prof. Dr. Herivelto Pereira de Souza (FIL/UnB)

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Lucia Lopes da Silva (SER/UnB)

Prof. Dr. Rafael Sânzio Araújo dos Anjos (GEA/UnB)

### **Membros externos:**

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ângela Santana do Amaral (UFPE)

Prof. Dr. Fernando Quiles García (Universidad Pablo de Olavide - Espanha)

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ilía Alvarado-Sizzo (UniversidadAutonoma de México)

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Joana Maria Pedro (UFSC)

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Marine Pereira (UFABC)

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Paula Vidal Molina (Universidad de Chile)

Prof. Dr. Peter Dews (University of Essex - Reino Unido)

Prof. Dr. Ricardo Nogueira (UFAM)



A UnB quem faz  
**é a gente**

Organizadores: Osmar Abílio de Carvalho Júnior  
Maria Carolina Villança Gomes  
Renato Fontes Guimarães  
Roberto Arnaldo Trancoso Gomes

Título: Revisões de Literatura da Geomorfologia Brasileira

Volume: 1

Local: Brasília

Editor: Selo Caliandra

Ano: 2022

Parecerista: João Cândido André da Silva Neto

Capa: Luiz H S Cella



Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília  
Heloiza Faustino dos Santos - CRB 1/1913

R454            Revisões de literatura da geomorfologia brasileira [recurso eletrônico] / organizadores Osmar Abílio de Carvalho Júnior ... [et al.]. – Brasília : Universidade de Brasília, 2022.  
1057 p. : il.

Inclui bibliografia.

Modo de acesso: World Wide Web:  
<<http://caliandra.ich.unb.br/>>.  
ISBN 978-65-86503-85-2.

1. Geomorfologia - Brasil. I. Carvalho Júnior, Osmar Abílio de.

CDU 551.4

## Lista de autores

Abner Monteiro Nunes Cordeiro  
Adão Osdayan Cândido de Castro  
Alberto Oliva  
Alex de Carvalho  
Ana Camila Silva  
André Augusto Rodrigues Salgado  
André Luiz Carvalho da Silva  
André Paulo Ferreira da Costa  
Antônio Carlos de Barros Corrêa  
Antonio José Teixeira Guerra  
Antônio Pereira Magalhães Junior  
Antonio Rodrigues Ximenes Neto  
Archimedes Perez Filho  
Beatriz Abreu Machado  
Breno Ribeiro Marent  
Bruno Venancio da Silva  
Carlos de Oliveira Bispo  
Carmélia Kerolly Ramos de Oliveira  
César Augusto Chicarino Varajão  
Claudia Rakel Pena Pereira  
Cristiano da Silva Rocha  
Cristina Helena Ribeiro Augustin  
Daniel Françoso de Godoy  
Daniel Peifer  
Danielle Lopes de Sousa Lima  
Danilo Vieira dos Santos  
David Hélio Miranda de Medeiros  
Delano Nogueira Amaral  
Dirce Maria Antunes Suertegaray  
Edison Fortes  
Edivando Vitor do Couto  
Eduardo Souza de Moraes  
Edwilson Medeiros dos Santos  
Éric Andrade Rezende  
Fabiana Souza Ferreira  
Fábio Perdigão Vasconcelos  
Fabrizio de Luiz Rosito Listo  
Fabrizio do Nascimento Garritano  
Felipe Gomes Rubira  
Flávio Rodrigues do Nascimento  
Francisco Dourado  
Francisco Edmar de Sousa Silva  
Francisco Leandro de Almeida Santos  
Frederico de Holanda Bastos  
Gisele Barbosa dos Santos  
Giselle Ferreira Borges  
Guilherme Borges Fernandez  
Hugo Alves Soares Loureiro  
Idjarrury Gomes Firmino  
Isabel Cristina Moroz-Caccia Gouveia  
Jáder Onofre de Moraes  
Jémison Mattos dos Santos  
João Paulo de Carvalho Araújo  
José Fernando Rodrigues Bezerra  
Juliana Sousa Pereira  
Julio Cesar Paisani  
Jurandyr L. Sanches Ross  
Karine Bueno Vargas  
Kleython de Araújo Monteiro  
Laryssa Sheydder de Oliveira Lopes  
Leonardo dos Santos Pereira  
Leonardo José Cordeiro Santos  
Letícia Augusta Faria de Oliveira  
Lidriana de Souza Pinheiro,  
Lígia Padilha Novak  
Luiz Fernando de Paula Barros  
Manoel do Couto Fernandes  
Marcel Hideyuki Fumiya,  
Marcelo Martins de Moura Fé  
Marcos César Pereira Santos  
Maria Bonfim Casemiro  
Mariana Silva Figueiredo  
Marli Carina Siqueira Ribeiro  
Martim de Almeida Braga Moulton  
Michael Vinicius de Sordi  
Mônica dos Santos Marçal  
Neiva Barbalho de Moraes  
Nelson Ferreira Fernandes  
Nelson Vicente Lovatto Gasparetto  
Oswaldo Girão da Silva  
Otávio Augusto de Oliveira Lima Barra  
Otávio Cristiano Montanher  
Paulo Cesar Rocha  
Paulo de Tarso Amorim Castro  
Paulo Roberto Silva Pessoa  
Pedro Val  
Peter Christian Hackspacher  
Rafaela Soares Niemann  
Raphael Nunes de Souza Lima  
Roberto Marques Neto

Roberto Verdum  
Rodrigo Vitor Barbosa Sousa  
Rubson Pinheiro Maia  
Sandra Baptista da Cunha  
Sarah Lawall  
Sérgio Cadena de Vasconcelos  
Sérgio Murilo Santos de Araújo  
Silvio Carlos Rodrigues  
Silvio Roberto de Oliveira Filho  
Simone Cardoso Ribeiro  
Tania Cristina Gomes

Thais Baptista da Rocha  
Thiago Gonçalves Pereira  
Thiago Pereira Gonçalves  
Thomaz Alvisi de Oliveira  
Tulius Dias Nery  
Úrsula de Azevedo Ruchkys  
Vanda de Claudino-Sales  
Vanessa Martins Lopes  
Vinícius Borges Moreira  
Vitor Hugo Rosa Biffi

## PREFÁCIO

O presente livro consiste em um conjunto de revisões sobre os avanços teóricos e tecnológicos nos diversos temas da Geomorfologia. Concebido para estar em uma plataforma on-line com acesso gratuito, o livro destina-se aos cursos de graduação e pós-graduação que utilizam os conhecimentos geomorfológicos, incluindo Geografia, Geologia, Ecologia, Engenharia, Planejamento Territorial, entre outros. Para atender o escopo e o desafio imposto, a obra possui um total de 36 capítulos que congregam 111 pesquisadores das diversas regiões do Brasil, trazendo relatos relevantes de nossa paisagem e dos avanços alcançados pela Geomorfologia brasileira. Os capítulos do livro estão segmentados em contextos temáticos e geográficos de estudo, incluindo: dinâmica fluvial, ambientes costeiros, evolução de vertentes, micro relevo, ambientes cársticos, geomorfologia regional, geomorfologia estrutural; mapeamento geomorfológico, patrimônio natural, mitigação de riscos naturais; interações pedo-geomorfológicas, etnogeomorfologia, modelos numéricos, novas abordagens tecnológicas em geomorfologia. Além de abranger os conceitos e o estado da arte na análise dos processos e sistemas geomorfológicos, os capítulos realizam uma visão crítica dos diversos temas abordados.

Na última década, inúmeros avanços foram alcançados com o aumento da disponibilidade de dados de monitoramento da superfície terrestre, métodos computacionais e compartilhamento de experiências. A grande quantidade de dados e métodos resulta em novos desafios de análise e processamento na busca de respostas científicas dentro de uma apreciação crítica. A concepção desse livro integra revisões e discussões sobre essas novas abordagens teóricas, instrumentais e tecnológicas que passam a ter um fator primordial para estabelecer os novos rumos da ciência geomorfológica.

Dada a magnitude continental do nosso território, não é surpreendente que a paisagem brasileira seja evidenciada e detalhada em suas peculiaridades nos textos. Portanto, vários capítulos exploram e refletem a natureza distinta da paisagem e da biota brasileira, revelando os processos naturais e as perturbações antrópicas que alteram o meio ambiente e desencadeiam processos erosivos, movimento de massa, inundações, entre outros. Nesse contexto, as pesquisas aplicadas são extremamente oportunas devido à alta demanda para solução de problemas prementes e complexo de nossos ambientes e sociedade, necessitando continuamente de alternativas, novos conceitos, perspectivas tecnológicas e inovações metodológicas. Muitos capítulos abordam revisões sobre trabalhos aplicados na investigação geomorfológica e resolução de problemas, normalmente desencadeados por perturbações humanas com consequências variadas nos diferentes sistemas.

Os editores abnegaram a oportunidade de contribuir com capítulos para garantir a imparcialidade na seleção dos textos que compõe o livro. Por fim, os editores agradecem especialmente a União de Geomorfologia Brasileira e a todos os colaboradores que contribuíram com seus conhecimentos específicos para a elaboração dessa obra abrangente e de grande relevância para o conhecimento da Geomorfologia nacional.

Osmar Abílio de Carvalho Júnior  
Maria Carolina Villaça Gomes  
Renato Fontes Guimarães  
Roberto Arnaldo Trancoso Gomes

# SUMARIO

## 1. CONSIDERAÇÕES EPISTEMOLÓGICAS EM TORNO DA PESQUISA EM GEOMORFOLOGIA: DO PROJETO AO ARTIGO CIENTÍFICO

André Augusto Rodrigues Salgado  
Alberto Oliva

----- 16

## 2. ARQUIVOS FLUVIAIS QUATERNÁRIOS NO INTERIOR CONTINENTAL: O CONTEXTO SERRANO DE MINAS GERAIS, BRASIL

Antônio Pereira Magalhães Junior  
Luiz Fernando de Paula Barros  
Alex de Carvalho  
Letícia Augusta Faria de Oliveira

----- 39

## 3. PROCESSOS DE REORGANIZAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM NO BRASIL

Breno Ribeiro Marent  
Éric Andrade Rezende  
Michael Vinícius de Sordi  
André Augusto Rodrigues Salgado

----- 76

## 4. AVALIAÇÃO INTEGRADA DE SISTEMAS FLUVIAIS: SUBSÍDIO PARA IDENTIFICAÇÃO DE VALORES PATRIMONIAIS

Carmélia Kerolly Ramos de Oliveira  
Paulo de Tarso Amorim Castro  
Úrsula de Azevedo Ruchkys

----- 98

## 5. GEOMORFOLOGIA FLUVIAL E GESTÃO DE RISCO DE INUNDAÇÕES

Claudia Rakel Pena Pereira  
Sandra Baptista da Cunha

----- 124

6. AJUSTAMENTO FLUVIAL À AGROPECUÁRIA, URBANIZAÇÃO E RESERVATÓRIO E ANÁLISE CIENTOMÉTRICA DO IMPACTO DESSAS ATIVIDADES NOS RIOS BRASILEIROS	
Eduardo Souza de Morais Otávio Cristiano Montanher	
-----	143
7. GEOMORFOLOGIA FLUVIAL DO BRASIL ASSOCIADA AO ATUAL CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL	
Giselle Ferreira Borges Neiva Barbalho de Morais Ana Camila Silva Leonardo dos Santos Pereira Sarah Lawall	
-----	176
8. CONTROLE TECTONO-ESTRUTURAL DOS SISTEMAS DE DRENAGEM: REVISÃO LITERÁRIA E PROPOSTAS METODOLÓGICAS	
Idjarrury Gomes Firmino Karine Bueno Vargas Edison Fortes	
-----	212
9. GEOMORFOLOGIA FLUVIAL E GESTÃO DOS RIOS NO BRASIL	
Mônica dos Santos Marçal Adão Osdayan Cândido de Castro Raphael Nunes de Souza Lima	
-----	240
10. INUNDAÇÕES E CONCEITOS CORRELATOS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E ANÁLISE COMPARATIVA.	
Rodrigo Vitor Barbosa Sousa Paulo Cesar Rocha	
-----	265
11. SISTEMAS LACUSTRES INTERIORES: AVANÇOS E TÉCNICAS DE ESTUDO	
Gisele Barbosa dos Santos Paulo de Tarso Amorim Castro	
-----	278

12. EVOLUÇÃO MORFODINÂMICA DE PLANÍCIES COSTEIRAS:  
DO QUATERNÁRIO AOS EVENTOS ATUAIS

Guilherme Borges Fernandez  
Thais Baptista da Rocha  
Silvio Roberto de Oliveira Filho  
Sérgio Cadena de Vasconcelos  
André Luiz Carvalho da Silva  
Thiago Gonçalves Pereira  
Martim de Almeida Braga Moulton

----- 308

13. MORFOLOGIA COSTEIRA EM LITORAIS URBANOS

Otávio Augusto de Oliveira Lima Barra  
Fábio Perdigão Vasconcelos  
Cristiano da Silva Rocha  
Maria Bonfim Casemiro  
Danilo Vieira dos Santos  
Francisco Edmar de Sousa Silva  
Delano Nogueira Amaral

----- 351

14. DELTAS DOMINADOS POR ONDAS: TRAJETÓRIA CONCEITUAL,  
DINÂMICA E EVOLUÇÃO A PARTIR DE EXEMPLOS DO COMPLEXO  
DELTAICO DO RIO PARAÍBA DO SUL

Thaís Baptista da Rocha  
Sérgio Cadena de Vasconcelos  
André Paulo Ferreira da Costa  
Beatriz Abreu Machado  
Mariana Silva Figueiredo  
Lígia Padilha Novak  
Thiago Pereira Gonçalves  
Guilherme Borges Fernandez

----- 381

15. REGISTROS DAS VARIAÇÕES DO NÍVEL RELATIVO DO MAR NO  
LITORAL BRASILEIRO E AS IMPLICAÇÕES  
PERANTE A MORFOGÊNESE DE SUPERFÍCIES GEOMORFOLÓGI-  
CAS EM AMBIENTES COSTEIROS

Felipe Gomes Rubira  
Archimedes Perez Filho

----- 410

16. VALES INCISOS SUBMERSOS DA PLATAFORMA  
CONTINENTAL SEMIÁRIDA DO BRASIL

Antonio Rodrigues Ximenes Neto  
Lidriana de Souza Pinheiro  
David Hélio Miranda de Medeiros  
Paulo Roberto Silva Pessoa  
Jáder Onofre de Moraes

----- 445

17. GEOMORFOLOGIA EÓLICA CONTINENTAL E OS  
CAMPOS DE DUNAS HOLOCÊNICAS DO PAMPA NO RIO  
GRANDE DO SUL, BRASIL

Tania Cristina Gomes  
Roberto Verdum

----- 471

18. EROSÃO POR VOÇOROCAS: ESTADO DA ARTE

Juliana Sousa Pereira  
Silvio Carlos Rodrigues

----- 499

19. MONITORAMENTO DA EROSÃO HÍDRICA NO BRASIL:  
DOS MÉTODOS MANUAIS AOS DIGITAIS

Hugo Alves Soares Loureiro  
Antonio José Teixeira Guerra  
José Fernando Rodrigues Bezerra  
Leonardo dos Santos Pereira  
Fabrizio do Nascimento Garritano

----- 526

20. MOVIMENTOS DE MASSA: ESTADO DA ARTE,  
ESCALAS DE ABORDAGEM, ENSAIOS DE CAMPO E LABORATÓRIO  
E DIFERENTES MODELOS DE PREVISÃO

Fabrizio de Luiz Rosito Listo  
Tulius Dias Nery  
Carlos de Oliveira Bispo  
Fabiana Souza Ferreira  
Edwilson Medeiros dos Santos

----- 560

21.	MORFOGÊNESE DE MICRORRELEVOS SIMILARES A MURUNDUS NA PAISAGEM	
	Vinícius Borges Moreira Archimedes Perez Filho	
	-----	593
22.	APLAINAMENTO NO NOROESTE DO PARANÁ: DE MODELOS POLICÍCLICO À MORFOTECTÔNICA QUATERNÁRIA	
	Marcel Hideyuki Fumiya Edivando Vitor do Couto Leonardo José Cordeiro Santos	
	-----	615
23.	GEOMORFOLOGIA DO QUATERNÁRIO E GEOARQUEOLOGIA: ASPECTOS CONCEITUAIS, METODOLÓGICOS E APLICAÇÕES NO SUL DO BRASIL	
	Vitor Hugo Rosa Biffi Marcos César Pereira Santos Julio Cesar Paisani Nelson Vicente Lovatto Gasparetto	
	-----	648
24.	TERMOCRONOLOGIA APLICADA À EVOLUÇÃO GEOMORFOLÓGICA DO NORDESTE SETENTRIONAL DO BRASIL: UMA BREVE REVISÃO	
	Francisco Leandro de Almeida Santos Flávio Rodrigues do Nascimento Peter Christian Hackspacher (In Memoriam) Marli Carina Siqueira Ribeiro Bruno Venancio da Silva & Daniel França de Godoy	
	-----	677
25.	A TAXONOMIA DO RELEVO E A CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA REGIONAL	
	Jurandyr L. Sanches Ross Isabel Cristina Moroz-Caccia Gouveia	
	-----	701

26.	RELEVOS GRANÍTICOS DO NORDESTE BRASILEIRO: UMA PROPOSTA TAXONÔMICA	
	Frederico de Holanda Bastos Danielle Lopes de Sousa Lima Abner Monteiro Nunes Cordeiro Rubson Pinheiro Maia	
	-----	733
27.	REVISITANDO OS MODELOS CLÁSSICOS DE EVOLUÇÃO DO RELEVO	
	Daniel Peifer Cristina Helena Ribeiro Augustin	
	-----	759
28.	SUPERFÍCIES GEOMORFOLÓGICAS E MODELOS CLÁSSICOS DE EVOLUÇÃO DO RELEVO	
	Karine Bueno Vargas Idjarrury Firmino Michael Vinicius de Sordi	
	-----	793
29.	A GEOMORFOLOGIA NOS ESTUDOS INTEGRADOS DA PAISAGEM: ENFOQUE EVOLUTIVO E DINÂMICO NA INTERPRETAÇÃO DOS SISTEMAS GEOMORFOLÓGICOS	
	Roberto Marques Neto Thomaz Alvisi de Oliveira	
	-----	813
30.	ESTADO DA ARTE DOS ESTUDOS GEOMORFOLÓGICOS NO NORDESTE BRASILEIRO: UMA SÍNTESE (E VÁRIAS TESES)	
	Vanda de Claudino-Sales Antonio Carlos Barros Côrrea Kleython de Araújo Monteiro Rubson Pinheiro Maia	
	-----	845
31.	AS SUPERFÍCIES DE EROSÃO DO “BRASIL ORIENTAL”	
	César Augusto Chicarino Varajão	
	-----	875

32.	ETNOGEOMORFOLOGIA - RELAÇÕES ENTRE POPULAÇÕES TRADICIONAIS E A PAISAGEM FÍSICA	
	Simone Cardoso Ribeiro Vanessa Martins Lopes Osvaldo Girão da Silva Antônio Carlos de Barros Corrêa	
	-----	886
33.	DESAFIOS E PERSPECTIVAS DAS PESQUISAS SOBRE O PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO NO BRASIL	
	Vanda de Claudino-Sales Laryssa Sheydder de Oliveira Lopes	
	-----	910
34.	USO DO LIDAR NA GEOMORFOLOGIA: APLICAÇÕES E DESAFIOS FUTUROS	
	João Paulo de Carvalho Araújo Rafaela Soares Niemann Francisco Dourado Manoel do Couto Fernandes Nelson Ferreira Fernandes	
	-----	927
35.	MODELOS NUMÉRICOS DE EVOLUÇÃO DO RELEVO (LEMS) E SUA IMPORTÂNCIA PARA ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA PAISAGEM	
	Nelson F. Fernandes Daniel Peifer Pedro Val	
	-----	953
36.	SOLO HISTÓRICO DA DESERTIFICAÇÃO NO BRASIL	
	Jémison Mattos dos Santos Sérgio Murilo Santos de Araújo Dirce Maria Antunes Suertegaray	
	-----	1000

37. GEOMORFOLOGIA ESTRUTURAL:  
REVISITANDO TEORIAS, MÉTODOS E ESTUDOS  
DE CASO NO NORDESTE BRASILEIRO

Frederico de Holanda Bastos  
Abner Monteiro Nunes Cordeiro  
Marcelo Martins de Moura Fé

----- 1029

## **25. A TAXONOMIA DO RELEVO E A CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA REGIONAL**

**Jurandyr L. Sanches Ross<sup>1</sup> & Isabel Cristina Moroz-Caccia Gouveia<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Geografia - FFLCH – USP, Avenida Professor Lineu Prestes, 338 Cidade Universitária, São Paulo – SP CEP 05508-000; juraross@usp.br

<sup>2</sup>Departamento de Geografia – FCT – UNESP; icmoroz@gmail.com

---

**Resumo:** A cartografia geomorfológica tem sido objeto de pesquisas e experimentações em diferentes países desde a década de sessenta do século XX. Objetivando a aplicabilidade dos mapeamentos geomorfológicos em estudos voltados ao planejamento territorial, dois aspectos da questão geomorfológica devem ser analisados: a classificação do relevo (taxonomia das formas) e a representação cartográfica dessas formas. Com o intuito de refletir sobre esses aspectos, o presente capítulo apresenta um panorama acerca da evolução das propostas de classificação taxonômica dos fatos geomorfológicos partindo das propostas de Cailleux & Tricart (1956), Demek (1967), Mescerjakov (1968) e Ross (1992), e discorre sobre os desafios e avanços metodológicos do mapeamento geomorfológico no mundo e especialmente no Brasil, tomando como exemplos as experiências do projeto Radambrasil e do mapa geomorfológico do estado de São Paulo, de Ross & Moroz (1996). Além disso, ressalta a importância e aplicabilidade de produtos cartográficos geomorfológicos nos estudos ambientais.

**Palavras-Chave:** Cartografia geomorfológica, taxonomia do relevo

**Abstract:** Geomorphological cartography has been the subject of research and experimentation in several countries since the 1960s. Aiming at the applicability of geomorphological mappings in studies focused on territorial planning, two aspects of the geomorphological question must be analyzed: the classification of relief (taxonomy of forms) and the cartographic representation of these forms. In order to reflect on these aspects, this chapter presents an overview of the evolution of the proposals for taxonomic classification of geomorphological facts, starting from the proposals of Cailleux & Tricart (1956), Demek (1967), Mescerjakov (1968), and Ross (1992), and discusses the challenges and methodological advances of geomorphological mapping in the world and, especially, in Brazil, taking examples such as the experiences of the Radambrasil project and the geomorphological map of the state of São Paulo, by Ross & Moroz (1996). Besides, it emphasizes the importance and applicability of geomorphological cartographic products in environmental studies.

**Keywords:** Geomorphological cartography, relief taxonomy

## **1. INTRODUÇÃO**

A construção do conhecimento geomorfológico foi alvo de análise por Abreu (1983), quando publicou o trabalho “A Teoria Geomorfológica e sua Edificação: Análise Crítica”. Nesta historização crítica, o autor mostrou como as linhas epistemológicas da geomorfologia se desenvolveram desde os meados do século XIX até final do século XX. Abreu (*op cit*) aponta que os atuais princípios da geomorfologia foram definitivamente estabelecidos no primeiro quartel do século XX, a partir das concepções do pesquisador alemão Walter Penck, que considera que as formas atuais do relevo decorrem dos processos endógenos e exógenos.

Os processos endogenéticos estão diretamente relacionados às morfoestruturas, onde se destacam dois tipos distintos, porém, absolutamente interdependentes de atuação de forças: as ativas associadas à tectônica e as passivas, relacionadas às diferenças de resistência de desgaste das rochas.

As forças exógenas estão diretamente relacionadas à energia solar, que age na superfície da terra através das atividades climáticas de curta, média e longa duração, e se associam diretamente à esculturação das formas do relevo e da formação dos solos.

Assim, as formas do relevo são produzidas pelo jogo de interações de forças internas e externas que se manifestam na superfície da terra e suas características fisionômicas, refletem suas origens e, portanto, suas gêneses.

Estando na interface litosfera/atmosfera/hidrosfera e, ao mesmo tempo, sendo produto desta interação, as formas do relevo acabam por desempenhar importante papel nas análises integradas da natureza. O relevo, assim como outros componentes da natureza, são elementos cartografáveis e suas dimensões e formas são importantes para o entendimento de sua gênese e dinâmica atual. Desse modo, sua representação cartográfica é um recurso técnico-científico importante para efeito de sua aplicação. (ROSS, 2002)

A cartografia geomorfológica tem sido objeto de pesquisas e experimentações em diferentes países desde a década de sessenta do século XX. Objetivando a aplicabilidade dos mapeamentos geomorfológicos em estudos voltados ao planejamento territorial, dois aspectos da questão geomorfológica devem ser analisados: a classificação do relevo (taxonomia das formas) e a representação cartográfica dessas formas. Ambos correspondem aos elementos básicos de um sistema funcional: forma (ou fisionomia), estrutura e dinâmica (ou funcionalidade), ou seja formas, materiais e processos.

## **2. A TAXONOMIA DAS FORMAS DO RELEVO**

Ross (2002) aponta que a questão da taxonomia das formas do relevo surgiu em função da necessidade de se estabelecer uma organização e uma ordem para os diferentes tamanhos das formas e gêneses do relevo terrestre. Nesse sentido, nas décadas de cinquenta e sessenta, apareceram algumas propostas taxonômicas, dentre elas a de

Cailleux & Tricart (1956), Demek (1967) e de Mescerjakov (1968), que buscaram estabelecer uma hierarquização de níveis de agrupamento genético na geomorfologia.

No Brasil, foi a partir da obra “Princípios e Métodos da Geomorfologia” (TRICART, 1965), que se tomou conhecimento sobre a primeira classificação geral do relevo terrestre, elaborada por Cailleux & Tricart, em 1956.

Segundo Tricart (1965), a dimensão têmporo-espacial dos objetos da Geomorfologia, além de relacionar-se diretamente com a classificação, condiciona também a escolha dos métodos de análise e a natureza das ligações de causalidade, tanto com os outros objetos da geomorfologia entre si, como com as disciplinas conexas. Assim, as escalas têmporo-espaciais são objeto de análise metodológica e sistemática e, enquanto a noção de escala é habitualmente descritiva, a classificação taxonômica é genética (ROSS, 2002). Nesse sentido, Tricart (*op cit*), apresenta um quadro classificatório ou de taxonomia das formas do relevo (Quadro 1) expresso em oito (8) ordens de grandeza têmporo-espaciais, conforme segue.

Conforme pode-se observar, o quadro organiza-se em oito ordens de grandeza (primeira coluna), com a dimensão territorial de cada ordem (Unidade da Superfície) que varia de milhões de km<sup>2</sup> a alguns microns; as características de cada unidade de grandeza, estendendo-se das dimensões continentais aos detalhes somente observáveis microscopicamente; as unidades climáticas, correspondentes às ordens de grandeza do relevo, que representam desde grandes conjuntos zonais comandados por fatores astronômicos aos climas de micromeios; os mecanismos genéticos, que comandam a formação do relevo, que parte desde a diferenciação da crosta terrestre em continental (SiAl) e oceânica (SiMa) até os fatores ligados à interferência da dinâmica e da textura da rocha e, e por último, a sexta coluna corresponde às ordens de grandeza de permanência temporal que varia de bilhões de anos a uma centena de anos.

Na classificação de Cailleux & Tricart (1956), alguns aspectos merecem destaque:

- A relação direta entre o tamanho e a idade das formas. Como as ordens de grandeza são espaciais e temporais, subentende-se que, quanto maior a extensão do fato geomorfológico, maior é a idade, e quanto menor o tamanho, menor a idade;
- Existe uma tentativa de relacionar dimensão/tamanho com os tipos de formas a elas associadas pois as ordens de grandeza são expressas em quilômetros quadrados;
- Os autores estabelecem relações diretas entre unidades climáticas de diferentes tamanhos com unidades de relevo e gênese, embora na prática, nem sempre isso se verifica;
- Estabelecem também relação direta entre cada táxon com um determinado tempo, que vai da escala temporal geológica à escala temporal presente, o que certamente se aplica, porém, não obrigatoriamente com os espaçamentos temporais propostos.

- Evidenciam a noção de escala e gênese na taxonomia apresentada, o que é absolutamente pertinente; e, por fim,
- Introduzem a noção de hierarquização, colocando uma certa ordem no aparente caos que é entender-se o relevo.

**Quadro 1.** Taxonomia dos Fatos Geomorfológicos. Fonte: Cailleux & Tricart (1956) *apud* Tricart (1965).

ORDEM	UNIDADES DE SUPERFÍCIE (km <sup>2</sup> )	CARACTERÍSTICAS DAS UNIDADES exemplos	UNIDADES CLIMÁTICAS	MECANISMOS GENÉTICOS QUE COMANDAM O RELEVO	ORDEM DE GRANDEZA DE PERMANÊNCIA TEMPORAL (anos)
I	10 <sup>7</sup> <i>centenas de milhões</i>	Continentes, Bacias Oceânicas (Configuração do Globo)	Grandes conjuntos sazonais comandados por fatores astronômicos	Diferenciação da crosta terrestre (SIAL e SIMA)	10 <sup>9</sup> <i>bilhões de anos</i>
II	10 <sup>6</sup> <i>dezenas de milhões</i>	Grandes conjuntos estruturais.	Grandes tipos de clima. Interferência das influências geográficas com os fatores astronômicos	Movimentos da crosta terrestre, como a formação dos geossinclíneos. Influência climática sobre a dissecação.	10 <sup>8</sup> <i>centenas de milhões</i>
III	10 <sup>4</sup> <i>centenas de milhares</i>	Grandes unidades estruturais	Diferenciação dos tipos climáticos, mas sem grande importância para a dissecação	Unidades tectônicas tendo uma ligação com a paleogeografia. Velocidades de dissecação influenciada pela litologia.	10 <sup>7</sup> <i>dezenas de milhões</i>
IV	10 <sup>2</sup> <i>centenas</i>	Unidades tectônicas elementares. Maciços montanhosos, fossas, horsts.	Climas regionais com influências geográficas, sobretudo nas regiões montanhosas	Influência predominante da tectônica e, secundariamente, da litologia.	10 <sup>7</sup> <i>dezenas de milhões</i>
V	10 <i>dezenas</i>	Acidentes tectônicos. Anticlinais, Sinclinais, montes, vales.	Clima local influenciado pela disposição do relevo	Predomínio da litologia e da tectostática. Influências estruturais clássicas.	10 <sup>8</sup> a 10 <sup>7</sup> <i>milhões à dezenas de milhões</i>
VI	10 <sup>-2</sup> <i>centenas de milhares de m<sup>2</sup></i>	Formas de relevo: crista, moraina terminal, cone de dejeção.	Mesoclima diretamente ligado à forma. Ex: nicho de nivação	Predomínio do fator morfodinâmico, influenciado pela litologia	10 <sup>4</sup> <i>centenas de milhares</i>
VII	10 <sup>-6</sup> <i>dezenas de m<sup>2</sup></i>	Microformas: lentes de solifluxão, ravinas	Microclimas diretamente ligados às formas por autocatalise. Ex. Lápies (caneluras)	Idem	10 <sup>2</sup> <i>centenas</i>
VIII	10 <sup>n</sup> <i>décimos de m<sup>2</sup></i>	Microscópico: detalhes de corrosão, de polimento etc.	Micromeio	Interfície da dinâmica e textura da rocha	

Outra proposta taxonômica surgiu na ex-URSS (União das Repúblicas Socialistas Soviéticas), elaborada por Mescerjakov (1968), que apresentou os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura, como um novo instrumento de análise geomorfológica. O autor considerou a elaboração de uma classificação dos fenômenos estudados como sendo o problema teórico central das ciências da terra, e propôs emprego dos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura (GUERASSIMOV, 1946 e 1959) como meio de estabelecer a classificação geomorfológica, pois permite distinguir a diversidade de formas do relevo do nosso planeta e os mais importantes grupos genéticos. Assim, sua proposta de classificação fundamenta-se na ideia de que a formação do relevo resulta da

interação das forças endógenas e exógenas, “onde a regra de elaboração das formas de natureza diferente, não é a mesma” (MESCERJAKOV,1968).

Desta forma, sob a ação predominante dos fatores endógenos são formados os elementos morfoestruturais ou morfotectônicos do relevo terrestre, que correspondem aos grandes conjuntos de relevos como cadeias montanhosas, planaltos e depressões, tanto sobre a superfície dos continentes quanto nos fundos oceânicos. Sob a ação dos fatores exógenos, são formados os elementos morfoesculturais do relevo, que correspondem às formas do relevo de ordem inferior, como por exemplo, “grupos de morainas, as barcanas, formas cársticas” (MESCERJAKOV, 1968). Entretanto, Mescerjakov (1968) esclarece “que as influências morfoestruturais são percebidas também nas formas menores do relevo, assim como as influências morfoesculturais são também identificadas nas grandes formas do relevo terrestre”.

Com o intuito de estabelecer uma classificação, Mescerjakov (*op cit*), apresenta um quadro síntese, denominado “Esquema Geral da Classificação do Relevo Terrestre” (Quadro 2), onde define seis (6) níveis hierárquicos correlacionados com a área das superfícies de terras (em km<sup>2</sup>) à semelhança de Tricart (1965).

**Quadro 2.** Esquema geral de Classificação do Relevo da Terra (Fonte: Mescerjakov, 1968).

SUPERFÍCIE (km <sup>2</sup> )	ELEMENTOS MORFOESTRUTURAIS (morfotectônica do relevo de continentes e depressões oceânicas)	CATEGORIAS MORFOESCULTURAIS DO RELEVO	
		Terra Firme	Fundo dos Oceanos e Mares
$10^7$ a $10^6$	Morfotecturas de 1ª ordem – massas continentais (incluindo plataformas continentais)	Zonas morfoesculturais (morfoclimáticas) zonas de morfoesculturas criogênicas, glaciais, fluviais, áridas e outras	Zonas morfoesculturais: Zonas circumpolares de formas glaciais Zonas de altitudes temperadas Zonas tropicais equatoriais
$10^6$ a $10^5$	Morfotecturas de 2ª ordem Planos de plataforma, zonas montanhosas (orogênicas)		
$10^5$ a $10^3$	Morfoestruturas de 1ª ordem- planaltos, baixas regiões planas, cadeias de montanhas, depressões extensas etc.	Províncias morfoesculturais, províncias de morfoesculturas fluviais do tipo mediterrâneo, províncias de erosão glacial, províncias de acumulação etc	
$10^3$ a $10^2$	Morfoestruturas de 2ª ordem – bombeamentos tectônicos marcados no relevo, depressões tectônicas etc	Regiões morfoesculturais de morainas frontais, regiões de relevo cárstico etc.	
$10^2$ a $10$	Morfoestruturas de 3ª ordem – anticlinais marcadas no relevo, fossas recentes, cumeadas etc.	Formas particulares do relevo determinadas sobretudo pelos fatores exogenéticos. Vales fluviais, formas cársticas, etc	Vales submarinos, formas de acumulação de icebergs
$10$ a $10^{-1}$	Microrelevo tectônico, diques, fendas	Pequenas formas de relevo de origem exógena. Solos poligonais, pequenos hidrolacólitos	

A classificação de Mescerjakov (*op cit*), necessita de uma melhor definição das ordens taxonômicas, muito embora as noções de morfoestrutura e morfoescultura e suas associações morfogenéticas sejam uma contribuição importante, no sentido de diminuir o emaranhado de concepções teóricas e metodológicas que permeiam a geomorfologia. Os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura, ao serem colocados como produtos decorrentes de processos endógenos e exógenos, se caracterizam como uma manifestação estática decorrentes de processos morfogenéticos que, por essência, são dinâmicos e se manifestam permanentemente ao longo do tempo e nos diferentes espaços (ROSS, 2001).

De acordo com Ross (2001), a primeira proposta de classificação do relevo terrestre com articulação para cartografia geomorfológica surge com Demek (1967), quando publica o trabalho “Generalização de Mapas Geomorfológicos”. Citando Tricart (1965) e Mazur (1963), Demek (*op cit*) aponta que “o principal problema da construção e generalização de mapas geomorfológicos, é da classificação e sistematização das formas do relevo”. Com o intuito de contribuir para resolver essa questão, Demek (*op cit*) propõe três unidades taxonômicas básicas:

1. Superfícies Geneticamente Homogêneas, que correspondem ao menor táxon, por exemplo, uma vertente;
2. Forma de Relevo, táxon intermediário, como exemplo uma colina; e,
3. Tipo de Relevo, táxon superior, correspondendo a conjuntos de formas semelhantes entre si.

Segundo Ross (2001 e 2002), as Superfícies Geneticamente Homogêneas resultam de um determinado processo geomorfológico ou de um conjunto de processos, atuando em uma certa direção”. Podem ser condicionadas por processos endógenos, processos exógenos (dividido em processos de erosão/denução e acumulação) ou por processos derivados das atividades humanas. O conjunto de “Superfícies Geneticamente Homogêneas” resulta nas “Formas de Relevo”, geradas pelos mesmos processos e normalmente correspondem a estágios mais longos e desenvolvidos do relevo. Um exemplo de “Forma de Relevo” é um Terraço Fluvial, constituído pela superfície plana do topo do terraço (Superfície Geneticamente Homogênea, formada por acumulação), e pelo talude da borda do terraço (Superfície Geneticamente Homogênea gerada pela erosão fluvial). As “Formas de Relevo” por sua vez, compõem os “Tipos de Relevo”. Assim, o “tipo de relevo” é representado por um complexo de formas mais ou menos distintamente delimitadas, dotadas de mesma elevação absoluta, mesma gênese e dependendo da mesma morfoestrutura e ligada algum agente morfogenético complexo e alguma história de desenvolvimento. Assim, o Tipo de Relevo não é mais uma unidade concreta, mas uma unidade abstrata estabelecida por dedução.

Com esta proposição taxonômica, Demek (1967) apresenta um aspecto pragmático da representação do relevo terrestre, que pode ser transformado em mapa geomorfológico, considerando fatores morfológicos, morfométricos, cronológicos e genéticos, dentro de uma hierarquização lógica e absolutamente clara (ROSS, 2001 e 2002).

### 3. CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA: DESENVOLVIMENTO E DESAFIOS

Os mapeamentos geomorfológicos tendem a apresentar grande diversidade de modos de representação em função de seus objetivos e, principalmente em decorrência de seus suportes teórico-metodológicos.

É fato notório que as formas do relevo, por essência, são tridimensionais, e que os mapas são representações bidimensionais, residindo aí o primeiro problema da representação cartográfica do relevo. Este aspecto aparentemente poderia ser resolvido atualmente com a utilização de recursos de computação gráfica como Modelos Numéricos de Terreno (MNTs) em três dimensões. Cabe, entretanto, esclarecer que um mapa geomorfológico não consiste apenas em projeções tridimensionais de níveis topográficos, mas ele deve conter um conjunto de informações codificadas através de símbolos lineares, pontuais, letras símbolos, e famílias de cores, que expressam informações sobre as morfologias, morfometrias, gênese, idade e dinâmica atual. Os mapas geomorfológicos devem, portanto, “apresentar elementos de descrição do relevo; identificar a natureza geomorfológica de todos os elementos do terreno, e as formas” (ROSS, 1990).

Klimaszewski (1982), ao apresentar trabalho sobre “Mapa Geomorfológico de Detalhe” e tratar da representação gráfica do relevo, lembra que por muito tempo os mapas topográficos, a partir da análise das curvas de nível, têm sido utilizados para a obtenção de informações sobre as feições principais da configuração da superfície da terra. Entretanto, esses mapas possibilitam distinguir e definir feições morfográficas e morfométricas, mas não fornecem outras informações necessárias ao entendimento do relevo, como morfologia, gênese, dinâmica dos processos atuais, tipos de formas e depósitos de cobertura entre outros. Segundo Klimaszewski (*op cit*) foi a obra do geógrafo alemão Passarge, elaborada em 1912, mas publicada em 1914, que apresentou a primeira concepção de um mapa geomorfológico de detalhe na forma de um Atlas Morfológico. Este documento consistia um conjunto de oito mapas na escala 1:50.000, assim apresentados: Mapa Orográfico-topográfico com a cobertura vegetal; Mapa de Gradiente de Vertentes com os seguintes intervalos de declividade expressos em graus: 0-5; 5-10; 10-20, 20-35 e maior que 35 graus; Mapa de Formas dos Vales; Mapa Geológico-estratigráfico; Mapa de Resistência Física; Mapa de Resistência Química; Mapa Petrográfico; e por último, Mapa de Desenvolvimento do Relevo (ROSS, 2001).

Ainda de acordo Klimaszewski (1982), também em 1912, Gehne ao elaborar um Mapa Geomorfológico dos arredores de Thale (Alemanha), manifesta a ideia de que os mapas geomorfológicos devem conter informações sobre feições morfológicas, estrutura do substrato, formas do relevo e sua gênese. Na sequência, em 1919, Smolenski publicou na Polônia um artigo que apontava a necessidade da ciência polonesa no campo da geografia física, elaborar um estudo detalhado do relevo dos territórios poloneses e sua gênese, lançando assim, as bases da cartografia de detalhe do relevo. Contribuições na

evolução dos mapeamentos geomorfológicos, continuaram a ocorrer na Europa, com trabalhos de Weber (1924), Mayer (1926), Markow (1929) e Klimaszewski (1939), dentre outros (KLIMASZEWSKI, 1982).

Entretanto, segundo Klimaszewski (1982) foi apenas após a II Guerra Mundial que a elaboração de mapas geomorfológicos detalhados, com base em um mapeamento sistemático das formas de relevo apresenta-se como uma necessidade.

Assim, nas décadas de 1950 e 1960, a ciência geomorfológica tornou-se, nas palavras de Fairbridge (1968), "a análise da fisiografia da superfície da Terra", e o mapa geomorfológico detalhado, tornou-se, em muitos países, "o principal método de investigação em geomorfologia" (DEMEK, 1982).

Hayden (1986) destaca que a partir da realização, em 1956, do 18º Congresso da União Geográfica Internacional (UGI), no Rio de Janeiro, a importância dos mapas geomorfológicos passou a receber reconhecimento internacional.

A partir de então, grande parte dos geomorfólogos tem concentrado esforços no sentido de desenvolverem teorias, procedimentos cartográficos e legendas, buscando consolidar as bases teórico-metodológicas da cartografia geomorfológica.

No final da década de 1950 vários países, tais como a Suíça, URSS, Polônia, França, Checoslováquia, Japão, Bélgica e Hungria estavam elaborando mapas geomorfológicos detalhados de seus territórios. No entanto, devido às diferenças nacionais em termos de conteúdo e metodologia, os mapas geralmente não eram comparáveis e, portanto, de utilização limitada uma vez que não possibilitavam análises geomorfológicas mais abrangentes (HAYDEN, 1986).

Diante dessa questão, em 1958, durante o congresso da UGI em Estocolmo, foi criada a Subcomissão de Mapeamento Geomorfológico, cuja finalidade, segundo Klimaszewski (1982), era cumprir três tarefas básicas:

1. Desenvolver e disseminar metodologia de mapeamento geomorfológico;
2. Adotar um sistema uniforme para a cartografia geomorfológica com o objetivo de compatibilizar as pesquisas; e,
3. Demonstrar as aplicações do mapeamento geomorfológico no planejamento econômico local e regional, a fim de facilitar uma utilização racional da superfície da Terra.

A necessidade de uniformização de técnicas de mapeamento e, principalmente, de uma legenda comum, foi reconhecida sobretudo pelos geomorfólogos europeus. Numa reunião da subcomissão em Cracóvia, na Polônia em 1962, representantes de 15 países estabeleceram um conjunto de orientações para a elaboração de mapas geomorfológicos. Estas orientações, segundo Klimaszewski (1982) *apud* Ross (2001) incluíam:

1. Um mapa geomorfológico de detalhe deve ser resultante de mapeamento com controle de campo, recomendando-se o uso das fotografias aéreas e fotointerpretação;

2. Mapas geomorfológicos detalhados devem ser feitos em escalas de 1:10.000 a 1:100.000, considerando que tais limites permitem que o relevo e suas peculiaridades possam ser representados;
3. O mapa geomorfológico de detalhe deve fornecer uma visão completa do relevo, a fim de que o passado, o presente e o futuro do desenvolvimento do relevo possam ser apreendidos. Assim, devem conter todos os aspectos do relevo, incluindo morfografia, morfometria, morfogênese, morfocronologia e morfodinâmica;
4. Todas as formas investigadas devem ser cartografadas em um mapa por meio de símbolos em escala. Deve-se utilizar cores e símbolos para transmitir informações e oferecer a perspectiva de tamanho, origem e idade das formas;
5. A determinação da idade das formas (morfocronologia) é necessária porque ela permite a ordenação cronológica do conteúdo do mapa e ajuda a reconstruir o desenvolvimento geomorfológico e prognosticar tendências de desenvolvimento futuro;
6. Os dados litológicos devem ser marcados em símbolos especiais, preferencialmente no “fundo do mapa”;
7. A organização da legenda do mapa deve obedecer a uma ordem genético-cronológica; e,
8. O reconhecimento de que mapas geomorfológicos detalhados são essenciais para o desenvolvimento da Geomorfologia e, em especial, para investigações de geomorfologia regional, executadas em territórios que diferem em estrutura e condições climáticas. Por tanto, são muito importantes para a aplicação prática e científica.

A adoção desses princípios promoveu alguma uniformidade nos conteúdos dos mapas geomorfológicos, possibilitando comparações entre os produtos gerados. Entretanto, é fato incontestável a dificuldade de obter-se uma estrutura única de legenda para os mapas geomorfológicos, como coloca Klimaszewski (1982), pois “os autores parecem estar atados aos símbolos de suas invenções, especialmente com referência às regiões pequenas”. Para resolver essa questão, a subcomissão de Mapeamento Geomorfológico da UGI, desenvolveu uma legenda uniforme, procurando estabelecer cores e símbolos para várias formas de relevo de diferentes dimensões, gênese e idades para a utilização em mapas de escalas grandes como 1:25.000 e 1:50.000. Tal legenda foi submetida ao congresso da UGI em Nova Délhi em 1968 e apresenta 500 símbolos aplicáveis em mapas geomorfológicos de detalhe. Tricart (1965) em sua obra “Princípios e Métodos da Geomorfologia” no capítulo que trata da cartografia geomorfológica de detalhe, também apresenta uma vasta listagem de símbolos a que ele denomina de Legenda de Cartas Geomorfológicas de Detalhe.

Durante o congresso em Nova Délhi em 1968, a subcomissão de Mapeamento Geomorfológicos, sob a nova designação de “Comissão de Pesquisa e Mapeamento Geomórfico”, assumiu a responsabilidade de desenvolver um Manual de Cartografia

Geomorfológica, e conceber uma legenda para o Mapa Geomorfológico da Europa em escala 1:2.500.000. Tal legenda, publicada em 1971, foi produzida com a colaboração de geomorfólogos de vários países europeus e o primeiro dos 16 mapas projetados para compor o Mapa Geomorfológico da Europa, foi publicado em 1984. Quanto ao Manual, consistiu em uma compilação de artigos escritos por vinte geomorfólogos, publicado em 1972 (HAYDEN, 1986).

Para Klimaszewski (1982) esse esforço na elaboração do Manual e da legenda não significou avanços para a Cartografia Geomorfológica. De acordo com esse autor, o manual não privilegiou aspectos importantes acerca do mapeamento geomorfológico como se propunha a fazer, resultando em mais um compêndio de geomorfologia geral. Também a elaboração da legenda acabou significando mais um trabalho de editoração, baseado em compilações e não em investigações de campo.

De acordo com Hayden (1986), apesar de todo esforço e trabalho colaborativo efetuado pela Comissão de Pesquisa e Mapeamento Geomórfico, ainda existe uma grande diversidade de mapas sendo produzidos e não há consenso sobre a natureza dos mapas geomorfológicos. Grande parte dos produtos elaborados representa uma perspectiva particular nacional ou regional e a variedade de legendas reflete diferentes abordagens e metodologias. Assim, poucos atendem a todos os requisitos propostos para uma cartografia geomorfológica completa e global.

Klimaszewski (1982) afirma que, embora seja fundamental que os mapas geomorfológicos sejam passíveis de comparação, a uniformidade da legenda é uma ideia ambiciosa e de difícil realização pois uma legenda uniforme significa uma enorme quantidade de símbolos e cores, necessárias para englobarem as mais variadas formas, de diferentes dimensões, idades e origens, em todo o mundo.

Demek (1982) aponta que, a partir de 1970, avanços no desenvolvimento da Geomorfologia contribuíram substancialmente para o reconhecimento da importância prática e teórica da cartografia geomorfológica. Existe uma melhor compreensão acerca das forças endógenas e exógenas, devido a novas teorias da tectônica global e ao desenvolvimento de métodos de investigação da Terra, a partir do espaço. Uma nova ênfase em “geomorfologia ambiental” tem resultado em um melhor entendimento do papel do relevo da superfície para a vida e as atividades humanas. Novos métodos de investigação, em especial no que diz respeito às fotografias aéreas, imagens por satélite, e imagens de radar, juntamente com o desenvolvimento da informática, têm contribuído para o desenvolvimento da cartografia geomorfológica (HAYDEN, 1986).

#### **4. APLICAÇÕES DOS MAPAS GEOMORFOLÓGICOS**

Os mapas geomorfológicos, suas utilidades e aplicações, evidentemente estão no bojo do entendimento de que são produtos decorrentes de um processo de pesquisa, que culmina com a representação analítico-sintética dos elementos e fatos pesquisados e, portanto, um documento concreto que procura representar as abstrações componentes da

natureza através da representação codificada. É um documento, que depois de concluído e publicado, vira verdade, e como tal, um instrumento de utilidades diversas para o bem, para o mal, para o certo, para o errado, para ajudar, para atrapalhar, para confundir, para esclarecer, enfim para todos os propósitos que se fizerem pertinentes, e que as habilidades humanas consigam aplicar. Deste modo, desde já está esclarecido que o mapa geomorfológico como qualquer outro mapa, é um instrumento de multiuso, ou multiplicação, cujo espectro total destes usos, escapa do domínio de seus criadores.

Os produtos cartográficos de conteúdo geomorfológico se inserem no contexto da Geografia Aplicada e mais especificamente da Geomorfologia Aplicada, no âmbito daquilo que Gerasimov (1968) denominou de “Geografia Construtivista, como sendo aquela que oferece a base teórica e as recomendações práticas para a transformação humana do meio ambiente em benefício da sociedade”. Nesta direção, Gerasimov (1984), ressalta que “a geografia construtiva tem sido utilizada para uma variedade de estudos da transformação planejada do ambiente natural para permitir o uso efetivo dos recursos naturais”. Convergindo com essa concepção, Clark (1978) define que “o objetivo da geomorfologia aplicada não é prevenir ou reduzir o desenvolvimento ou o uso dos recursos, mas em vez disto, otimizar aquele uso, reduzindo tanto os custos quanto os impactos”. No campo da Geomorfologia Ambiental, Coates (1971) afirma que “o objetivo dos estudos ambientais geomórficos é minimizar as distorções topográficas e entender os processos interrelacionados necessários à restauração e a manutenção do equilíbrio natural”. Ainda, Coates (1980), ressalta a importância das pesquisas aplicadas direcionadas para as questões inerentes aos impactos ambientais produzidos pelas atividades humanas (GREGORY, 1992).

Como enfatiza Klimaszewski (1982), um mapa geomorfológico de detalhe tem utilidade para diversos setores da economia pois a configuração da superfície da terra é importante para a agricultura, assentamentos populacionais, vias de comunicação, engenharia hidráulica, turismo, recreação e para o manejo dos recursos naturais. O autor afirma que a utilização de mapas geomorfológicos de detalhe por várias instituições econômicas e de planejamento na França, Polônia, URSS (Rússia), entre outros, demonstra que tais produtos cartográficos, além de apresentarem valor científico e teórico, também tem valor prático.

Os mapas geomorfológicos são de grande utilidade, sobretudo no âmbito das questões ambientais, onde as análises geomorfológicas prescindem dos mapeamentos e estes servem juntamente com outras disciplinas e outros mapas para definir zoneamentos ambientais e suas diretrizes, dentro de um contexto de planejamento ambiental de espectro geográfico, ou seja, espacializado em um determinado território (ROSS, 1990).

Conforme aponta Gregory (1992), ao analisar a expansão dos estudos aplicados, Jones (1983) assinala o crescimento da Geomorfologia Aplicada como o desenvolvimento que poderá ter maior significado futuro para a Geografia Física, embora considere que os espectros de atuação da Geografia Física abrangem cinco categorias de trabalho potencialmente úteis, quais sejam:

1. Avaliação dos impactos dos acasos naturais para influenciar a política ambiental;
2. O balanço ambiental, que abrange a avaliação das mudanças nos Sistemas Ambientais Naturais para avaliar a necessidade em estabelecer novas práticas;
3. Avaliação dos recursos;
4. Avaliação de impactos relacionados as mudanças futuras previsíveis, considerando as interações homem-meio ambiente; e,
5. Revisões de predições anteriores e do sucesso de políticas e projetos implementados.

Assim sendo, pode-se completar com a posição de Chandler (1970) *apud* Gregory (1992), ao ressaltar que “a humanidade deve aprender a fazer o melhor uso do meio ambiente, conservando sua forma principal e lançando mão da modificação deliberada, somente onde os benefícios sejam claros e os efeitos negativos mostrem-se desprezíveis”.

De acordo com o AppGeMa<sup>1</sup> (Grupo de trabalho sobre Cartografia Geomorfológica do IAG – *International Association of Geomorphologists*) os mapas geomorfológicos são de grande utilidade para muitos outros profissionais que lidam com a paisagem e o relevo, tais como engenheiros, planejadores urbanos, agrônomos e conservacionistas, pois a crescente pressão humana no ambiente, têm tornado premente a necessidade de uma melhor compreensão e melhor planejamento da paisagem nos países desenvolvidos e, principalmente, nos países emergentes.

Assim, os mapas geomorfológicos podem considerados também como um ponto de encontro, em que geomorfólogos, geólogos e outros profissionais podem partilhar seus diferentes conhecimentos sobre os territórios e, em conjunto, planejar o uso sustentável do meio ambiente.

Tricart (1969) sustenta que diagnósticos geomorfológicos devem constituir um dos elementos fundamentais na elaboração de projetos de desenvolvimento. Os diagnósticos e mapas geomorfológicos oferecem importantes subsídios à gestão territorial, particularmente na fase de planejamento. Cook & Doornkamp (1974) indicam que mapas geomorfológicos são de grande utilidade nos levantamentos iniciais de campo e nas fases de diagnósticos ambientais, além de constituírem-se em base essencial para a elaboração de vários mapas específicos (mapas de risco, mapas de estabilidade geomorfológica, entre outros), úteis em várias fases de gerenciamento ambiental (MOROZ-CACCIA GOUVEIA *et al.*, 2016).

De acordo com Hayden (1986), na década de 80, levantamentos e mapeamentos geomorfológicos, passaram a ser considerados em projetos de engenharia ambiental, tais como planejamento e construções de rodovias. Brunsden *et al.*, (1975) afirmam que projetos de rodovias, por exemplo, devem contar com informações geomorfológicas e não apenas geológicas, pois tanto a forma da superfície quanto o padrão espacial de processos geomorfológicos influenciam a escolha de uma rota. Os autores apontam a utilização de diferentes tipos de mapas geomorfológicos em diferentes fases de

---

<sup>1</sup> <http://www.geomorph.org/wg/wgagm.html> (consultado em julho/2008).

planejamento e construção. Por exemplo, os mapas de pequena escala podem fornecer a análise regional de uma área, sendo valiosos na fase inicial de avaliação de viabilidade, enquanto os mapas de escalas maiores são valiosos para as questões da investigação local e podem ajudar a prever comportamentos durante e depois de construção (MOROZ-CACCIA GOUVEIA, 2010).

## **5. MAPEAMENTOS GEOMORFOLÓGICOS NO BRASIL**

As primeiras pesquisas geomorfológicas, baseadas em mapeamento geomorfológico no Brasil são do início da década de setenta, por influência de Tricart (1965). Na I Conferência Nacional de Geografia e Cartografia, Ab'Saber (1968) e Moreira (1968), lançaram as bases de como deveriam ser os mapas geomorfológicos no Brasil, qual seja: 1) devem conter a base geológica; 2) delimitação e descrição precisa das formas de relevo; 3) fixação das altimetrias; 4) representação dos domínios morfoclimáticos e morfoestruturais; 5) representação da evolução e da dinâmica geomorfológica atual; e, 6) representação das formações superficiais.

No âmbito do Instituto de Geografia e do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, foram desenvolvidos vários mapeamentos em escala de semidetalhe, produzidos por pesquisadores como May C. Modenesi (1969), Paulo Nakashima (1973), Olga Cruz (1974), Lylian Coltrinari (1975), Augusto Humberto Vairo Titarelli (1975), Rosely Pacheco Dias Ferreira (1978), José Pereira de Queiroz Neto (1978a e 1978b), Adilson Avansi de Abreu (1984), entre outros, sendo alguns publicados em escalas 1:50.000 e 1:100.000, através do Instituto de Geografia da USP. Esses documentos cartográficos do relevo, seguindo a metodologia de Tricart (1965), tem como preocupação representar através de símbolos coloridos, as formas, as gêneses e as idades do relevo. Tomam como suporte a base topográfica, onde estão representadas as curvas de nível, enquanto que os símbolos coloridos representam a base litológica, as idades são indicadas através de letras símbolos em preto, e as formas de processos atuais e pretéritos são também marcadas através de símbolos lineares ou pontuais de diversas cores em função de suas gêneses e de certa forma idades relativas.

Na mesma época, iniciou-se o mapeamento sistemático do território brasileiro pelo Projeto Radambrasil (DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral/MME-Ministério de Minas e Energia) na escala de 1:250.000, que introduziu o uso das imagens de radar para mapeamentos, implementando um arrojado trabalho de levantamento e mapeamento dos recursos naturais, que envolveu a cartografia temática de geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e análise climática regional, além de estudos de uso potencial das terras para fins agropecuários, madeireiro, mineral e de aproveitamento hidrelétrico (ROSS, 2001 e 2002). Esse projeto, que se estendeu de 1971 a 1985, promoveu o mapeamento de todo território brasileiro, publicando-os na escala 1:1.000.000. Foi, portanto, esse projeto, que consolidou no Brasil a cartografia

geomorfológica, com o suporte teórico, metodológico e técnico dos pesquisadores das universidades brasileiras e pode-se afirmar que o referido projeto foi um marco definitivo no processo de mapeamento sistemático temático aplicado para o levantamento dos recursos naturais, podendo-se estabelecer claramente um divisor entre o antes e o depois do Projeto Radambrasil. O país passou a dispor a partir de 1985, com a finalização do projeto, de um volumoso acervo de dados dispostos em relatórios técnicos e mapas publicados em cores, que até os dias atuais continuam sendo largamente utilizados, pois são disponibilizados gratuitamente em praticamente todas as grandes bibliotecas de faculdades e institutos de geociências das universidades públicas do país, bem como no acervo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Os mapas geomorfológicos, produzidos na escala 1:250.000 e publicados em 1:1.000.000, ao longo dos 15 anos de execução do Projeto Radambrasil, foram passando por melhorias de caráter metodológico, o que implicou na utilização de quatro diferentes metodologias. Como as concepções metodológicas desenvolvidas nos países europeus e mesmo através das normatizações da UGI, sempre se reportam à cartografia geomorfológica de detalhe, a primeira grande dificuldade fora justamente adotar uma metodologia para ser aplicada em mapeamento sistemático na escala 1:250.000, utilizando-se na época um instrumento novo na área do sensoriamento remoto, que no caso eram as imagens de radar (ROSS, 2001). Encontrar esse caminho metodológico, e treinar as equipes técnicas foi o primeiro passo para um longo trabalho de mapeamento nacional, iniciado justamente na região menos provida de informações, a Amazônia (ROSS, 2001 e 2002).

Conforme ressaltam Barbosa *et al.*, (1984), idealizadores das quatro versões metodológicas aplicadas nos mapeamentos geomorfológicos do projeto, na primeira versão, seguiu-se os princípios estabelecidos por Ab'Saber (1968) e Moreira (1968), expressas na legenda do mapa (Quadro 3).

**Quadro 3.** Estrutura da legenda da Primeira Versão Metodológica (Fonte: Barbosa *et al.*, 1984).

<b>FORMAS DE RELEVO</b>	ESTRUTURAIS (S)	Superfície Tabular –Sestb
	EROSIVAS (E)	Superfície Tabular Erosiva –Estb Superfície Pediplanada – Espp Inselberg –Ei Inselberg (Grupamento) – Egi
	ACUMULAÇÃO (A)	Planície Fluvial Apf Terraço Fluvial – atf Planície Fluvial Inundável – Apfi Planície Fluvial Alagada – Apfa Planície Fluvial colmatada – Apfc Planície Fluvial e Baixo Terraço – Apft Planície fluviolacustre – Apfl Planície Fluviomarinha – Apfm Planície Fluvimarinha com Rios e Mangues – Apfmg Planície fluvial Colmatada por Diques marginais – Apfd Áreas Parcialmente Inundáveis – Aai
	DISSECAÇÃO (D)	Dissecado em Ravinas – dr Dissecado em Cristas – dk Dissecado em Mesas- dm Dissecado em Colinas-dc Dissecado em Interflúvios Tabulares-dit e Associações

A segunda versão da metodologia, aplicada para a Amazônia Ocidental, sofreu modificações no modo de representar os padrões de formas, mantendo-se a estrutura de legenda para as categorias genéticas. Para o caso específico das categorias genéticas de Dissecação, introduziu-se uma melhoria significativa ao acrescentar-se um conjunto numérico que indica o Índice de Dissecação do Relevo, baseado em uma matriz onde a dimensão interfluvial média corresponde à coluna horizontal e o entalhamento dos canais de drenagem corresponde à coluna vertical, conforme Quadro 4.

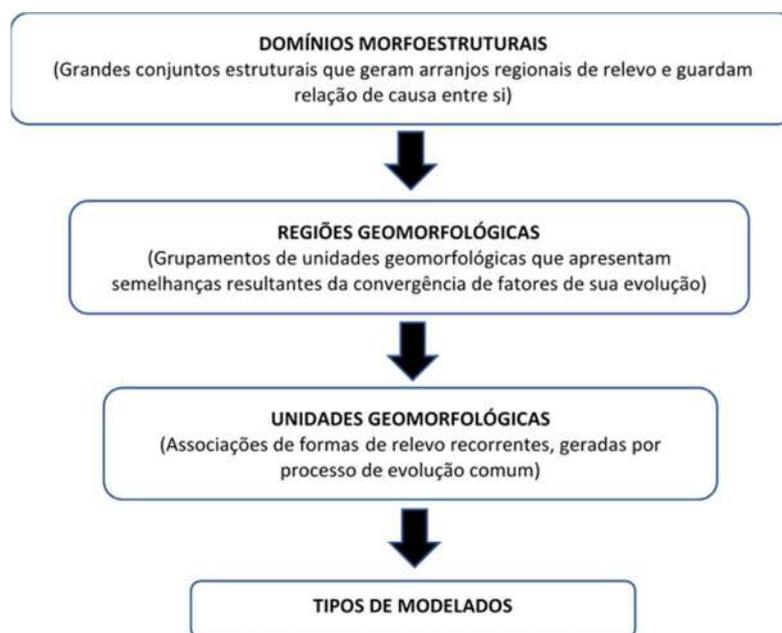
**Quadro 4.** Índice de Dissecação do Relevo (Fonte: Barbosa *et al.*, 1984).

		DIMENSÃO INTERFLUVIAL MÉDIA				
		≤ 250 metros	>250 - ≤750 metros	>750 - ≤1.750 metros	>1.750 - ≤3.750 metros	>3.750 - ≤12.750 metros
ENTALHAMENTO DOS CANAIS	MUITO FRACA	11	21	31	41	51
	FRACA	12	22	32	42	52
	MEDIANA	13	23	33	43	53
	FORTE	14	24	34	44	54
	MUITO FORTE	15	25	35	45	55

A terceira versão metodológica foi aplicada para a região Centro-Oeste do país, onde a modificação mais significativa foi a introdução da representação explícita das Unidades Geomorfológicas a partir de famílias de cores e seus tons, fato que até então era apresentado em forma de figura de ilustração no interior do relatório. Assim, os mapas passaram a fornecer uma melhor visualização/identificação das macro-compartimentações do relevo regional.

A quarta e última versão metodológica dos mapeamentos geomorfológicos do Projeto Radambrasil foi aplicada para as regiões sul, sudeste e sul da região Nordeste. Nesta versão, aparece pela primeira vez a noção de taxonomia, onde o relevo é representado em três grandes categorias genético-espaciais, quais sejam os Domínios Morfoestruturais, Regiões Geomorfológicas e Unidades Geomorfológicas. Os Domínios Morfoestruturais, equivalente ao primeiro táxon, correspondem aos grandes conjuntos estruturais que geram arranjos regionais de relevo e que guardam relação de gênese entre si. As Regiões Geomorfológicas, representando o segundo táxon, correspondem aos agrupamentos de unidades geomorfológicas, que guardam entre si relativo grau de similaridade morfológica e genética. Já as Unidades Geomorfológicas, correspondendo ao terceiro táxon se compõem por associações de formas de relevo recorrentes, geradas por processos de evolução comum, porém com pequenas diferenciações espaciais. Introduziu-se na representação dos tipos de modelados, o quarto táxon, organizados em categorias genéticas, como modelados de aplanamento, de dissolução, acumulação e dissecação. Para os modelados de dissecação, adotou-se cálculos de densidade de drenagem associado aos entalhamentos dos canais, definindo-se densidade fina, média e grosseira, e os aprofundamentos dos canais como fraco, médio e forte. As pequenas formas de relevo, correspondendo ao quinto táxon são representados por símbolos lineares ou pontuais. A Figura 1 ilustra a estrutura de legenda dessa última versão metodológica adotada pelo projeto no mapeamento geomorfológico. Esta versão, no

âmbito do entendimento morfogenético, mostra-se mais rica, pois na realidade é uma evolução em relação à proposta de Tricart (1965) de aplicar em mapeamento de escala média/pequena os níveis taxonômicos.



**Figura 1** – Estrutura de legenda da quarta fase metodológica com ordenamento taxonômico (Adaptado de Barbosa *et al.*, 1984).

Posteriormente, o IBGE por ter herdado o acervo, a tecnologia e parcialmente os pesquisadores do Projeto Radambrasil, desenvolveu um manual de mapeamento geomorfológico, que pode ser considerado como a versão oficial das diretrizes de mapeamento do relevo para o território brasileiro. Essa metodologia, adaptada da quarta versão metodológica do Projeto Radambrasil, foi apresentada pelo IBGE em 1995, através de sua Diretoria de Geociências, sob a denominação de Manual Técnico de Geomorfologia, elaborado por Nunes *et al.*, (1995) (ROSS, 2001 e 2002).

Ross (2001 e 2002) relata que após a experiência vivenciada do Projeto Radambrasil, foram realizados diversos experimentos de mapeamentos geomorfológicos em diferentes escalas no Laboratório de Geomorfologia do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Utilizando-se imagens de radar em escalas 1:100.000, 1:250.000 e fotografias aéreas de escalas diversas e introduzindo-se as experiências adquiridas nos trabalhos do Projeto Radambrasil, buscando o aprimoramento técnico e melhoria metodológica, passou-se a desenvolver a partir de 1983 uma grande quantidade de ensaios de mapeamento geomorfológicos, tomando-se como referencial técnico as experiências pessoais adquiridas no período 1977-1982, somadas à aquisição progressiva de novos conhecimentos teórico-metodológicos introduzidos por Abreu (1982), sintetizados em sua tese de livre docência denominada “Análise Geomorfológica: Reflexão e Aplicação - Uma Contribuição ao Conhecimento das Formas do Relevo do Planalto de Diamantina - MG”.

Os ensaios e experimentos estiveram sempre apoiados na concepção desenvolvida por Walter Penck (1924/1953) e em geomorfólogos do leste europeu sobretudo da ex-URSS como Gerasimov & Mescerjakov (1968), Basenina & Trescov (1972) entre outros, que desenvolveram metodologias de mapeamento geomorfológico. Nessa direção, como produtos de exemplificação, apresentou-se em 1986 no II Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada, realizado em Diamantina - MG, uma nova proposta metodológica de mapeamento e representação gráfica abrangendo a região norte da Bacia do Alto Paraguai, que corresponde à parte da Folha SD-21 - Cuiabá, cuja legenda posteriormente foi publicada em Ross (1990), no livro “Geomorfologia, Ambiente e Planejamento”.

Desenvolveu-se outros trabalhos em escalas maiores, como 1:25.000, utilizando-se fotografias aéreas. Nestes casos, trabalhou-se com várias áreas nos Estado de São Paulo, destacando-se entre elas a Ilha de Santo Amaro (Guarujá-SP), cuja legenda também foi publicada em Ross (1990).

### **5.1 Proposta de taxonomia do relevo**

Os vários ensaios que resultaram em produtos cartográficos de conteúdo geomorfológico, a que se pode denominar de Mapas Geomorfológicos, possibilitaram estabelecer e consolidar uma abordagem metodológica por nós desenvolvida, que fora por fim publicada em Ross (1992), no artigo “O Registro Cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo”, tendo como suporte teórico e procedimentos técnicos supracitados.

Nesse artigo, Ross (1992) esclarece que tendo como princípio teórico os processos endógenos e exógenos como geradores das formas do relevo terrestre, Gerasimov (1946) e Mescerjakov (1968) desenvolveram os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura. Assim, todo relevo terrestre pertence a uma determinada estrutura que o sustenta, e mostra um aspecto escultural que é decorrente da ação do tipo climático atual e pretérito que atuou e atua nessa estrutura. Dentro desta concepção, os domínios ou zonas morfoclimáticas atuais não são obrigatoriamente coincidentes com as unidades morfoesculturais identificáveis na superfície terrestre. Isto se deve a dois motivos: primeiro porque as unidades morfoesculturais não são produto somente da ação climática atual, mas também dos climas do passado; segundo porque as unidades morfoesculturais refletem a influência da diversidade de resistência da litologia, e seu respectivo arranjo estrutural, sobre a qual foi esculpida. Deste modo, em uma determinada unidade morfoestrutural pode-se ter uma ou mais unidades morfoesculturais, que refletem as diversidades litológicas da estrutura e os tipos climáticos que atuaram no passado e os que atuam no presente.

Como exemplo, Ross (1992) cita a morfoestrutura (primeiro táxon) de uma bacia sedimentar, como a Bacia Sedimentar do Paraná, na qual encontram-se várias unidades morfoesculturais (segundo táxon), geradas pela ação climática ao longo do tempo

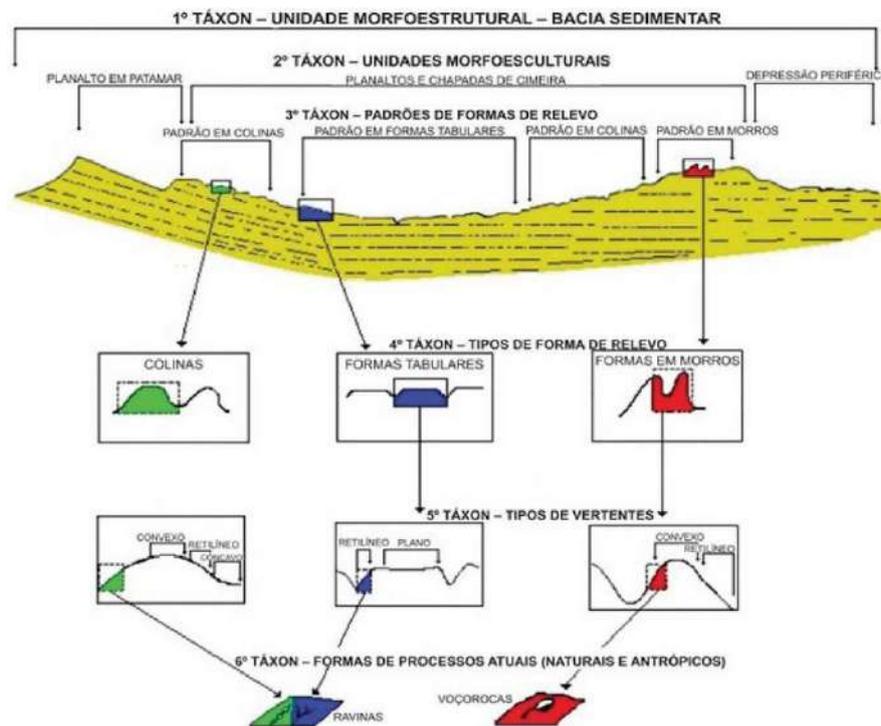
geológico. Assim, em uma única unidade morfoestrutural, pode-se ter várias unidades morfoesculturais como por exemplo depressões periféricas, depressões monoclinais, planaltos em patamares intermediários, planaltos e chapadas de superfícies de cimeira, planalto residuais, entre outros. Todas essas unidades morfoesculturais podem pertencer a uma mesma zona ou domínio morfoclimático atual. Daí fica claro que as unidades morfoesculturais identificadas nesta morfoestrutura (Bacia Sedimentar do Paraná), não tem relação genética em sua totalidade com as características climáticas atuais.

Entretanto, Ross (1992) afirma que ao identificar e analisar elementos de um terceiro táxon (de dimensão inferior), chega-se às Unidades dos Padrões de Formas Semelhantes do Relevo ou os Padrões de Tipos de Relevo, onde os processos morfoclimáticos atuais começam a ser mais facilmente notados. Estes Padrões de Formas Semelhantes são conjuntos de formas menores do relevo, que apresentam aparências distintas entre si, em função da rugosidade topográfica ou índice de dissecação do relevo, bem como do formato dos topos, vertentes e vales de cada padrão existente. Pode-se ter várias Unidades de Padrões de Formas Semelhantes em cada Unidade Morfoescultural. Avançando no raciocínio dos níveis ou táxons do relevo terrestre, chega-se a pelo menos outros três táxons de dimensões espaciais menores: as Formas de Relevo (morros, colinas, chapadas, tabuleiros, planícies), os Tipos de Vertentes (côncavas, convexas, retilíneas, planas) e as formas atuais (ravinas, voçorocas e cicatrizes de deslizamentos, terracetes de pisoteio, entre outros).

A partir do quinto táxon, os processos erosivos ou de esculturação operantes no presente se manifestam de forma mais evidente. Portanto, é neste táxon que o homem pode melhor perceber e atuar junto aos processos morfogenéticos, pois a vertente é o resultado da morfogênese ou morfodinâmica viva, presente, atual. É ao nível da vertente que se confunde o estudo da dinâmica do relevo e os problemas relativos à erosão de solos, que na verdade fazem parte de uma mesma realidade.

Ross (1992) destaca que a erosão que degrada os solos, ao mesmo tempo esculpe o relevo, criando pequenas formas como sulcos, ravinas, voçorocas, cicatrizes de deslizamentos (elementos do sexto táxon), que se desenvolvem ao longo das vertentes por ação das águas pluviais. Essas formas, quando induzidas pela interferência da ação humana no ambiente natural, geram desequilíbrio, tornando o ambiente instável do ponto de vista morfodinâmico. Pequenos depósitos aluvionares na base das vertentes, bancos de assoreamento nos leitos fluviais, também se enquadram no sexto táxon. A Figura 2 ilustra a proposição taxonômica.

Ross (1992) ressalta que esta proposta taxonômica se apoia fundamentalmente no aspecto fisionômico e têm por base a gênese e a idade destas. Deste modo, pode-se afirmar que, quanto maior a dimensão da forma maior é a sua idade e quanto menor a dimensão, menor idade. Não se pode, entretanto, estabelecer com rigidez o tamanho das formas, propondo-se por exemplo, intervalos de dimensões de áreas em km<sup>2</sup> para cada nível taxonômico.



**Figura 2.** Unidades taxonômicas de classificação do relevo (Fonte: Ross, 1992).

Segundo Ross (1992) esta proposta tem a preocupação de resolver um antigo problema não solucionado pelas propostas de classificação dos fatos geomorfológicos de Cailleux-Tricart (1956) e o esquema geral de classificação do relevo da terra de Mescerjakov (1968), que não conseguiram definir a relação de suas propostas com a cartografia das formas do relevo identificadas ao se executar o mapeamento geomorfológico. O que ambas as classificações têm de positivo é que procuram mostrar que existem diferentes ordens de grandeza das formas do relevo e que estas grandezas têm relação com a idade das formas e com os tipos de processos atuantes. A classificação proposta por Ross (1992) é calcada fundamentalmente no aspecto fisionômico que cada tamanho de forma de relevo apresenta, não interessando a extensão da área, mas sim o significado morfogênético e as influências estruturais e esculturais no modelado, conforme mostra o Quadro 5.

Ross (1992) afirma que a cartografia geomorfológica também deve seguir os pressupostos da metodologia, obedecendo os níveis taxonômicos. Nesse sentido, o autor (*op cit*) propõe formas de representação para cada nível taxonômico. Assim, o primeiro táxon que representa as morfoestruturas recebe uma cor, e o segundo táxon, representados pelas unidades morfoesculturais recebem tonalidades da cor definida para a morfoestrutura. O terceiro táxon representa as Unidades Morfológicas ou dos Padrões de formas Semelhantes, que estão contidas nas Unidades Morfoesculturais. Estes, individualizados por polígonos, recebem códigos alfa-numéricos. Os padrões de formas podem ser de duas linhagens genéticas: as chamadas formas de acumulação, que correspondem a planícies de diferentes gêneses (marinha, fluvial, lacustre); e, as formas

de denudação, ou seja, esculpidas pelo desgaste erosivo, como morros, colinas, serras, formas aplanadas, entre outras.

As formas Agradacionais ou de Acumulação recebem a primeira letra maiúscula A (de agradacional) acompanhadas de outras duas letras minúsculas que determinam a gênese e processo de geração da forma de agradação, por exemplo Apf (A de agradação ou acumulação; p de planície e f de fluvial). Outras formas de agradação possíveis são as planícies marinhas (Apm), planícies lacustres (Apl), áreas planas de inundação por dificuldade de escoamento (Api) e as de gêneses mistas. As formas de Agradação não recebem os algarismos arábicos, pois estas não apresentam dissecação por erosão.

As formas Denudacionais recebem a primeira letra maiúscula D (de denudacional) acompanhadas de uma letra minúscula que determina a forma dos topos como Dc (Denudacional com topo convexo), Dt (Denudacional com topo tabular), Da (Denudacional com topo aguçado), por exemplo. Além das letras, as formas denudacionais recebem ainda algarismos arábicos, que representam dados morfométricos, que podem ser de diferentes tipos. Entre estes estão a densidade de drenagem, as declividades médias das vertentes, densidade de crênulas e ou da matriz dos índices de dissecação do relevo. Este último contempla as informações da dimensão interfluvial média, nas colunas horizontais e entalhamento médio dos vales nas colunas verticais, conforme o Quadro 6. Observa-se que para escalas médias e pequenas (1:250.000, 1:100.000), face a dificuldade de se estabelecer as classes de densidade de drenagem, utiliza-se a dimensão interfluvial média, cujos valores são inversamente proporcionais, ou seja, quanto maior a densidade de drenagem, menor a dimensão interfluvial média. Quanto ao índice de dissecação, o menor valor numérico é a dissecação mais fraca, ou seja 11 e o maior valor numérico é a dissecação mais forte, ou seja, 55.

O quarto táxon é representado pelas formas individualizadas e neste caso, é indicada no conjunto. Deste modo, Unidade Morfológica ou de Padrão de Formas Semelhantes tipo Dc33 constitui-se por formas de topos arredondados ou convexos e vales medianamente entalhados que individualmente se caracterizam por colinas. Assim, a forma individualizada é uma colina de topo convexo com determinadas características de tamanho, inclinação das vertentes e gerada por erosão de ambiente climático quente e úmido.

O quinto táxon refere-se às partes das formas do relevo, ou seja, das vertentes. Este táxon só pode ser representado cartograficamente quando se trabalha com fotografias aéreas em escalas grandes ou de detalhes como 1:25.000, 1:10.000, 1:5.000. Nestes casos, as vertentes são identificadas por seus diversos setores, que indicam determinadas características genéticas. Assim, os setores de vertentes podem ser tipo escarpa (Ve), convexa (Vc), retilíneas (Vr), côncava (Vcc), em patamares planos (Vpp), em patamares inclinados (Vpi), topos convexos (Tc), topos planos (Tp) entre outras que podem ser encontradas. Para mapeamentos em escalas médias tipo 1:50.000, 1:100.000 e 1:250.000 as vertentes não podem ser representadas de modo especializado.

Quadro 5. Quadro simplificado da classificação do relevo (Fonte: Elaborado por Ross, 1992).

		1° TAXON Unidades Morfoestruturais	2° TAXON Unidades Morfoesculturais	3° TAXON Padrões de Formas Semelhantes
Exemplo A	Modelado	Estruturas Dobradas metamorfizadas ou não, configuradas em cinturões orogênicos	Planaltos e serras alongadas, depressões anticlinais e sinclinais e serras residuais	Padrões de formas em cristas, morros e serras
	Gênese	Dobramentos gerados a partir de bacias geossinclinais por movimentação crustal	Esculturação por ciclos erosivos que abriram depressões, aplanaram topos e deixaram formas residuais altas	Processos esculturais por dissecação
	Cronologia	Diferentes idades. Dobramentos do Pré-Cambriano, Paleo-Mesozóico e Cenozóico	Idades diversas com testemunhos Pré-Cenozóicos nos topos planos e altos e nas superfícies de erosão	Idades-fases alternadas secas, úmidas com incisão dos talwegues no Pleistoceno/Holoceno
Exemplo B	Modelado	Plataforma ou crátons com ou sem cobertura sedimentar e ocorrência de intrusões – superfícies aplanadas antigas e relevos residuais	Depressões marginais às bacias sedimentares – serras e planaltos residuais de cobertura de plataforma e planaltos em áreas de intrusões e vulcanismo antigo.	Padrões de formas em colinas baixas com vales pouco entalhado nas depressões, morros altos muito dissecados nos planaltos
	Gênese	Estruturas complexas que sofreram fases de metamorfismo, magmatismo e ciclos erosivos	Esculturação das depressões marginais por exumação através de eversão, geração concomitante dos planaltos residuais	Processos esculturais por dissecação generalizada
	Cronologia	Idades diversas no pré-Cambriano médio e inferior	Idades – Depressões abertas no Cenozóico exumando superfícies aplanadas antigas (Pré-Cambriano)	Incisão de talvegue no Pleistoceno-Holoceno
Exemplo C	Modelado	Bacias sedimentares amplas com estruturas horizontais ou pouco inclinadas	Depressões periféricas, depressões embutidas, planaltos em patamares, chapadas em bordas de bacias, planaltos residuais	Padrões de formas em colinas de topos convexos e colinas amplas de topos planos com vales de entalhamento variado
	Gênese	Formadas por longas fases de sedimentação marinha e continental	Processos erosivos circundenudacionais desencadeados a partir de epirogênese pós-Cretáceo por fases climáticas alternadas secas/úmidas em áreas tropicais	Processos esculturais por dissecação generalizada
	Cronologia	Diferentes idades – ao longo do Fanerozóico (Paleozóico, Mesozóico e Cenozóico)	Idades – abertura das depressões ao longo do Cenozóico sobretudo no Neógeno ressaltando os planaltos nas bordas das bacias	Incisão dos vales no Pleistoceno/Holoceno
		4° TAXON Formas Individualizadas	5° TAXON Tipos de vertentes	6° TAXON (Formas lineares ou areolares recentes)
Exemplo A	Modelado	Cristas monoclinais de bordas de anticlinais e abas de sinclinais; morros isolados ou não no interior das depressões anticlinais	Tipos de vertentes de todos os padrões de forma: 1) Modelado dos setores de vertente: a) plano, b) convexo, c) côncavo, d) retilíneo, e) patamares planos, f) patamares em rampa, g) patamares convexos e h) escarpas 2) Gênese: - Setores planos, patamares planos: tendência à infiltração d'água, espessamento do solo e fraca ação mecânica da água. Prevalece a ação química e erosão laminar. - Setores convexos, retilíneos, patamares em rampas: tendência a menor infiltração e ao escoamento difuso, passando a concentrado na base, tendência à erosão laminar nos trechos altos e concentrada nos trechos de baixa vertente - Setor côncavo: tendência a escoamento concentrado, erosão mecânica com sulcos, ravinas e voçorocas. - Setor escarpado: tendência a deslizamentos e desmoronamentos	Estes tipos de formas ocorrem em todos os tipos de vertentes:  1) Modelados: ravinas, voçoroca, cicatrizes de deslizamentos  2) Gênese: ação antrópica Ravinas: preferencialmente nas vertentes retilíneas e convexas Voçoroca: preferencialmente nas vertentes retilíneas, patamares, vertentes côncavas. Cicatrizes de deslizamentos: nas vertentes escarpadas e retilíneas. Secundariamente nas convexas, dependendo da intensidade e volume de chuvas  3) Idades: processos erosivos atuais, associados à inadequação dos manejos e usos dos recursos naturais.
	Gênese	Dissecação generalizada com desgaste das vertentes		
	Cronologia	Pleistoceno/Holoceno		
Exemplo B	Modelado	Colinas com diferentes tamanhos		
	Gênese	Dissecação com desgaste das vertentes		
	Cronologia	Pleistoceno/Holoceno		
Exemplo C	Modelado	Colinas de topos convexos e colinas de topos planos e amplos		
	Gênese	Dissecação com desgaste das vertentes através de entalhamento dos vales		
	Cronologia	Pleistoceno/Holoceno		

**Quadro 6.** Matriz dos Índices de Dissecação do Relevo (Escala 1: 100.000) (Fonte: Modificada por ROSS (1992) a partir de Projeto Radambrasil, 1984).

		DIMENSÃO INTERFLUVIAL MÉDIA (Classes)				
		MUITO BAIXA (1) (> 1.500m)	BAIXA (2) (1.500 a 700m)	MÉDIA (3) (700 a 300m)	ALTA (4) (300 a 100m)	MUITO ALTA (5) (< 100m)
ENTALHAMENTO DOS VALES	MUITO FRACA (1) (< 10m)	11	12	13	14	15
	FRACA (2) (10 a 20 m)	21	22	23	24	25
	MÉDIO (3) (20 a 40 m)	31	32	33	34	35
	FORTE (4) (40 a 80 m)	41	42	43	44	45
	MUITO FORTE (5) (> 80 m)	51	52	53	54	55

O sexto táxon corresponde às pequenas formas de relevo que se desenvolvem por interferência antrópica ao longo das vertentes. São formas geradas pelos processos erosivos atuais. Nestes casos, destacam-se as ravinas, voçorocas, deslizamentos, corridas de lama, pequenos depósitos aluvionares de inundação antrópica, bancos de assoreamento, cortes, aterros entre outros. A representação cartográfica destas formas de relevo também só pode ser efetuada em escalas grandes, onde é possível cartografar detalhes dos fatos geomórficos identificados em fotografias aéreas ou no campo.

## 5.2 Mapeamento Regional: O Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo

A representação do relevo do Estado de São Paulo foi possível após um longo e exaustivo processo de ensaios cartográficos, desenvolvidos no Laboratório de Geomorfologia do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Esse produto foi publicado em parceria com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo (FAPESP) e sob a autoria de Ross & Moroz (1997).

O processo de aprimoramento da cartografia geomorfológica deu-se em duas frentes distintas, porém, interrelacionadas: uma na linha do aperfeiçoamento técnico, com o uso das imagens de radar como instrumento de apoio técnico; e outra a da maturação, no sentido de promover o desenvolvimento de metodologias de análise e representação cartográfica, tendo-se como suporte teórico as contribuições de Abreu (1993), Gerasimov & Mescerjakov (1968), Basenina & Trescov (1972) entre vários outros autores, introduzindo-se e aplicando-se os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura como suporte técnico, teórico, conceitual e metodológico para análise morfo genética.

A geração do mapa geomorfológico do Estado de São Paulo, teve desde início a preocupação de atingir alguns objetivos tais como os de natureza metodológica, o de treinamento de alunos estagiários do curso de Geografia da FFLCH-USP e de atender à comunidade científica com um produto em escala até então inexistente e compatível com

outros produtos temáticos como o Mapa Geológico do Estado de São Paulo IPT (1981), por exemplo.

Segundo Ross & Moroz (1997), a primeira subdivisão do relevo paulista foi elaborada por Moraes Rego (1932), que definiu grandes unidades fisiográficas como o Planalto Ocidental, Depressão Periférica, Vale do Paraíba, terras altas da região de São Paulo serras ao norte e oeste da capital e Serra do Mar. Deffontaines (1935), elaborou outra proposta de divisão geomorfológica regional onde distinguiu o Litoral, Alto da Serra, Vale do Médio Paraíba, região de Campos de Jordão, Mantiqueira, Serras Graníticas do norte, Zona Cristalina nos arredores da capital, Depressão Periférica Permiana e Zona dos arenitos e derrames basálticos do centro e oeste do estado. Mombeig (1949), como relator da Associação dos Geógrafos Brasileiros (Seção Regional de São Paulo), apresentou um relatório e uma figura, elaborados por um grupo de geógrafos, com uma nova divisão do relevo paulista. Manteve-se as três divisões fisiográficas maiores reconhecidas por Moraes Rego (1932) e Deffontaines (1935) - o Litoral, a Depressão Periférica e o Planalto Ocidental - e agrupou-se os relevos das áreas cristalinas sob a designação de Planalto Atlântico, como parte paulista de uma região fisiográfica mais ampla, que se estende aos Estados vizinhos. Ab'Saber (1956) reelaborou os trabalhos anteriores, fazendo uma caracterização das formas contidas nas principais unidades fisionômicas e adotando novamente a denominação Depressão Periférica, ao invés de Depressão Permiana. Dois anos mais tarde, Ab'Saber & Bernardes (1958) subdividiram o Planalto Atlântico e o Litoral em várias zonas morfológicas.

Almeida (1964), elaborou uma nova proposta de divisão geomorfológica do Estado de São Paulo, estabelecendo uma hierarquização em função das diferentes morfologias e embasamento geológico, dividindo o relevo do Estado de São Paulo em províncias, zonas e subzonas geomorfológicas. Nessa proposta, o autor inclui uma unidade até então não diferenciada nas propostas anteriores: a província Cuestas Basálticas.

A proposta de Almeida (1964) serviu como referencial básico para a elaboração do Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, elaborado pelo IPT em 1981, na escala 1:1.000.000. O Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981), constitui um marco fundamental para o estudo geomorfológico do estado, pois foi o primeiro trabalho de mapeamento sistemático realizado para todo o Estado. Segundo Ponçano *et al.*, (1981), o método de mapeamento de formas de relevo utilizado foi desenvolvido a partir da década de 40 pelo *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization* (CSIRO) da Austrália e baseia-se em distinguir, em uma dada região, áreas cujos atributos físicos sejam distintos das áreas adjacentes. Isto leva à subdivisão da região em áreas de dimensões variáveis desde dezenas até algumas centenas de km<sup>2</sup>, onde é comum existir um padrão recorrente de topografia, solos e vegetação. A isto se denominou Sistema de Relevo que se divide em partes menores que o constituem - Unidades de Relevo e estes dividem-se em Elementos do Relevo. Por outro lado, os Sistemas de Relevo são agrupados, formando unidades maiores como Subzonas, Zonas e Províncias, definidas de

acordo com as características genéticas, morfoestruturais e morfoclimáticas. Esse mapa (IPT,1981) foi elaborado a partir da interpretação e análise de imagens LANDSAT nas escalas 1:250.000 e 1:500.000, mosaicos semi-controlados de radar do Projeto RADAMBRASIL na escala 1:250.000 e com apoio de cartas topográficas nas escalas 1:50.000 e 1:100.000. A legenda contém a divisão geomorfológica do Estado em Províncias, Zonas e Subzonas que se referem a contribuição de Almeida (1964), e os Sistemas de Relevo que são representados através de um conjunto de três dígitos arábicos, cada qual com um significado (sistema, unidade e elemento do relevo).

A nova versão do Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, elaborado por Ross & Moroz (1997) seguiu a proposição taxonômica de Ross (1992), embora tenha sido aplicada parcialmente, em face da escala. Não se pode representar individualmente os três táxons inferiores (4º, 5º e 6º), que exigem escalas de representação de maior detalhe. Desse modo, o mapa apresenta apenas os três táxons superiores que indicam as macroformas do relevo do Estado de São Paulo, ou seja, as Unidades Morfoestruturais, as Unidades Morfoesculturais e os Tipos de Relevo ou Padrões de Formas Semelhantes. Em relação às bases utilizadas, o Mapa do Geomorfológico do Estado de São Paulo foi elaborado a partir da interpretação visual de imagens analógicas de radar (Mosaicos semicontrolados do Projeto Radambrasil), em escala 1:250.000 (ROSS & MOROZ, 1997).

Foram identificadas três Unidades Morfoestruturais: Cinturão Orogênico do Atlântico, Bacia Sedimentar do Paraná e Bacias Sedimentares Cenozóicas. Para efeito de representação gráfica, cada uma das Unidades Morfoestruturais foram representadas por uma cor específica, e as Unidades Morfoesculturais por tons dessas cores. Algumas Unidades Morfoesculturais foram subdivididas como é o caso do Planalto Atlântico, que em função de variações fisionômicas regionais, foi dividido em doze subunidades, face às suas características geotectônicas, litológicas e estruturais. Da mesma forma, o Planalto Ocidental Paulista foi dividido em seis subunidades e a Depressão Periférica Paulista, em três subunidades.

Os Padrões de Formas Semelhantes ou Tipos de Relevo (3º Táxon), foram delimitados por polígonos de acordo com a rugosidade topográfica e foram codificados por símbolos alfanuméricos como aqueles utilizados pelo Projeto Radambrasil para os mapeamentos da Região Centro-Oeste (terceira versão metodológica). Assim, as formas Denudacionais (D) são acompanhadas da informação do tipo de modelado dominante como convexo (c), tabular (t), aguçado (a), plano (p), compondo-se os conjuntos Da, Dc, Dt, Dp, e as formas de Acumulação (A), seguidas do tipo de gênese que as gerou, como fluvial (pf), marinha (pm), lacustre (pl), compondo-se conjuntos como Apf, Apm, Apl. As formas lineares como escarpas, por exemplo, receberam símbolos convencionais.

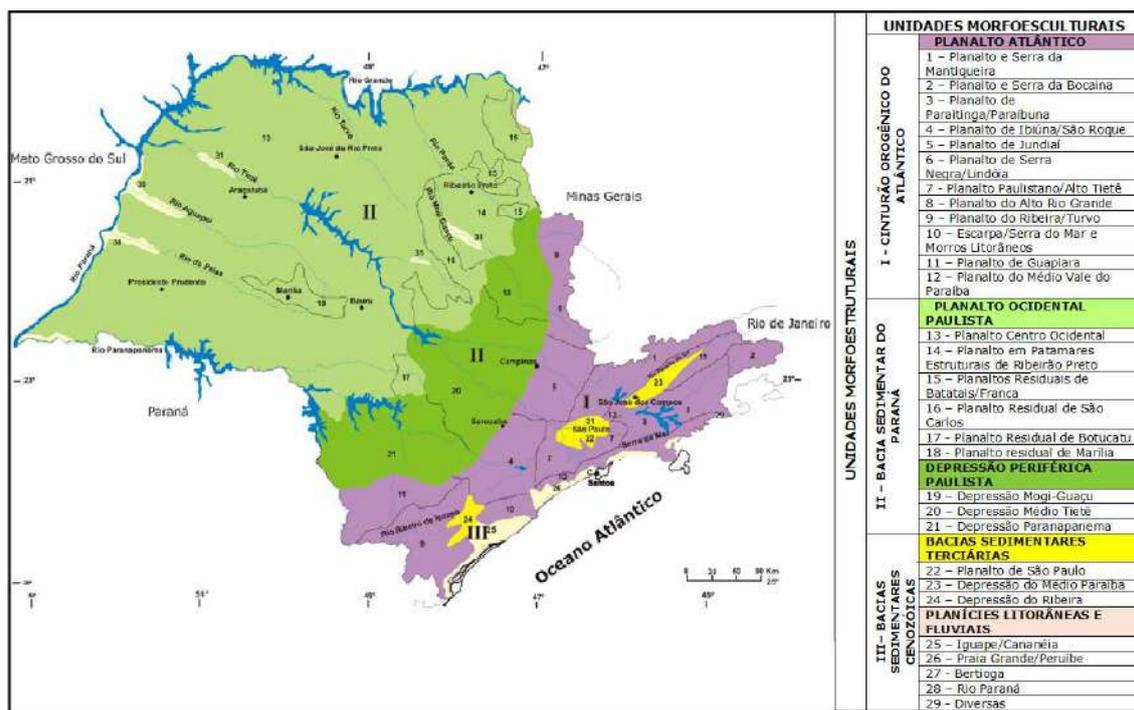
Os dígitos arábicos que acompanham os códigos de letras símbolos das formas Denudacionais, seguiu uma nova matriz para os Padrões de Dissecação Horizontal e Vertical do Relevo, aplicáveis para as escalas médias como 1:500.000, 1:250.000 e

1:100.000, onde o primeiro dígito (dezena) indica o entalhamento dos vales e o segundo dígito (unidade) indica a dimensão interfluvial média, conforme o Quadro 7.

**Quadro 7.** Matriz dos Índices de Dissecação do Relevo (Escala 1: 250.000) (Fonte: Modificada por Ross (1992) a partir de Projeto Radambrasil, 1984).

		DIMENSÃO INTERFLUVIAL MÉDIA (Classes)				
		MUITO GRANDE (1) (> 3.750m)	GRANDE (2) (1.750 a 3.750m)	MÉDIA (3) (750 a 1.750m)	PEQUENA (4) (250 a 750m)	MUITO PEQUENA (5) (< 250m)
ENTALHAMENTO DOS VALES (Classes)	MUITO FRACO (1) (< 20m)	11	12	13	14	15
	FRACO (2) (20 a 40 m)	21	22	23	24	25
	MÉDIO (3) (40 a 80 m)	31	32	33	34	35
	FORTE (4) (80 a 160 m)	41	42	43	44	45
	MUITO FORTE (5) (> 160 m)	51	52	53	54	55

Seguindo estas designações, construiu-se o mapa geomorfológico do Estado de São Paulo, na escala 1:250.000 com publicação reduzida para 1:500.000, conforme ilustra a Figura 3.



**Figura 3.** Mapa Geomorfológico do estado de São Paulo (simplificado) (Adaptado de Ross & Moroz, 1997).

A legenda original do mapa apresenta as unidades morfoestruturais, unidades morfoesculturais (e subunidades), os padrões de formas semelhantes ou tipos de relevo com as respectivas informações morfológicas e morfométricas (índice de dissecação do relevo, além das altimetrias e declividades predominantes) e informações sobre a litologia e solos dominantes, conforme Figura 4.

UNIDADES MORFOESCULTURAIS	FORMAS DE RELEVO			SOLOS DOMINANTES	LITOLOGIAS DOMINANTES	
	MODELADOS DOMINANTES	ALTIMETRIAS	DECLIVIDADES DOMINANTES			
<b>CINTURÃO OROGÊNICO DO ATLÂNTICO</b>  Altitudes predominantes entre 700 - 800 m  Altitudes predominantes entre 800 - 900 m  Altitudes predominantes acima de 900 m	1 - Planalto e Serra da Mantiqueira	Escarpas e morros altos Da25, Da32, Da34, Da43, Da44, Da51, Da52, Dc24	1.000 a 2.000m 700 a 1.000m	>30% 20 - 30%	Cambissolos litólicos e afloramentos rochosos	Granitos, gnaisses e migmatitos
	2 - Planalto e Serra da Bocaina	Morros altos e cristas Da33, Da42, Da43, Da52, Dc15, Dc25	1.000 a 2.000m	>30%	Cambissolos litólicos e afloramentos rochosos	Granitos, gnaisses e migmatitos
	3 - Planalto de Paraitinga/Paraibuna	Morros altos e alongados Da33, Da34, Da42, Da43, Dc24, Dc25, Dc33, Dc34	900 a 1.200m 800 a 900m	20 - 30%	Cambissolos litólicos	Granitos e gnaisses
	4 - Planalto de Ibiruna/São Roque	Morros altos Da33, Da34, Da44, Dc13, Dc24, Dc25, Dc33, Dc34	900 a 1.100m 800 a 900m	>30% 20 - 30%	Podzóico Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho-Amarelo	Granitos, gnaisses e migmatitos
	5 - Planalto de Jundiá	Colinas e morros altos Da34, Da44, Dc14, Dc23, Dc24, Dc32, Dc33, Dc34, Dc35	900 a 1.200m 700 a 800m	20 - 30% 10 a 20%	Cambissolos, Latossolo Vermelho-Amarelo, Podzóico Vermelho-Amarelo	Granitos, quartzitos, gnaisses e migmatitos
	6 - Planalto de Serra Negra/Lindóia	Cristas e morros Da23, Da33, Da34, Da43, Dc23, Dc24, Dc25, Dc34, Dc34, Dc35, Dt23	900 a 1.100m 700 a 800m	>30% 20 - 30%	Podzóico Vermelho-Amarelo e Cambissolos	Granitos, quartzitos, gnaisses e migmatitos
	7 - Planalto Paulistano/Alto Tietê	Morros altos e médios Da32, Dc13, Dc14, Dc15, Dc23, Dc24, Dc32, Dc34	800 a 1.000m	10 a 20%	Podzóico Vermelho-Amarelo, Cambissolos	Granitos, migmatitos, gnaisses e micaxistos
	8 - Planalto do Alto Rio Grande	Morros baixos Da44, Da53, Da54, Dc13, Dc23, Dc24, Dc33, Dc34	Acima de 900m 700 a 800m	>30% 10 - 20%	Podzóico Vermelho-Amarelo	Chamoquitos, granulitos, migmatitos e gnaisses
	9 - Planalto Ribeira/Turvo	Morros altos Da23, Da33, Da34, Da43, Da44, Da52, Dc14, Dc15, Dc22, Dc23, Dc24, Dc25, Dc33, Dc35	700 a 900m	20 - 30%	Cambissolos litólicos e afloramentos rochosos	Granitos, migmatitos e micaxistos
	10 - Escarpa/Serra do Mar e Morros Litorâneos	Escarpas e cristas Da25, Da33, Da34, Da43, Da51, Da52, Da53, Da54, Dc13, Dc25	10 a 1.000m 10 a 200m	>30% 20 - 30%	Cambissolos litólicos e afloramentos rochosos	Granitos, migmatitos, gnaisses e micaxistos
	11 - Planalto de Guapiara	Morros baixos Da34, Dc14, Dc15, Dc24, Dc34, Dc43	700 a 800m	20 - 30%	Podzóico Vermelho-Amarelo	Granitos filitos e calcários
<b>BACIA SEDIMENTAR DO PARANÁ</b> PLANALTO OCIDENTAL PAULISTA  Altitudes predominantes entre 300 - 600 m  Altitudes predominantes entre 500 - 1.000 m DEPRESSÃO PERIFÉRICA PAULISTA 	12 - Planalto do Médio Vale do Paraíba	Morros baixos Dc15, Dc24, Dc25, Dc34	600 a 800m	20 - 30%	Latossolo Vermelho-Amarelo	Migmatitos e gnaisses
	13 - Planalto Centro Ocidental	Colinas amplas e baixas Dc11, Dc12, Dc13, Dc14, Dc22, Dc23, Dc24, Dt11, Dt12, Dt13	300 a 600m	10 - 20%	Latossolo Vermelho-Amarelo e Podzóico Vermelho-Amarelo	Arenitos, lentes de siltitos e argilitos
	14 - Planalto em Patamares Estruturais de Ribeirão Preto	Colinas amplas e baixas Dc12, Dc13, Dc23, Dc33, Dt11, Dt12, Dt13	500 a 600m	10 - 20%	Latossolo roxo	Basaltos
	15 - Planaltos Residuais de Franca/Batatais	Colinas com topos aplanados Dc12, Dc22, Dc25, Dc33, Dt11, Dt12	700 a 1.000m	10 - 20%	Latossolo Vermelho-Amarelo	Arenitos, lentes de siltitos e conglomerados
	16 - Planalto residual de São Carlos	Colinas com topos aplanados Dc12, Dc13, Dc15, Dc22, Dc23, Dc32, Dc33, Dt11	600 a 900m	10 - 20% >30%	Latossolo Vermelho-Escuro	Depósitos areno-argilosos
	17 - Planalto Residual de Botucatu	Colinas com topos amplos Da44, Dc24, Dt13	600 a 900m	10 - 20%	Latossolo Vermelho-Escuro	Arenitos, lentes de siltitos e argilitos
	18 - Planalto Residual de Marília	Colinas com topos aplanados Dc23, Dc24, Dc34, Dt12	500 a 650m	10 - 20%	Latossolo Vermelho-Escuro	Arenitos, lentes de siltitos e argilitos
	19 - Depressão Moji-Guaçu	Colinas com topos amplos Dc13, Dc14, Dt12	500 a 700m	10 - 20%	Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho-Escuro e Podzóico Vermelho-Amarelo	Arenitos finos, arcóseos, argilitos, siltitos, calcários e folhelhos
	20 - Depressão do Médio Tietê	Colinas com topos amplos Da22, Dc12, Dc13, Dc14, Dc15, Dc24, Dc53, Dc33, Dc34,	500 a 650m	10 - 20%	Latossolo Roxo e Latossolo Vermelho-Escuro	Basaltos e arenitos

Figura 4. Parte da legenda integrada do mapa geomorfológico do estado de São Paulo (Fonte: Ross & Moroz, 1997).

Além dessas informações, o mapa apresenta ainda os níveis de fragilidade potencial do relevo, representados por hachuras. A determinação dos níveis de fragilidade baseou-se em Ross (1994) e demonstra como o mapeamento geomorfológico pode ser aplicado ao planejamento ambiental territorial e à avaliação e prevenção de impactos, uma vez que permite antecipar respostas sobre o comportamento do meio físico face às intervenções humanas.

## 6. CONCLUSÃO

O presente capítulo objetivou apresentar um panorama acerca da evolução das propostas classificação taxonômica dos fatos geomorfológicos e os desafios e avanços metodológicos do mapeamento geomorfológico no mundo e especialmente, no Brasil. Além disso, ressalta a importância e aplicabilidade de produtos cartográficos geomorfológicos nos estudos ambientais e sua importância como um instrumento de apoio técnico aos órgãos de planejamento.

Os exemplos apresentados (Radambrasil e estado de São Paulo) referem-se a experiências de décadas atrás, quando as dificuldades para a produção cartográfica eram muito maiores que nos dias atuais. O mapa do estado de São Paulo, por exemplo, foi elaborado totalmente de forma analógica, a partir de interpretação visual de imagens de radar impressas e delimitação manual das unidades homogêneas básicas, assim como as medidas morfométricas e todo o trabalho de desenho, sendo que para a impressão final, foi necessária a vetorização em software do tipo CAD (*Computer Aided Design* ou desenho auxiliado por computador), pois o uso de Sistemas de Informações Geográficas ainda era muito incipiente no país.

Atualmente, face ao desenvolvimento do sensoriamento remoto e das geotecnologias, grande parte dessas tarefas são facilitadas e otimizadas a partir de técnicas digitais de extração de dados com o emprego de Modelos Digitais de Elevação (MDEs).

Entretanto e apesar dos esforços empreendidos pelo IBGE e Serviço Geológico do Brasil – CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais) e por universidades, há uma grande carência de mapeamentos geomorfológicos sistemáticos em escala regional no Brasil.

A elaboração de tais documentos, mesmo com o emprego de geotecnologias, demanda grande dedicação das equipes envolvidas desde as fases iniciais como a aquisição de bases cartográficas, a identificação de unidades, interpretação, análise, controle em campo até a edição final. A condução desses processos a partir do ordenamento taxonômico é fundamental para nortear as decisões sobre o que deve de fato ser mapeado de acordo com a escala escolhida, os conteúdos e organização de legenda. Além disso, a adoção de uma mesma classificação taxonômica possibilita que mapas de diferentes regiões ou estados, mesmo em escalas diversas, “dialoguem” e sejam complementares, possibilitando aplicações em vários recortes territoriais.

## **Agradecimentos**

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo: 96/02709-0).

## **Referências Bibliográficas**

AB' SABER, A. N. Regiões de Circundesnudação pós-cretácea no Planalto Brasileiro, **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 1, p. 3-21, 1949.

AB'SABER, A. N. A terra paulista. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 23, p. 5-38, 1956.

AB'SABER, A. N. & BERNARDES, N. Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira e arredores de São Paulo in **Congresso Internacional de Geografia**, Guia de Excursões n.4, Rio de Janeiro, CNG/IBGE, 304p, 1958.

AB'SABER, A. N. Geomorfologia do Estado de São Paulo. In: **Aspectos Geográficos da Terra Bandeirante**. Rio de Janeiro, IBGE, p.1-97, 1954.

AB'SABER, A. N. Problemas do mapeamento geomorfológico no Brasil. **1 Conferência Nacional de Geografia e Cartografia** Comissão G. Rio de Janeiro, IBGE, 20 p., 1968.

AB'SABER, A. N. Participação das depressões periféricas e superfícies aplainadas na compartimentação do planalto brasileiro. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 28, p. 1-38, 1972.

ABREU, A. A. de. **Análise Geomorfológica: Reflexão e Aplicação** Tese (Livre Docência em Geografia), FFLCH – USP, São Paulo, 1982.

ABREU, A. A. de. A Teoria Geomorfológica e sua Edificação: Análise Crítica. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 4, n. 1-2, p. 5-23, 1983.

ALMEIDA, F. F. M. Origem e evolução da plataforma brasileira. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia**, Departamento Nacional da Produção Mineral, Rio de Janeiro ,241, p 1–36, 1967.

ALMEIDA, F. F. M. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim Instituto Geográfico e Geológico**, São Paulo, n.41, p.167-262, 1964.

BARBOSA, G. V. et al. Evolução da Metodologia para Mapeamento Geomorfológico do Projeto Radambrasil, **Boletim Técnico – Projeto Radambrasil – Série Geomorfologia**, Salvador, nº1, 187p. 1984.

BASENINA, N. V.; ARISTARCHOVA, L. B.; LUKASOV, A. A. Methods of Morphostrutural Analysis, Geomorphological Mapping, **Manual of Detailed Geomorphological Mapping**. Comission on Geomorphological Survey and Mapping of U.G.I, Praga, p. 82-104, 1972.

BASENINA, N.V. & TRESKOV, A.A. Geomorphologische Kartierung des Gebirgsreliefs im Masstab 1:200000 auf Grund einer Morphostrukturanalyses. **Zeitschrift für Geomorphologie**, Berlin, Stuttgart, vol 16 n.2, p. 125-138, 1972.

BRASIL, Ministério das Minas e Energia – DNPM – Projeto RADAMBRASIL – **Levantamento de Recursos Naturais – Mapas e Relatórios Técnicos dos Volumes – 1 a 34** – temas geologia, geomorfologia, pedologia e vegetação publicados entre 1972 e 1987 – Rio de Janeiro – RJ.

BRUNSDEN D. *et al* Large-scale geomorphological mapping and highway engineering design. **Quarterly Journal of Engineering Geology**, 8, 227-53, 1975.

CAILLEUX, A. & TRICART, J. Le problème de la classification des faits géomorphologiques. **Annales de Géographie**, n° 349, p. 162-186, 1956.

CLARK, M. J. Geomorphology in Coastal Zone Management. **Geography**, n. 63. p 273-282. 1978.

COATES, D. R. **Environment Geomorphology**. Publ Geomorphol. State Univ NY, Binghamton, 262 p, 1971.

COATES, D. R. Subsurface Influences, **Man and Environmental Processes**. Londres, Butterworths. p.163-188, 1980.

COLTRINARI, L. Contribuição à Geomorfologia da Região de Guaratinguetá – Aparecida, **Série Monografias** n. 17, IGEOG – USP, Instituto de Geografia São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975.

COOK, R. U. & DOORNKAMP, J. C. **Geomorphology in Environmental Management: an introduction**. Clarendon Press, Oxford, 413p., 1974.

CRUZ, O. A. **Serra do mar e o litoral na área de Caraguatatuba: contribuição a geomorfologia tropical litorânea**. Tese (Doutorado. Instituto de Geografia), Universidade de São Paulo, 1974.

DEFFONTAINES, P. Regiões e paisagem do Estado de São Paulo: primeiro esboço de divisão regional. **Geografia**. São Paulo: AGB, ano I, n° 2, p. 117-169, 1935.

DEMEK, J. Generalization of Geomorphological Maps, **Progress Made in Geomorphological Mapping**, Brno: p.36-72, 1967.

DEMEK, J. Geomorphological mapping: progress and problems. **Perspectives, Geomorphology**, v. 2, p. 221-235, 1982.

FERREIRA, R. P. D. *et al*. Carta Geomorfológica de São Pedro, S. P. Memorial Explicativo. **Sedimentologia e Pedologia**, São Paulo, n. 12., 1978.

GERASIMOV, I. P. Essai d'interprétation geomorphologique du schéma general de la structure geologique de IURSS. **Problèmes de Geographie Physique**, v. 12, 1946.

GERASIMOV, I. P. **Les traits structuraux du relief de la surface terrestre sur le territoire de l' U.R.S.S. et leur origine**, Moscou, Izd-vo AN S.S.S.R., 1959.

GERASIMOV, I. P. Constructive Geography: Aims, Methods, and Results. *Soviet Geography*, v. 9, n. 9, p. 739-755, 1968.

GERASIMOV, I. P. The Contribution of Constructive Geography to the Problem of Optimization of Society's Impact on the Environment. *Geoforum*, n. 15. p.95-100. 1984.

GERASIMOV, I. P. & MESCERJAKOV, J. A. Morphostructure. In FAIRBRIDGE, R. W. (ed). **The Encyclopedia of Geomorphology**., Reinhold Book, NY, 1968.

GREGORY, K. J. **A Natureza da Geografia Física**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil. 397p. 1992.

HAYDEN, R. S. Geomorphological Mapping in: SHORT, N. M. & BLAIR Jr., R. W (eds) **Geomorphology from space**. NASA, Washington DC, 1986. p.637-656. Disponível em <<http://disc.gsfc.nasa.gov/geomorphology/>>, acessado em agosto de 2009.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT) **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**, 1:500.000, São Paulo, 1981.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT) **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**, escala 1:1.000.000, São Paulo.1981.

KLIMAZEWSKI, M. Problems of Geomorphological Mapping. **Data of the International conference of the Subcomission on Geomorphological Mapping**. Institute of Geography of the Polish Academy of Science, Varsovia, 1963.

KLIMAZEWSKI, M. Detailed Geomorphological Maps, in *ITC – Journal* n. 3, p 265-271. 1982.

MESCERJAKOV, J.P. Les Concepts de Morphostruture et de Morphosculture: un nouvel instrument de l'analyse geomorphologique. **Annales de Geographie** n°.423 77 Année - Paris, p 539-552, 1968.

MODENESI, M.C. Memória explicativa da carta geomorfologica da Ilha de Santo Amaro (SP) (Primeiros Estudos). **Cadernos da USP / Aerofotogeografia**, São Paulo, USP, v. 2, p. 1 - 15, 1969.

MOMBEIG, P. A Divisão Regional do Estado de São Paulo. **An. Assoc. Geogr. Brasileiros**, 1., São Paulo. 1949.

MORAES REGO, L.F. de Notas sobre a Geomorfologia de São Paulo e sua gênese. **Inst. Astron. Geofísico de São Paulo**, São Paulo. 1932.

MOREIRA, A.A.N. Cartas geomorfológicas. **I Conferência Nacional de Geografia e Cartografia**- Comissão G, Rio de Janeiro: IBGE, 12 p., 1968.

MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C. *et al.* Mapa geomorfológico semidetalhado do município de Presidente Prudente – SP. In: **Anais do XI SINAGEO**, Maringá, 2016. Disponível em <[http://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/6/6-](http://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/6/6-58-668.html)

58-668.html.> Acessado em maio de 2020.

MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C. **Da originalidade do sítio urbano de São Paulo às formas antrópicas: aplicação da abordagem da Geomorfologia Antropogênica na Bacia Hidrográfica do Rio Tamandateí, na Região Metropolitana de São Paulo.** Tese (Doutorado Dep. de Geografia, FFLCH, Univ. de São Paulo), São Paulo, 363p., 2010.

NAKASHIMA, P. **Estudo das formações superficiais na área de Campinas e Viracopos (SP): suas relações com a evolução geomorfológica e os solos.** Dissertação (Mestrado na Geografia Física, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências, Universidade de São Paulo), São Paulo. 149p. 1973.

NUNES, B. A. *et al.* **Manual Técnico de Geomorfologia.** 1ª ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 178 p., 1995.

PASSARGE, S. Morphologischer Atlas. Lieferung I: Morphologie des Messtischblattes Stadtrema, **Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Hamburg**, v. 28, 1914.

PENCK, W. **Morphological Analysis of Land Forms: A Contribution of Physical Geology**, Macmillian, London, 350p. 1953.

PONÇANO, W.L. *et al.* Notícia Explicativa do Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo, IPT, 1981, (**Monografias, 5**). 94 p.

QUEIROZ NETO, J. P. & JOURNAUX, A. (*org.*) Carta Geomorfológica de São Pedro, escala 1:50.000, Instituto de Geografia USP, **Série Sedimentologia e Pedologia**, 12, São Paulo, 1978a.

QUEIROZ NETO, J. P. & JOURNAUX, A. (*org.*) Estudo e cartografia de Formações Superficiais e suas aplicações em regiões tropicais. **Colóquio Interdisciplinar Franco-Brasileiro, Anais**, 27 de agosto a 8 de setembro, 1978b.

ROSS, J. L. S. Relevo Brasileiro: Uma Nova Proposta de Classificação, **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.4 p. 26-38, 1985.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, Ambiente e Planejamento.** Ed. Contexto, São Paulo, 1990.

ROSS, J. L. S. O Registro Cartográfico dos fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 6. São Paulo, p. 17-30, 1992.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, n.8, São Paulo, p. 63-74, 1994.

- ROSS, J. L. S. *et al* **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai**. MMA, Brasília, 60p. 1995.
- ROSS, J. L. S. Geomorfologia Aplicada aos EIAS-RIMAs, in GUERRA, A. T.; CUNHA, S. B. da **Geomorfologia e Meio**. Ed Bertrand Brasil- Rio de Janeiro: p. 291-336. 1996.
- ROSS, J. S. Suporte da Geomorfologia Aplicada: Os Táxons e a Cartografia do Relevo (Palestra). In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, IV**, São Luís - MA, Anais. São Luís, 2002. CD-ROM. Disponível em <<http://lsie.unb.br/ugb/sinageos/detalhe/7>> acessado em maio de 2021.
- ROSS, J. L. S. **Geomorfologia e Geografia Aplicadas à Gestão Territorial: Teoria e Metodologia para o Planejamento Ambiental**. Tese de Livre Docência apresentada à FFLCH/USP, São Paulo, 2001. 322p.
- ROSS, J. L. S. & MOROZ, I. C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo – escala 1:500.000**, FFLCH-USP-IPT-FAPESP, São Paulo, vol. 1 e 2, 1997.
- TITARELLI, A. H. V. **O Vale do Parateí: estudo geomorfológico**. Universidade de São Paulo, 1975.
- TRICART, J. Principes et méthodes de la géomorphologie. **Soil Science**, v. 100, n. 4, p. 300, 1965.
- TRICART, J. Cartographic aspects of geomorphological surveys in relation to development programmes. **UN/ECOSOC**, v. 9, p. 7583, 1969.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**, Rio de Janeiro, IBGE-SUPREM (Recursos Naturais e Meio Ambiente). 91 p., 1977.