

# ASPECTOS DA GEODINÂMICA EM ESTUDOS APLICADOS À GESTÃO DO MEIO AMBIENTE

Manoel Carlos Toledo Franco de Godoy\*

## RESUMO

Nas concepções sobre a geodinâmica, é ressaltada a interrelação dos diversos fatores que influenciam o comportamento e a transformação do meio ambiente.

A geodinâmica deve representar um campo de interconexão dos tratamentos relativos à gestão do meio ambiente que são representados por diferentes ramos das geociências. Uma questão que deve ser comum também a estes tratamentos diversificados é a da influência da ação antrópica sobre o meio ambiente. As abordagens sobre o meio ambiente diversificam-se conforme sejam orientadas por critérios de "estabilidade", "vulnerabilidade", "impacto", "risco" ou "resposta". Tais aspectos, assim como a essência da idéia de sistema, podem ser interrelacionadas num contexto de geo-dinâmica.

Unitermos: estabilidade, ecodinâmica, sistema, risco, impacto.

Professor do Departamento de Ciências Ambientais, Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP, Campus de Presidente Prudente.

## 1. INTRODUÇÃO

O objetivo desta exposição é focalizar algumas idéias e conceitos adotados em diferentes enfoques das geociências com relação à gestão do meio ambiente. Nesta análise, procura-se destacar os significados de "vulnerabilidade", "impacto", "risco" e "resposta" com referência ao meio ambiente, em face de processos e eventos naturais ou sob influência da ação antrópica.

Procura-se também associar estas idéias e conceitos à visão de uma geodinâmica, sobretudo a geodinâmica externa, assim como à concepção de um funcionamento regular do meio ambiente.

Entende-se que a compreensão destes aspectos é importante para quem pretende empregar os recursos da geologia ou da geomorfologia em estudos aplicados à gestão do meio ambiente.

## 2. O DESENVOLVIMENTO DAS TEORIAS DA GEODINÂMICA EXTERNA

Antes do século XVIII, foram os engenheiros que primeiramente conseguiram ter uma intuição duma geodinâmica externa, à medida que deviam atender às solicitações práticas da engenharia civil (Tricart, 1962). Os engenheiros perceberam, antes dos outros profissionais ou pesquisadores, que trabalhavam sobre um meio mutável, cujas modificações não eram um fato casual, obedecendo, ao contrário, a determinadas leis.

No início do século XX, enquanto a engenharia civil ia desenvolvendo uma determinada concepção dos processos associados à geodinâmica, as tendências anglo-americana e francesa na Geomorfologia eram orientadas pela teoria davisiana. Na Europa centro-oriental, paralelamente, outras tendências eram firmadas. As idéias de William Morris Davis a respeito da evolução dos cursos d'água e sua influência sobre o relevo foram lançadas na passagem do século XIX para o século XX. Do ponto de vista da geodinâmica, deve-se reconhecer na concepção de Davis a preocupação com a evolução de processos, com o estado ideal de

equilíbrio nesta evolução e com as condições de otimização da atividade fluvial.

De acordo com Tricart (1962), a aceitação da teoria davisiana foi um entrave para o avanço da Geomorfologia. As proposições de Davis baseavam-se num modelo teórico, tipicamente ideal, ao qual deveriam adaptar-se as observações dos fenômenos.

Paralelamente, a necessidade de resposta da tecnologia a desafios representados por fenômenos de natureza geodinâmica possibilitou avanços da engenharia na compreensão de tais fenômenos.

Na opinião de Christofolletti (1981), os argumentos davisianos puderam ser efetivamente refutados graças à evolução da teoria dos sistemas, inicialmente introduzida por Strahler (1950; 1952 - apud Christofolletti, 1981). Em conformidade com esta nova filosofia de abordagem, a estruturação da teoria do equilíbrio dinâmico, a partir de 1957, com base nas proposições de John T. Hack, significa uma ruptura epistemológica em relação às heranças davisianas.

Paralelamente à difusão da teoria sistêmica, Ehrard (1956) formula uma teoria baseada no papel relevante da cobertura vegetal na pedogênese e os reflexos decisivos da pedogênese sobre a natureza dos depósitos sedimentares. Do ponto de vista da geodinâmica, vale aqui destacar, nesta concepção, os conceitos de estado de equilíbrio ou "bioestasia" e de ruptura de equilíbrio ou "resistasia". É ressaltado que a condição de biostasia ou interação harmônica clima-flora-solo, pode ser desfeita por mudança de regime climático ou por desmatamento efetuado pelo homem.

### 3. EXEMPLOS DE ABORDAGENS DA GEODINÂMICA

#### 3.1 Na Geografia Física

Tricart (1977) propõe uma abordagem ecodinâmica para a gestão do meio ambiente. Na sua opinião, a óptica dinâmica deve ser o ponto de partida para a avaliação do meio físico voltada ao planejamento físico-territorial. Focalizando as condições de equilíbrio do meio físico reguladas pela

manutenção da cobertura vegetal, este autor propõe a designação de "fitoestasia" em substituição à denominação "biostasia" de Erhard.

Para Tricart, é importante entender o meio físico como um sistema, que pode funcionar de modo equilibrado ou não. Conforme o balanço de intensidade de pedogênese ou de morfogênese, os meios podem ser reconhecidos como "naturalmente estáveis", "intergrade" e "naturalmente instáveis". É ressaltada a antinomia entre a morfodinâmica e o pleno funcionamento de um ecossistema.

O autor ainda aponta a cartografia temática como um dos instrumentos fundamentais para a avaliação do funcionamento da paisagem dentro de uma pesquisa aplicada.

Sotchava (1977) propõe a abordagem sistêmica para estudos aplicados ao planejamento de utilização dos recursos naturais. A aplicação deve ser orientada para o objetivo de recuperação do meio ambiente ou de prevenção da sua deterioração por interferência antrópica. Nesta abordagem sistêmica, é importante compreender a dinâmica da paisagem, assim como, através de uma análise temporal, a mobilidade de um geossistema. Os geossistemas devem ser diferenciados com base numa taxonomia estabelecida de acordo com seus respectivos significados na paisagem. Um geossistema de qualquer nível nesta classificação não é identificado com um ecossistema, embora em alguns exemplos se constate uma concordância no limite espacial entre esses dois tipos de sistemas.

De toda a proposição de Sothava, são destacados aqui apenas alguns fundamentos, os quais são resumidos abaixo:

- embora se possa diagnosticar uma dinâmica de desenvolvimento espontâneo (ou seja, do ambiente natural), a avaliação do comportamento do meio ambiente sob as influências antrópicas é um objetivo indescartável;

- para o entendimento das interações entre meios e agentes da natureza, a modelização é necessária, uma vez que o "modelo representa a reflexão sintética e regulada do sistema".

- é importante a colaboração do homem com a natureza na busca da otimização das tendências a ela inerentes;

- para esta otimização é fundamental a concepção do meio ambiente dentro de um funcionamento integrado, em lugar de análises e avaliações setoriais;

- para os objetivos de avaliação do comportamento do geossistema face às necessidades de interferência antrópica, a cartografia temática inclui-se entre os recursos de investigação mais importantes.

No Brasil, dentro duma visão dinâmica do meio ambiente, deve ser destacada a contribuição de Christofolletti (1979) para a compreensão das teorias de sistemas em Geografia. Da análise deste autor sobre os sistemas, podem-se depreender algumas idéias com relação à geodinâmica e aos sistemas:

- a compreensão da dinâmica do meio é essencial para se focalizar o seu funcionamento integrado;

- pode-se reconhecer a lógica deste funcionamento, no sentido de compreender como a alteração que se verifica em uma das variáveis consideradas na análise pode influir na condição de estabilidade do sistema;

- entende-se o ambiente como condições ambientais que regulam o fornecimento de energia e materiais ao sistema;

- como ainda se infere dos exemplos apresentados pelo autor, a modelização constitui-se num recurso vital para se equacionar o funcionamento dos sistemas.

A regência de um sistema está associada à sua organicidade dentro de um comportamento dinâmico. Esta dinâmica, apoiada no fornecimento de energia e de matéria pelo ambiente, tende a sistematizar-se em um padrão de estabilidade. A caracterização de um sistema está relacionada às suas condições de equilíbrio. Variações no fornecimento de matéria ou energia pelo ambiente, devidas a oscilações admissíveis ou a eventos raros, tendem a ser assimilados pelo sistema, numa evolução no sentido da retomada do equilíbrio.

### 3.2 Na Geologia de Engenharia e na Geotecnia

A Geologia Aplicada à Engenharia emprega os conhecimentos da Geologia ou das Geociências em geral na investigação das "condições geológicas enfrentadas e afetadas pela implantação dos mais variados tipos de obras e serviços" (Santos et alii, 1990). Atualmente, devido à magnitude da presença e da ação humanas sobre a natureza, este ramo da geologia tem-se ocupado com a questão da harmonização entre o meio natural, o homem e a tecnologia.

A Geotecnia reforça a atuação da Geologia de Engenharia com as contribuições da Mecânica dos Solos e da Mecânica das Rochas. A figura 1 mostra resumidamente o alcance da atuação deste ramo das geociências.

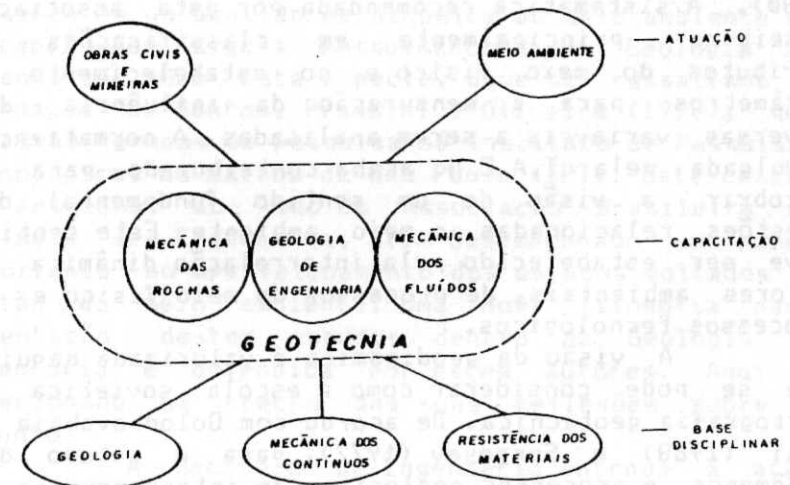


Figura 1. Campo de atuação da Geotecnia (in Santos et alii, 1990)

Na Geotecnia, como recurso importante para a orientação do planejamento físico-territorial, tem-se desenvolvido um ramo denominado "cartografia geotécnica". Nesta especialidade da geociência aplicada, uma série de cartas temáticas analisa setorialmente as variáveis do meio físico e, em alguns exemplos de proposições metodológicas, as variáveis sócio-econômicas também. A um nível avançado da investigação, mapas sintéticos são empregados. As cartas de síntese, essencialmente interpretativas, têm como conteúdo os resultados da avaliação feita a partir da interrelação das variáveis consideradas, em função de determinados propósitos de ocupação e uso do terreno.

A I.A.E.G. - International Association of Engineering Geology, através de uma comissão especial, entre 1968 e 1974, promoveu o estabelecimento de normas metodológicas da cartografia geotécnica no sentido de uma uniformização internacional (ANON, 1980). A sistemática recomendada por esta associação baseia-se principalmente em classificações de atributos do meio físico e no estabelecimento de parâmetros para a mensuração da influência das diversas variáveis a serem analisadas. A normatização divulgada pela I.A.E.G. acaba contribuindo para se encobrir a visão de um sentido fundamental das questões relacionadas ao meio ambiente. Este sentido deve ser estabelecido pela interrelação dinâmica de fatores ambientais, de processos do meio físico e de processos tecnológicos.

A visão da geodinâmica é valorizada naquilo que se pode considerar como a escola soviética de cartografia geotécnica. De acordo com Golodkovskaja et alii (1968) e Sergejev (1977), para o estudo dos fenômenos e processos geológicos de interesse para o mapeamento geotécnico, é reservado um campo da Geologia de Engenharia, conhecido como Geodinâmica de Engenharia. A atuação deste campo é ressaltada especialmente na questão dos riscos ou na previsão de impactos devidos às obras de engenharia civil. Através dela, todos os processos que possam influir nas construções são investigados, prognosticados e caracterizados quantitativamente e de acordo com uma

perspectiva temporal (Golodkovskaja et alii, 1968). O cumprimento de suas finalidades requer a aplicação de vários recursos de investigação, inclusive a modelização.

Na cartografia geotécnica desenvolvida no Brasil, a visão da geodinâmica é valorizada por Zuquette (1987). Nas suas proposições baseadas numa pesquisa referente a região de Campinas - SP, verifica-se uma preocupação com a dinâmica identificada no funcionamento integrado do meio ambiente. É enfatizada a concepção sistêmica desta integração, assim como as condições de equilíbrio de um sistema. Deve-se frisar que as abordagens da cartografia geotécnica obedecem a um objetivo da gestão do meio ambiente. Considerando este aspecto, o referido autor, além de propor uma metodologia aplicável ao território brasileiro, retoma a associação da visão sistêmica com as finalidades e orientação de um estudo da geociência aplicado ao planejamento físico-territorial.

É inegável também, no Brasil atualmente, a presença de um sentido de dinâmica do meio ambiente na concepção de alguns pesquisadores da Geologia de Engenharia. Sob este aspecto, deve ser ressaltada a abordagem de Santos, Prandini e Oliveira (1990), que integram grupos de pesquisa no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). Este centro de pesquisa, ao lado da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, tem desempenhado um papel importante no aperfeiçoamento dos estudos voltados à gestão do meio ambiente. Uma nova filosofia para orientação destes estudos dentro da Geologia de Engenharia é defendida por estes autores. Aqui é selecionado um trecho das suas reflexões sobre o assunto.

"A Geologia de Engenharia entende a ação humana como um dos mais vigorosos agentes geológicos hoje atuantes sobre o planeta, interferindo drasticamente sobre os processos geológicos naturais, modificando o rumo e a velocidade destes processos e mesmo gerando ou induzindo o surgimento de novos e diversificados processos".

## 4. VULNERABILIDADE DO MEIO AMBIENTE E IMPACTO AMBIENTAL

### 4.1 Condições de Equilíbrio e Sensibilidade

A questão da estabilidade ou do equilíbrio de um meio é delicada. Há que considerar a grande variedade dos meios, seu grau de complexidade, a interdependência ou subordinação de um sistema em relação a outro, etc. Outro aspecto é o das situações de estabilidade difíceis de serem caracterizadas. Há casos de meios de baixa entropia, meios em nítida transformação com indefinição no seu funcionamento regular ou mesmo condições de estabilidade provisória ou precária (em alguns enfoques denominada de "meta-estabilidade" ou de "equilíbrio instável" em outros).

Do ponto de vista da pedogênese, por exemplo, vale lembrar a estabilidade indefinida dos sistemas de transformação de solos. Eles são concebidos como sistemas em estágio de readaptação relativamente lenta a mudanças nas condições ambientais (BOULET et alii, 1984). Dependendo do estágio de evolução de um destes sistemas, as coberturas pedológicas são passíveis de se encontrarem em estado de desequilíbrio, podendo assim constituir-se em meios particularmente frágeis à intervenção antrópica.

Sob a óptica da geociência aplicada, importa diagnosticar o meio quanto ao seu funcionamento regular e avaliar sua vulnerabilidade a determinadas intervenções antrópicas. Nesta avaliação, os objetivos do estudo e as dimensões da área a ser estudada condicionam o grau de detalhamento ou a escala do mapeamento, se este for adotado. Em grande parte dos casos, o estado de deterioração do meio aparece como aspecto relevante, consequentemente devendo ser diagnosticada uma situação de anomalia em relação ao comportamento natural.

Do ponto de vista da análise ambiental, Silva e Souza (1988) consideram que a sensibilidade do meio a determinadas intervenções pode ser mensurada. Admite-se que alguns meios são mais sensíveis do que outros.

Sob este aspecto da sensibilidade ou vulnerabilidade, as zonas costeiras podem ser consideradas como um exemplo bem ilustrativo. Estas zonas caracterizam-se por uma dinâmica intensa, elevados fluxos de energia e por eventos e transformações de curto tempo de vida (Oxford, 1986). A intervenção ou o manejo dos recursos naturais nas áreas de costas devem ser particularmente cuidadosos, dada a susceptibilidade destes meios. No entanto, é nesta interface entre os domínios continentais e os oceânicos que o homem é fortemente motivado a intervir no sentido de ocupação ou de uso. Nas zonas costeiras, contam-se exemplos de intervenção antrópica desastrosa, mas também exemplos de uma harmonização paisagística conseguida por esforços humanos. Trata-se neste último caso de uma interferência positiva para a instalação do ser humano, dentro destes meios considerados como delicados do ponto de vista ambiental.

Ainda quanto à sensibilidade, terrenos calcários com feições cársticas, de modo geral merecem um tratamento cuidadoso do ponto de vista da ocupação e do uso pelo homem. Uma sensibilidade a várias formas de intervenção deve ser reconhecida numa área de calcário do Sudeste do Estado de São Paulo, localizada em grande parte na Serra do Paranapiacaba, entre o local denominado Espírito Santo e a cidade de Iporanga. Abrangendo o Parque Estadual do Alto Ribeira, ela é uma área rica em feições cársticas, de pluviosidade anual superior a 1.500 mm e de cobertura florestal densa. Qualquer projeto de intervenção referente a esta área pressupõe impactos perigosos para o meio ambiente, inclusive para o homem.

Vale mencionar que os terrenos cársticos são referidos comumente na Geologia Aplicada à Engenharia pelos danos sérios que se verificam em obras civis executadas sobre eles. No Brasil, podem ser citados os exemplos de problemas graves nas instalações de fábricas de cimento (Nunes et alii, 1976) ou os acontecimentos desastrosos de Cajamar (Nakazawa et alii, 1987). A ameaça de danos oferecida pela intervenção em terrenos cársticos vale tanto para obras de grande porte, como barragens, quanto para edificações para habitação.

### 3.2 Relatividade e Significância de Impacto

Quanto ao conceito de "impacto", Bitar et alii (1988) discutem o seu significado do ponto de vista de estudos de impacto ambiental. Revendo e complementando as idéias de outros pesquisadores a este respeito, os autores entendem o meio ambiente como uma integração dos meios físico, biológico e sócio-econômico. Deste modo, distinguem "impacto", "impacto ambiental" e "impacto no meio físico". Ressaltam o caráter de relatividade dos impactos, por serem estes necessariamente avaliados na sua significância de acordo com critérios que não podem ser rígidos.

O importante aqui é assinalar a ênfase destes autores em associar a questão de impactos à dinâmica de interação entre os componentes do meio físico e os fluxos energéticos que nele atuam.

A partir dos autores citados e de outros, compreende-se o caráter de pesquisa aplicada dos estudos de impacto ambiental, uma vez que devem ser condicionados à implantação e desenvolvimento de um projeto.

De todo modo, os impactos no meio ambiente devem ser relacionados à geodinâmica e à vulnerabilidade dos sistemas a serem considerados, face a uma determinada intervenção.

## 5. RISCO E RESPOSTA

### 5.1 Potencial de Danos e Condições de Risco

Na literatura de geociências em língua inglesa, os termos "hazard", "risk", assim como "response", os quais são próprios do vocabulário corrente, adquirem significados específicos em pesquisas aplicadas à gestão do meio ambiente.

O termo "hazard" pode ser empregado para se referir a "potencial de dano" devido a interações entre o ser humano e a natureza ou a interações entre o ser humano e a tecnologia. Este é um ponto de vista firmado por cientistas sociais (Burton, Kates e White,

1978 - apud Coates, 1981), com base no argumento de que a natureza destas situações de ameaça ("hazards") depende de interações entre a atividade humana e eventos de diversas origens.

Recomenda-se evitar o emprego dos termos "hazard" e "risk" (ou "risco" em português) como sinônimos um do outro. Risco identifica-se como o produto de um fator probabilístico de ocorrência de eventos ameaçadores por um fator de custo envolvido nos eventos. Na língua francesa a denominação "risque sismique", por exemplo, é empregada com o sentido de probabilidade de perdas de vidas humanas e de bens materiais devido à ocorrência de um sismo em determinada região (Bousquet e Philip, 1990). "Aléa sismique", entendido como tradução de "seismic hazard", significa a probabilidade de que, numa dada região, um sismo ultrapasse determinada intensidade.

É importante frisar que o potencial de dano ou o risco são concebidos em termos de fenômeno e em termos de ameaça à sociedade humana. Um evento não ameaçador para o ser humano, tal como um terremoto numa região desabitada, deve ser considerada apenas um evento, sem significado como risco (Coates, 1981).

Tradicionalmente, as pesquisas sobre riscos têm-se ocupado com aqueles eventos que em essência são de caráter natural, incluindo-se nesta categoria os terremotos, as inundações, os ciclones e as erupções vulcânicas. Com o desenvolvimento da geociência aplicada, a análise de riscos tem evoluído no sentido de uma ampliação de seu objeto de interesse. A análise deve considerar também os potenciais de danos de caráter tecnológico, por exemplo.

A ação antrópica nos meios naturais tem a capacidade de induzir eventos de risco ou criar situações de risco. Não é desconhecido, entre profissionais de engenharia, a ameaça à ocupação ou à atividade humana, que é representada por antigas minas de carvão. Na Europa, as extensas redes de galeria, salões e poços, heranças inevitáveis de minerações antigas de carvão, favorecem os fenômenos de desabamento sob cargas de edificações; os bota-fora, devido à sua extensão e à sua altura, formam taludes particularmente instáveis, que põem em risco a ocupação humana em encostas. Nos Estados Unidos, são analisados casos de explosões catastróficas por ação

de gases produzidos em rejeitos de mineração de carvão (Williams e Aitkenhead, 1991). Estes produtos marginais da mineração de carvão representam assim potenciais de danos de caráter tecnológico ("technological hazards").

Bitar et alii (1990) propõem a análise de riscos geológicos em estudos de impacto ambiental, especialmente no caso de projetos de minerações em áreas urbanas. Para estes autores, sob a óptica de uma avaliação de impacto ambiental, as alterações na dinâmica dos processos dos meios físico e biológico significam repercussões no meio sócio-econômico. Na medida em que impactos ou repercussões comprometem a segurança ou a qualidade de vida face ao uso ou à ocupação do solo, são criados riscos de danos e de perdas de vidas humanas e riscos de prejuízos materiais na área de influência do projeto considerado. De maneira que determinadas intervenções no geossistema implicam respostas, as quais por sua vez, representam ameaças de danos graves à população humana.

Do ponto de vista da geociência aplicada, é importante que se adote uma concepção cada vez menos restrita sobre situações de risco, ampliando-se a presença da análise e da avaliação de riscos nas orientações de planejamento físico-territorial. Um exemplo neste sentido é a avaliação de riscos de corrosão para estruturas de concreto (Lindsay et alii, 1986). Suspeitas fundadas em alguns casos observados, quanto ao potencial de agressividade para estruturas de concreto, em razão da salinidade do subsolo, podem justificar uma avaliação de riscos sob este aspecto.

## 5.2 Resposta como Consequência Natural e como Efeito de Ações Antrópicas

O termo "resposta" ("response" em inglês), nas geociências, tem sido associado ao efeito de um processo natural. Um exemplo bem simplificado desta concepção pode ser oferecido pela combinação destas variáveis: condições de clima tropical úmido com uma vegetação característica e terreno de tectonismo brando em maciço granítico. As condições ambientais

referidas determinam a intensidade e o modo de atuação de processos de intemperismo. Na rocha granítica, a resposta a tais processos se verifica através do desenvolvimento de um tipo característico de solo. Qualquer modificação nos fatores climáticos pode resultar numa alteração nos processos e introduzir, conseqüentemente, uma alteração das características do solo, ou seja, provocar um novo tipo de resposta.

Um meio, que pela teoria sistêmica é classificado como "sistema processo-resposta", pode ser exemplificado em qualquer bacia hidrográfica do Oeste Paulista onde se encontrava, antes do avanço colonizador do século XX, uma densa cobertura florestal. Neste tipo de sistema, uma alteração ambiental, natural e relativamente comum, de acúmulo de precipitação da ordem de 300 mm numa semana, significa aumento de aporte de carga e de fluxo energético. Os cursos d'água, já tendo estabelecido a sua marcha de funcionamento numa tendência para a estabilização, têm de enfrentar uma sobrecarga de solicitação fora do padrão de estabilidade. A resposta a este evento aparece num comportamento em desacordo com este padrão. Os cursos d'água superam este distúrbio num determinado intervalo de tempo, conseguindo absorvê-lo e assim manter-se num comportamento de estabilização.

Neste mesmo tipo de sistema, um episódio incomum, mas ainda natural, de precipitação de 200 mm num só dia, desregula os processos característicos da bacia hidrográfica que estão adaptados a um funcionamento estabilizado. A resposta ao evento é incomum. No entanto, com o tempo, o distúrbio acaba sendo absorvido, numa tendência do sistema a obedecer a um padrão mais adequado à sua estabilidade.

Na mesma bacia considerada, o evento de desmatamento pelo homem provoca respostas enérgicas e de nítida anomalia. O desmatamento generalizado destrói um poderoso agente de regulação térmica, de interceptação de chuvas e de evapotranspiração. O conseqüente aumento dos processos erosivos nas vertentes e sobrecarga de solicitação, representada pela extraordinária perturbação nas variáveis de fornecimento de carga e de fluxo de energia, é excessiva para a capacidade de absorção do sistema. Dentre as respostas verificadas nos cursos d'água,

incluem-se: assoreamento do canal, solapamento das margens fluviais e tendência ao caos no regime fluvial antes estabelecido.

Como resposta rápida às mudanças ambientais, Moss (1986) considera aquela que se manifesta dentro da escala de tempo das atividades humanas. Este autor propõe uma classificação de terrenos conforme o intervalo de tempo entre a mudança ambiental e a resposta, dando ênfase também às modificações ambientais introduzidas pelo homem.

Embora as idéias de resposta, assim como de sensibilidade do meio e de desenvolvimento de situações de risco, representem pequenas variações de critério ou de ângulo de abordagem, pode-se estabelecer uma associação entre elas numa pesquisa aplicada à gestão do meio ambiente. A importância de cada uma delas depende também do caso a ser analisado. Uma área costeira pode ser muito sensível a interferências no ambiente, oferecendo respostas rápidas a estas interferências; um terreno cárstico pode-se comportar como de alta sensibilidade a intervenções no ambiente, porém com uma resposta relativamente lenta. Nestes dois exemplos, situações de risco para a ocupação humana podem ser definidas assim como podem inexistir. A identificação de ameaça ao ser humano depende de fatores já mencionados no item 4 desta exposição.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A interação de diversos fatores e o comportamento dinâmico de um complexo natural devem ser enfatizados num estudo aplicado à gestão do meio ambiente. As concepções sobre geodinâmica referem-se a questões de uma amplitude difícil de ser avaliada aqui. A apresentação resumida das idéias básicas da teoria sistêmica tende a uma interpretação simplificada do que esta teoria pode significar para a geodinâmica. Dada a amplitude do seu escopo, transparece, nesta simplificação, um caráter abstrato das suas abordagens.

As idéias expressas em termos de "vulnerabilidade", "impacto" e "resposta" são importantes num sentido de noções básicas da geodinâmica relacionada à gestão do meio ambiente. Elas também implicam pequenas diferenças de critérios de abordagem.

Algumas proposições metodológicas relativas à gestão do meio ambiente caracterizam-se por um escopo de tal amplitude, que se orientam para a análise e a avaliação de uma variedade grande de complexos ambientais. Exemplos destas proposições abrangentes são encontrados nas Avaliações de Impactos Ambientais e em sistemáticas da Cartografia Geotécnica.

No entanto, qualquer que seja a aplicação em vista, os estudos voltados à gestão do meio ambiente revelam preocupações com situações de natureza concreta. Na maior parte das aplicações, os procedimentos requerem a adoção de conceitos específicos e variáveis bem definidas. As avaliações de risco, por exemplo, apesar do condicionante de relatividade, conduzem a apreciação das questões focalizadas a noções concretas. Os mapas de risco, dado o seu caráter técnico e funcional, possibilitam a percepção clara da presença ou ausência de risco, assim como a dimensão dos problemas considerados.

Apesar das diferenças de critérios e procedimentos, em qualquer situação enfrentada pelos estudos dirigidos à gestão do meio ambiente, a óptica dinâmica e as idéias básicas de sistema, devem estar presentes como uma orientação fundamental.



## BIBLIOGRAFIA

1. ANON (1980) - Classification of Rocks and Soils for Engineering Geological Mapping. Part 1: Rock and soil materials - Report of the commission of Engineering Geological Mapping of the International Association of Engineering Geology, I.A.E.G., 19: 364-371, Krefeld.
2. BITAR, O.Y.; FORNASARI FILHO, N.; VASCONCELOS, M.M. T. (1988): Considerações básicas para a abordagem do meio físico em estudos de impacto ambiental, in: Congresso Brasileiro de Geologia, 35, Belém, Sociedade Brasileira de Geologia, 5: 1974-1982.
3. BITAR, O.Y.; FORNASARI FILHO, N.; BRAGA, T.O. (1990): Inserção da análise de riscos geológicos em estudos de impacto ambiental - considerações a partir do caso de minerações em áreas urbanas, in: Simpósio Latino Americano sobre Risco Geológico Urbano, 1, Anais..., São Paulo, I.A.E.G./A.B.G.E., 1: 248-254.
4. BOULET, R.; CHAUVEL, R.; LUCAS, Y. (1984): Les Systèmes de Transformation em Pédologie, in: Livre Jubilaire du Cinquenaire, Paris, AFES, 1: 167-179.
5. BOUSQUET, J.C.; PHILIP, H. (1990): Géologie et Risques Sismiques - les enseignements du seisme de Spitak (Arménie, 7 decembre, 1988), in: Catastrophes et risques Naturels, Bulletin de la Société Languedocienne de Géographie, 24 (1-2): 61-77, Montpellier.
6. CHRISTOFOLETTI, A. (1979): Análise de Sistemas em Geografia, 1a. ed., São Paulo, HUCITEC/USP, 106 pp.
7. \_\_\_\_\_ (1981): Geomorfologia Fluvial, 1a. Edição, São Paulo, Edgard Blucher Ltda., v. 1 - Canal Fluvial, 313 p.
8. COATES, D.R. (1981): Environmental Geology, New York, J. Wiley & Sons, 701 p.
9. ERHART, H. (1956): La theorie bio-rexistasiqye et les problemes biogéographiques et paleobiologiques, Soc. Biogeogr., Paris, CNR (288): 43-53.
10. GOLODKOVSKAJA, G.A. et alii (1968): Engineering Geological Mapping in the URSS, in: Internacional Geological Congress, 23, Proceedings, Praga, International Association of Engineering Geology: 9-17.
11. LINDSAY, M.G.; SCHEELAR; TWARDY, A.G. (1986): Soil survey for urban development, in: Land Evaluation, Ed. Donald A. Davidson, Van nostrand - Reinhold Company Inc.
12. MOSS, M.R. (1986): Landscape Synthesis, landscape processes and land classification - some theoretical and methodological issues, in: Land Evaluation, Ed. Donald A. Davidson, Van Nostrand - Reinhold Company Inc.
13. NAKAZAWA, V.A. et alii (1987): Cajamar - carst e urbanização: investigação e monitoramento, in: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 6, Anais..., São Paulo, IBGE, 2 (Tema IV): 443-460.
14. NUNES, A.J.; SILVA FILHO, B.C.; VASCONCELOS, E.M. (1976): Problemas de fundações em terrenos metamórficos cársticos, in: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 1, Anais..., Rio de Janeiro, A.B.G.E., 2 (Tema 3): 217-230.
15. OXFORD, J.D. (1986): Coasts: enviroments and landforms, in: Handbook of Engineering Geomorphology. New York, Chapman and Hall, Survey University.
16. SANTOS, A.R.; PRANDINI, F.I.; OLIVEIRA, A.M.S. (1990): Limites Ambientais do Desenvolvimento: Geociências Aplicadas, Uma Abordagem Tecnológica

da Biosfera, A.B.G.E., artigo técnico, São Paulo, 20 p.

17. SERGEYEV, Y.M. (1977): The Tasks of Engineering Geology in Connection with the Rational Utilization of Geological Environment, I.A.E.G., 15: 23-25, Krefeld.
18. SILVA, J.X.; SOUZA, J.L. (1988): Análise Ambiental, 1a. Edição, Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 196 p.
19. SOTCHAVA, V.B. (1977): O Estudo de Geossistemas, Métodos em Questão, 16, São Paulo, Instituto de Geologia/USP, 52 p. (traduzido).
20. TRICART, J. (1962): L'Épiderme de la Terre, Paris, Masson, 167 p.