

Geomorfologia do Brasil

Sandra Baptista da Cunha
Antonio Jose Teixeira Guerra

3ª Edição, 2003

Editora Bertrand Brasil, RJ

Resumo

Este livro constitui um manual de dados gerais e regionais sobre:

- Mega unidades e grandes conjuntos geológicos.
- Morfo-dinâmica – erosão, acumulação, meteorização, alteração.
- Águas continentais e marinhas – formas fluviais e litorâneas.
- Planejamento ambiental.

Arcabouço Geológico



FIGURA 1.1. Estrutura da Plataforma Sul-americana, modificado de Almeida, *et al.*, 1977.

A plataforma brasileira (território brasileiro) está contida entre a cordilheira andina, a plataforma da patagônia, o escudo guiano meridional e o escudo atlântico.



FIGURA 1.2. Províncias estruturais do Brasil, modificado de Almeida, *et al.*, 1977.

O território está sub-divido em:
Planaltos - Guiana meridional, Xingú/Tapajás, Tocantins, São Francisco, Borborema, Mantiqueira,
E Bacias fanerozóicas -Bacia Amazônica Bacia Parnaíba, Bacia do Paraná.

Arcabouço Geológico

- As principais influências na forma/tipologia atual são, em ordem cronológica:
 - Rifting de placas tectônicas (efeitos de pressão e calor).
 - Faixas de desdobramento criando áreas altas.
 - Abertura de bacias por meio de rifting interno da placa.
 - A erosão glacial.
 - Outro período de rifting pronunciado.
 - Sedimentação.
 - Metamorfose retrógrada.

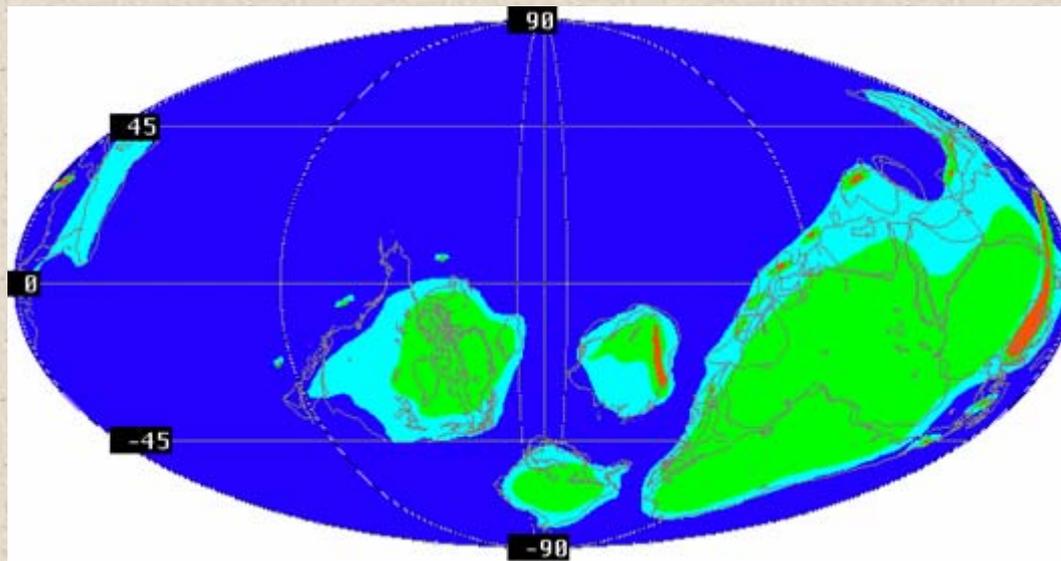


Ilustração do supercontinente Gondwana

Megamorfologia – em escala continental

- Brasil era parte do supercontinente chamado Gondwana.
- O litoral brasileiro foi criado pela fragmentação deste supercontinente causando fossas (*rift valleys*) e cordilheiras de blocos falhados.
- O estudo deste processo inclui os aspectos morfoclimáticos, ordem tectônica, história, posição de superfícies aplainadas e planaltos (elementos como montanhas, colinas, escarpas, talhados e platôs).
- Em resumo é um retrato da história geotécnica.
- Os principais eventos na formação do Brasil são:
 - Supercontinente Gondwana – território brasileiro voltado ao pacífico.
 - Seguido pela fragmentação do supercontinente.
 - Com o desdobramento dos Andes este fluxo/sentido se inverteu causando umas peculiaridades de represas em áreas sob o nível do mar.
 - Flexação da placa tectônica formando chapadas, planaltos e baixos, complexos processos de sedimentação e mudanças de forma.
 - Mudanças de nível de mar; uma transgressão de –100m seguida por uma ingressão de +3m deixando uma larga faixa litorânea a ser novamente trabalhada pelas águas nos últimos 110 mil anos.

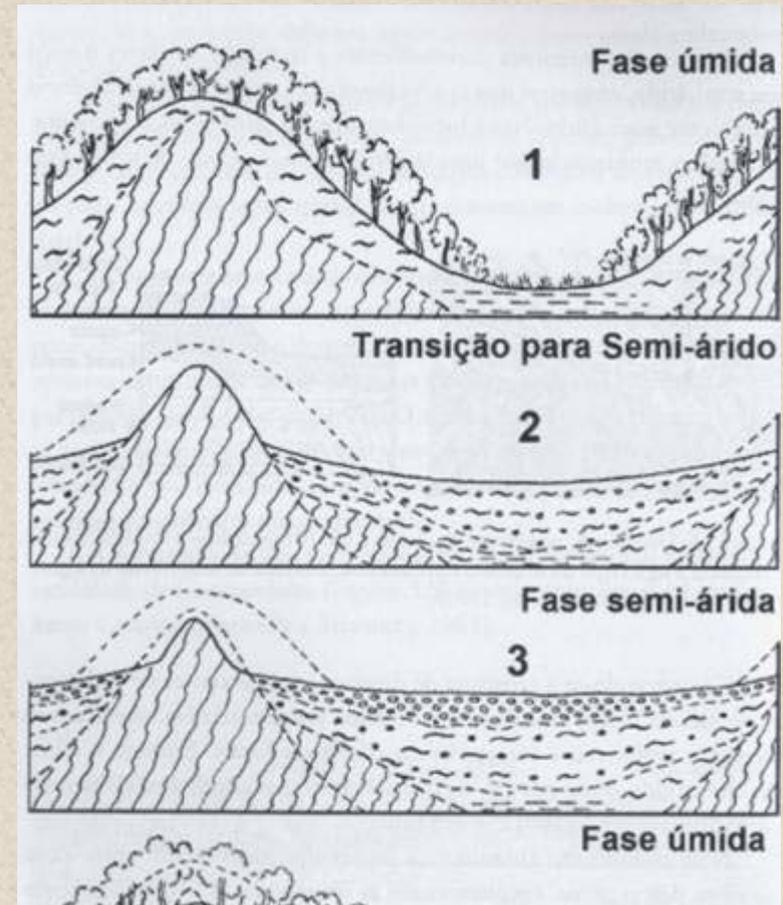
Atalho para [gondwana.exe](#)

Superfícies de Erosão

- Terminologia: níveis de erosão, superfícies de aplainamento, peneplano, peneplanícies, relevo jovem, relevo maduro, relevo senil, rejuvenescimento (estágios de evolução do relevo).
 - Peneplano – área onde o rio meandra
 - Patamar de Peimonte – vertentes retilineares formadas quando a velocidade de água desnuda à mesma velocidade do levantamento crostal. Quando a erosão é mais devagar a vertente tende a ser convexa e quando é mais rápida a vertente tende a ser côncava.
 - Pedimento é o fim de uma encosta, ou seja, o ponto quando a encosta convexa termina; o sopé. Pode ser rochoso ou sedimentar (que tende a ser détrico).
 - Pediplano é uma coalescência de pedimentos numa região, resultando em grandes superfícies aplainadas.

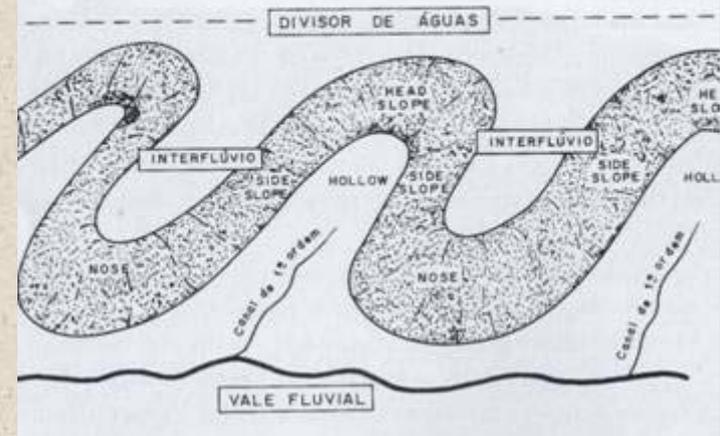
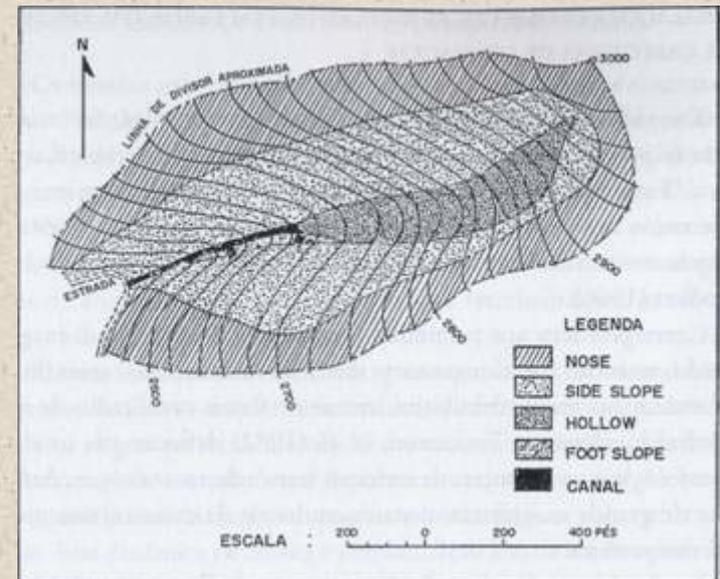
Superfícies de Erosão

- O relevo está sujeito a variações paleoclimáticas (pesquisas cerca 1950).
- Estudos elaboraram as mudanças climáticas (pesquisas durante a década de 1960).
- Em tempos mais recentes este conhecimento foi adotado para explicar os processos e resultados morfológicos, também conhecidos como feições (formas e aspectos do relevo).
- Estudos de morfodinâmica reconstituem condições paleoambientais para estabelecer modos de formação por meios de erosão e sedimentação em climas áridos e úmidos.
- Em resumo; uma degradação lateral corresponde a um clima semi-árido e dissecação vertical a um clima úmido (ver ao lado).



Complexo de Rampas de Colúvio

- Tipos de paisagens tropicais que apresentam muito material inconsolidado e desagregado com complexas coberturas sedimentares. No sudeste do Brasil se encontra em umas colinas suaves; um mar de morros em justaposição com serras escarpadas.
- As rampas são intrínsecas à dinâmica das cabeceiras de drenagem; assim chamados anfiteatros, que são importantes controles das relações tridimensionais de comportamento de águas (fluxo hidrológico) tanto nas superfícies quanto na subsuperfícies.
- Fig 4.3 ilustra um anfiteatro e o fluxo de águas em local da cabeceira. Note o local da ruptura muito em baixo do topo.



Complexo de Rampas de Colúvio

- Estudam-se as dinâmicas de evolução por agradação e degradação através de conhecimento do fluxo de água; velocidade e direção em determinados materiais.
- Complexos de rampa de colúvio (depósitos na encosta) são feições principais geomorfológicas no sudeste do Brasil, meios de transporte de sedimentos e água, contribuindo a formação de vales e planos.
- Elementos significativos são:
 - Voçoroca (erosão linear acelerada - fig 4.19) que tem alto risco de desmoronamento/deslizamento devido aos sedimentos cheios e à alta velocidade d'água.
 - Colmatagem (processo mais lento, em que agradação e depósito de sedimentos transportados ocorrem – fig 4.12).
- Um mapeamento dos complexos de rampas é chave para o planejamento do uso do solo urbano e rural.



FIGURA 4.19. Aspecto de um canal erosivo referente a uma sub-bacia de drenagem entulhada (HCP): voçoroca Bela Vista, localizado a 8 km de Batatal (SP); na estrada de acesso a Fazenda Bela Vista.



FIGURA 4.12. Sub-bacia de drenagem entulhada (HCP) associada ao eixo principal da drenagem; localizada a 2 km de Batatal (SP); na estrada de acesso a Fazenda Santa Apolônia (Meira, 1990)

Erosão dos Solos

- Classificação de solo visa identificar, por meio de índices ou propriedades facilmente identificados, os diferentes solos. Estas propriedades são, entre outras, a natureza física, origem, domínio morfoclimático e a suscetibilidade à erosão.
- Entre as 36 classificações principais de solos comuns no Brasil são os seguintes 13 mais populosas:
 - Latossolos
 - Podzolicos
 - Terra Roxa/Estruturada
 - Bruno não cálcico
 - Planossolo
 - Cambissolo
 - Plintessolo
 - Gleissolo
 - Vertissolo
 - Solo Litólico
 - Regossolo
 - Areia Quartzosas
 - Solo Aluvial

Erosão dos Solos

Notas miscelâneas:

- *Os principais elementos de solo são argila, areia, conteúdo pedroso e silto e as propriedades dependem de tamanho e quantidades relativas de partículas, conteúdo d'água e coesão entre partículas. Em princípio, água passa mais rapidamente por um material granuloso e não por um material constituído de partículas pequenas (como argila) ou bem graduadas (solo natural).*
- *Como a água tem pressão, pode-se forçar a separação das partículas e perda de fricção. Assentamento é o processo de deslizamento de partículas. Quando angulares, as partículas não deslizam tão fáceis quanto partículas redondas ou laminares/lisas (pressão d'água sendo igual).*
- *Partículas menores podem ser levadas mais facilmente pela água do que partículas maiores. Quanto mais rápido o fluxo d'água seja, maior a capacidade de transportar partículas cada vez maiores.*
- *O vento, como um fluido, age de forma parecida, mas somente na superfície do solo, enquanto a água passa dentro do material.*

Erosão dos Solos

- Ou seja: a tendência à erosão depende da natureza química-física do solo, a formação, a declividade e o clima.
- O processo de erosão é estudado a fim de ajudar na gestão de assoreamento, poluição e intervenção humana (uso do solo urbano e rural).
- Técnicas de prevenção desenvolvidas incluem, como elementos chaves, a localização e natureza de vegetação e construções para ou interromper ou não interferir no processo de transporte de material. Manifestam-se como plantios nas superfícies, terraços vegetais em faixa ou cordão, terraços de pedras, embaciamento, quebra ventos, etc.
- Em resumo, o objetivo é a gestão e manejo das bacias hidrográficas.
- No presente momento, a legislação principal é o Código Florestal Brasileiro.

Bacias Hidrográficas

- Um terço do país recebe uma média de mais de 2,0m de chuva por ano, e somente uma proporção pequena no nordeste recebe menos de 0,5m por ano.
- Estas bacias providenciam um potencial de energia hídrico de 213 GW dos quais 134 GW estão sendo atualmente realizados.
- Dentro de um estudo das bacias hidrográficas há uma descrição das bacias e do regime das águas e sedimentos, e da participação antrópica. Também estudam as enchentes em áreas urbanas.

Bacias Hidrográficas

- Em território brasileiro, as bacias transportam as águas dos altos do escudo guiano, da cordilheira andina e do planalto brasileiro. O Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) classifica as bacias em 8 (fig 6.1).



FIGURA 6.1. Classificação do Brasil em 8 bacias hidrográficas adotada pelo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica.

Bacias Hidrográficas

- Mas este livro aborda o assunto em mais detalhes com 10 bacias (fig 6.2).



Bacias Hidrográficas

- Em cada bacia, determinados valores são medidos e índices calculados para poder comparar o uso e função de cada bacia.
- Estes são, entre outros; Área drenada pela bacia, rios constituintes, volumes das águas e áreas drenadas de cada rio, declividade, níveis das águas ao longo do ano, produção de mapa de isoietas (valores de precipitação), áreas sensíveis a enchentes e a temporada destas, origem e volume dos sedimentos suspensos (mg/l), acidez das águas e proporção de sedimentos orgânicos.
- Destes dados é possível levantar hipóteses sobre a alteração dinâmica causada pela intervenção humana. Efeitos, por exemplo, de poluição com tóxicos dos garimpos presenciados pelas populações animais, peixes e vegetais.
- Com pesquisas desta natureza é antecipada a introdução de legislação da gestão dos ambientes para gerar acordos de exploração harmônica sustentável, dando também uma base física para controlar inundações e erosões através da formação de comitês (CEEIBH) para preservação e conservação de recursos hídricos, e a revisão do Código das Águas (1934), reforçando as necessidades de proteger as cabeceiras e margens de rios poluídos e sensíveis à erosão.

. Bacias Hidrográficas

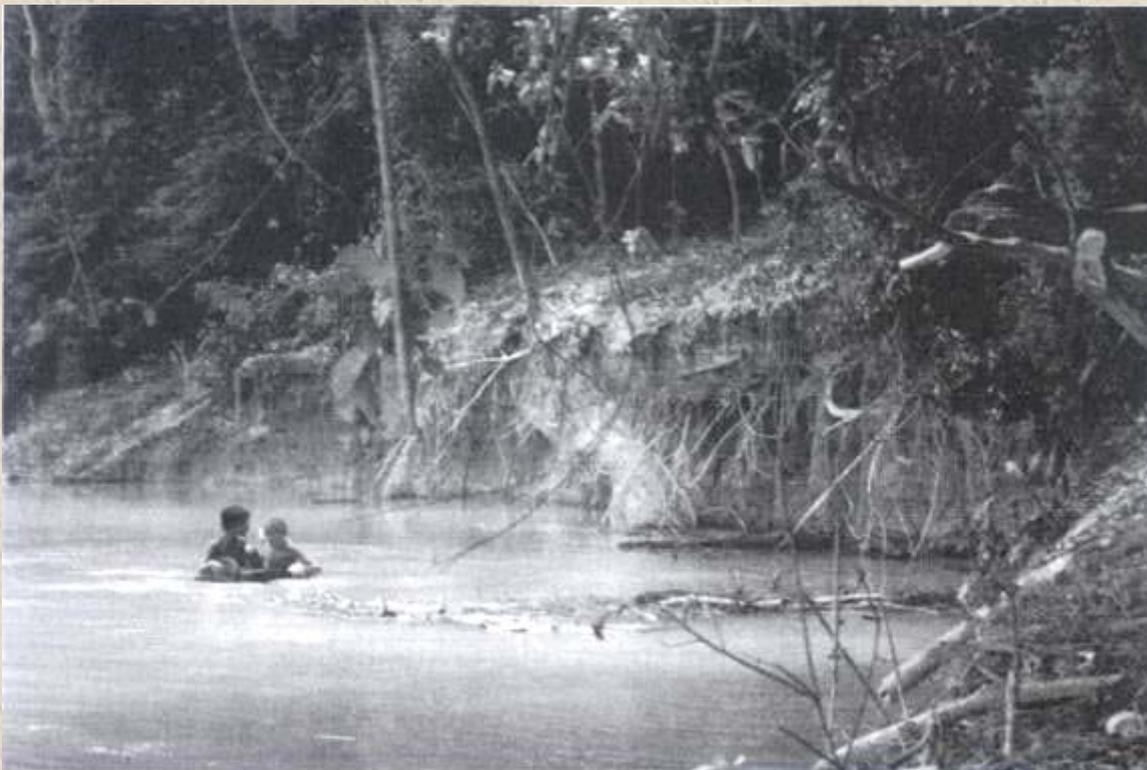


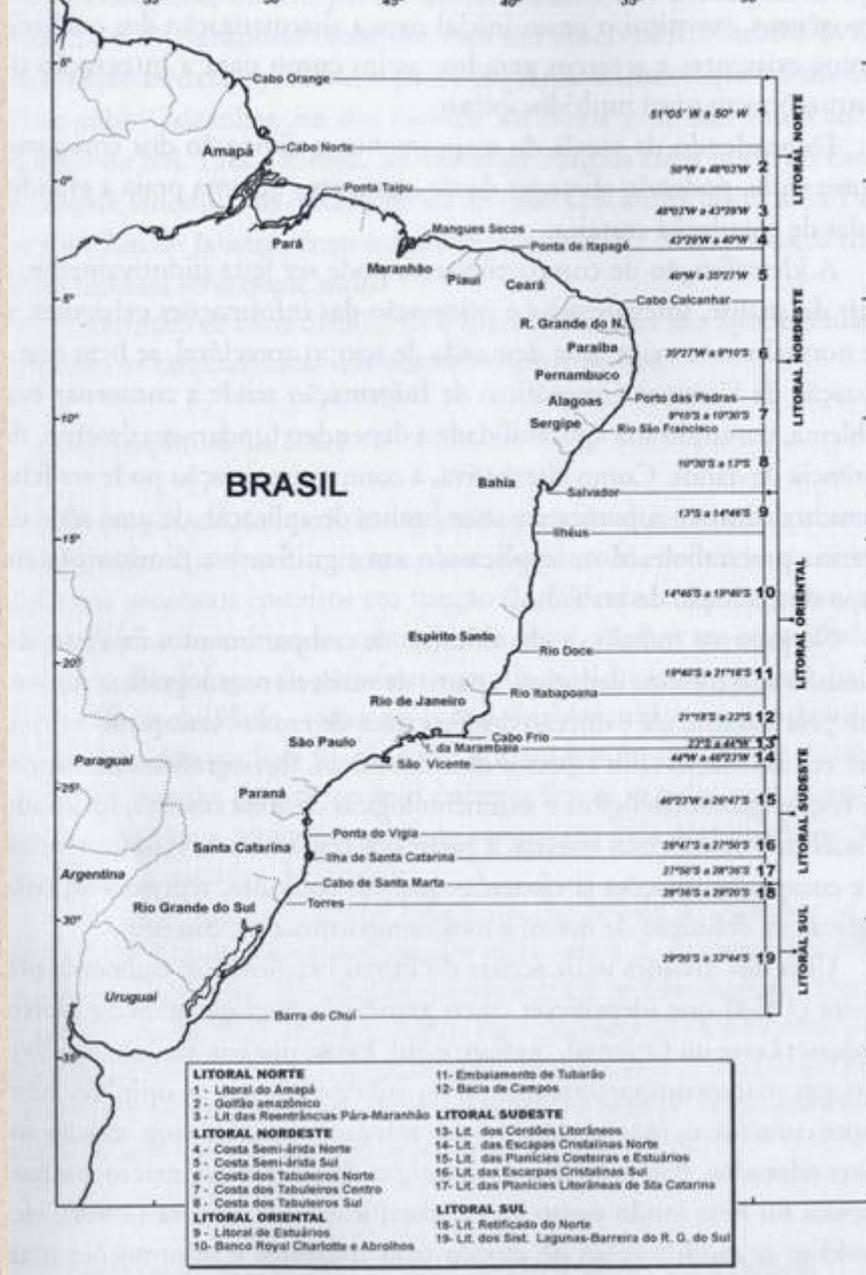
FIGURA 6.4. Erosão das margens provocada pelas balsas que garimpam ouro no rio Peixoto de Azevedo (bacia Amazônica, janeiro de 1998).

O Litoral Brasileiro e sua Compartimentação

- Uma outra área sendo elaborada devido ao alto nível de ocupação é a de zonas costeiras no Brasil. O impacto desta superocupação já está alterando e degradando ecossistemas litorâneos possibilitando a inviabilidade das atividades atuais e planejados/futuros.
- Através destas pesquisas espera despertar consciência dos estudos e monitoramento para gerenciamento e educação ambiental. O objetivo é de definir e manter/retornar a um equilíbrio sustentável do meio ambiente.
- No presente momento, para obras propostas em áreas litorâneas, é obrigatório um Estudo de Impacto Ambiental para diagnosticar os possíveis/prováveis efeitos ambientais.

Litoral Brasileiro e sua Compartimentação

- Este projeto está mapeando em escala 1:1.000.000, por uso nacional, a caracterização física-ambiental da costa, tendências de ocupação, áreas de risco, unidades de conservação e criticidade de gestão.
- Os variáveis monitorados nesta compartimentação são a geologia, geomorfologia, condições oceanográficas, (mas não inclui efeitos de intervenções humanas) com o objetivo de identificar as feições principais e os processos associados com a formação e desenvolvimento delas.



Geomorfologia Ambiental

- O enfoque da pesquisa ambiental é a relação entre o homem e o ambiente.
- Visa entender a relação entre a sociedade e a natureza. Este conhecimento seria utilizado para entender o passado e o presente e interpolar o futuro uso e ocupação do solo.
- Aqui se ressalta a importância da geomorfologia neste conhecimento para facilitar e direcionar planejamento e gestão ambiental.
- As principais abordagens são construídas encima de mapas, cartogramas, dados numéricos (estatísticas), providenciando informações sócio-econômicas e naturais.
- As ferramentas principais são SIG ou cartografia temática, a diferença sendo que no primeiro o resultado analítico-sintético está produzido diretamente dos dados (input), e no segundo, análise e síntese são etapas separadas.
- Dados tipicamente utilizados dão conhecimento de Padrões de Fisionomia do Terreno (relevo, solo, geologia, vegetação, usa da terra, sócio-economia).

Geomorfologia Ambiental

- Resultados dão ênfases em fatores/valores variados:
 - Desenvolvimento econômico e social (referentes aos valores dos recursos naturais e sócio-culturais).
 - Valorização de ambientes naturais (referentes à reprodução de fauna e flora e áreas de preservação).
 - Identificação de áreas fortemente impactadas pelo homem (visando degradação e possíveis recuperações de zonas de desmatamento, de margens e encostas, ou poluição pela indústria, agricultura ou urbanização).
- O objetivo é implementação de planejamento sustentável, enfrentando fragilidades do ambiente junto com as potencialidades e dentro de um contexto de desenvolvimento econômico. Segue-se uma análise das atividades sócio-econômicas com ênfase no uso compatível com as fragilidades e potencialidades, ajudando na implementação de tecnologia para tornar estas atividades menos predatórias ao ambiente.
- Destaque-se a importância de conhecimento do relevo nesta análise e a necessidade de basear cada estudo num conhecimento adequado da geomorfologia. O relevo é chave na dinâmica do ambiente, sendo inter-relacionado com o solo, vegetal, rocha e fauna etc.

Comentários/Discussão

- Escala macro, não específico.
 - Em termos dos estudos de ocupação das encostas a escala em que este livro fornece as informações trata de áreas significativamente maior que a escala necessária, porém, qualitativamente as informações são relevantes.
- Comportamento estrutural não examinado.
 - A área tecnológica é geomorfologia. No estudo de ocupação das encostas não apenas a natureza física do material base mas o desempenho estrutural seria necessário.
- Sobre a organização do livro
 - Cada capítulo se está seqüenciado, com um resultado de demonstrar que as lacunas em um estudo ou área de pesquisa estão sendo estudadas em outro e que possam ser unidas através de futuras pesquisas. Isto facilita uma continuação destas pesquisas e também ao livro.

Bibliografia e Referências

CUNHA, Sandra Baptista da Antonio e GUERRA, Jose Teixeira. **Geomorfologia do Brasil**, 3ª Edição, Editora Bertrand Brasil, RJ, 2003.

Ilustração do supercontinente Gondwana disponível no site
<http://www.palaeos.com/Earth/Geography/Gondwana.htm> acessado 3 junho de 2004.

Animação da fragmentação do supercontinente Gondwana disponível no site
<http://kartoweb.itc.nl/gondwana/index.asp> acessado 3 junho de 2004.