

Metodologia integrada no estudo do meio ambiente

MARGARIDA M. PENTEADO ORELLANA

O meio ambiente, na mais ampla definição dada por Brailovsky (1978), é "um sistema de interações entre fatores físicos, químicos, biológicos e sociais susceptíveis de ter um efeito direto ou indireto, imediato ou a longo prazo, sobre os seres vivos e as atividades humanas".

Nessa noção está incorporada a idéia de que os estudos ambientais procuram compatibilizar o desenvolvimento da economia humana com as restrições impostas pela Natureza.

Desse conceito nasceu outro, o de Ecodesenvolvimento, conectado ao de auto dependência local, isto é: a solução de problemas sobre recursos ambientais de cada comunidade deve estar afeta à própria comunidade.

Desenvolvimento e Meio Ambiente não se opõem, mas se constituem dois diferentes aspectos do mesmo conceito. O que está em jogo é a gestão dos recursos com o objetivo de melhorar o habitat do homem e assegurar a todos os seres humanos uma qualidade melhor de vida.

Ignacy Sacks (1974) definiu algumas estratégias de Ecodesenvolvimento:

a) Melhor aproveitamento dos recursos de cada área para satisfazer necessidades básicas de seus habitantes, com perspectivas a longo prazo, mediante gestão racional dos recursos;

b) redução, ao mínimo dos impactos ambientais negativos, em todos os aspectos.

c) busca de tecnologias adequadas para lograr tais objetivos.

Esses conceitos e essas colocações filosóficas são o embasamento para nortear as pesquisas no novo campo que se abre na Geografia — o estudo do meio ambiente.

A Geografia é a ciência das relações espaciais constituindo seu objeto o

* Trabalho apresentado no Simpósio sobre "Questões ambientais e a situação de Belo Horizonte" realizado no Instituto de Geociências na UFMG nos dias 19 e 20/09/83.

estudo do espaço sob ótica antropocêntrica; por essa razão ela engloba o Social e o Natural, ocupando lugar intermediário entre as Ciências Sociais e Naturais.

O espaço inclui elementos naturais e culturais que se integram e interagem. A noção de espaço deve ser analisada em função do tempo e da capacidade psicológica individual e coletiva, salientando experiências pessoais e grupais.

O relacionamento de uma comunidade com o meio é função da cultura do povo, seu modo de vida, seus desejos, suas aspirações, o conhecimento que foi adquirido através das gerações e essa concepção conduz à noção de espaço e ambiente.

A dupla formação acadêmica em aspectos do Natural e do Social e a familiarização com o método das correlações, confere ao geógrafo, ainda que especializado num dos ramos da Geografia, a capacidade de síntese. Daí a sua possibilidade de êxito nos trabalhos de planificação ambiental.

Desde que o meio ambiente é o resultado de interrelação e funcionamento entre elementos Sociais e Naturais em forma de sistemas, a melhor metodologia de abordagem é a análise sistêmica. Cada área, cada região, cada zona, cada setor do espaço devem ser analisados como uma unidade sistêmica homogênea ou heterogênea, dependente de outros organismos, na maioria das vezes, subsistemas articulados uns aos outros em relações de cascata.

Com base na metodologia sistêmica e usando a melhor técnica de observar o território em escala de espaço e tempo — o emprego de sensoriamento remoto — aliadas a todas as demais técnicas e métodos do domínio da investigação geográfica, os geógrafos são os especialistas mais indicados para estudar as questões ambientais.

A síntese ambiental requer equipes multidisciplinares e nessas equipes os geógrafos físicos e humanos devem trabalhar lado a lado com ecólogos, geólogos, biólogos, agrônomos, engenheiros, planejadores urbanos, arquitetos, sociólogos e outros especialistas.

Se o melhor método de análise ambiental é a análise sistêmica, é indispensável um conhecimento básico sobre o assunto. Um fato importante será a escolha ou a definição da área ou das relações que definem a área a ser estudada. Bertalanffy (1950) afirma que distinguir um sistema dentro do universo é um ato mental (Abstração), cuja ação procura abstrair o referido sistema da realidade envolvente. O procedimento de abstrair procurando estabelecer os elementos componentes e as relações existentes, depende da capacidade intelectual e da percepção ambiental apresentada pelo pesquisador.

Há várias normas para identificar um sistema como: similaridade de unidades, objetivo comum e padronagem reconhecida das unidades; mas a norma básica é definir a sua organização e funcionalidade. A separação dos diversos níveis do sistema é sempre arbitrária, por isso as classificações são arbitrárias e só servem para fins específicos e têm que estar apoiadas em conceitos enunciados. Exemplo: zona, região, geossistema, ecossistema. Quando decidimos qual o sistema a ser investigado, definindo elementos e

relações é mais fácil delimitá-lo no Espaço e para cada elemento podem-se relacionar variáveis passíveis de mensuração. Definido o sistema a ser estudado, não podemos medi-lo como um todo. O primeiro procedimento é saber:

Quantas variáveis escolher?

Quais variáveis escolher?

Quais as técnicas a empregar para a mensuração delas?

Se as variáveis expressam as qualidades atribuídas ao sistema, os valores dos parâmetros indicam a intensidade dos atributos relativos aos fatores controladores do sistema, como quantidade de energia e matéria.

Exemplificando, num geossistema distinguiamos:

<i>como variáveis</i>	<i>como parâmetros</i>
variação pluviométrica	— quantidade e intensidade das precipitações
variação do débito fluvial	— valores e taxas do escoamento
cobertura vegetal	— medidas de áreas ocupadas com vegetação
processos erosivos	— valores medidos dos processos erosivos (taxas de erosão)
fluxos de migração de pessoas	— taxas de migração

Colocada a questão do método sistêmico na análise ambiental, seria bom discutir o problema das escalas de observação e o problema taxonômico das unidades de estudo, porque até agora esta questão está aberta, isso porque os especialistas preocupados com o ambiente se originam de diferentes áreas disciplinares. Não que isso seja mau. A multidisciplinaridade é bom e necessário. O que está faltando é que os especialistas de ramos diferentes, mas interessados no estudo ambiental, se sentem juntos para tentar equacionar o problema da escala e da taxonomia. Enquanto isso não acontece vamos analisar algumas colocações.

Carlos Augusto Monteiro (1978) discute bastante a questão, e tentamos resumir as suas idéias (que considero a melhor colocação sobre o assunto) acrescentando alguma observação pessoal. Ele diz “Apesar das fundamentais diferenças de escala e abordagem e das divergências de ótica (analítica do biólogo e sintética do geógrafo) a convergência para a análise integrada tem como denominador comum a questão natural sob prisma antropocêntrico”. Ele coloca também essas questões:

“Os especialistas ambientais procuram definir a Unidade Ideal de Análise Espacial do ambiente, de acordo com seus objetivos específicos. Para o hidrólogo é a bacia hidrográfica, e a taxonomia do sistema fica fácil por causa da estruturação intrínseca da bacia.

Para o biólogo a unidade ideal de análise é o ambiente ligado a uma forma de organização biótica. Na terceira dimensão, no espaço, ele projeta a sua análise em função do raio de ação da comunidade biótica, sem se comprometer com a estrutura topológica. Por exemplo, uma população de células vivendo num local restrito e mais o seu ambiente que pode atingir apenas duas dimensões, é considerada a biogeocenose isto é: a unidade espacial homogênea elementar num ecossistema. Disso resulta a extrema

flexibilidade nas escalas e na ordem de grandeza espacial implícitos na noção de ecossistema. Isso foge a qualquer princípio de classificação espacial antropocêntrica de base territorial, que deve incluir três dimensões.

Em Geografia, a noção taxonômica e a ordem de grandeza se complicam por causa das correlações entre os fatos naturais e sócio-econômicos.

Apesar das diferenças conceituais, dos especialistas ambientais, quanto à escala há um ponto comum entre eles — é a preocupação com a dimensão humana em termos das alterações antrópicas sobre os elementos do ambiente. O que varia entre eles é a ótica do lugar ocupado pelo homem nessa questão”. Voltaremos mais adiante a comparar esses conceitos.

Vejamos rapidamente a questão escalar e taxonômica sob óticas diferentes:

A classificação de Bertrand (1968) é de cunho ecológico. Ele define paisagem: “. . . Não é a simples soma dos elementos geográficos disparatados. É uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, (portanto instável) de elementos físicos, biológicos e antrópicos, que interagindo dialeticamente, uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução”.

A definição de paisagem é geográfica. Ele deixa claro no conceito que não se trata de paisagem natural, mas de paisagem total, integrando todas as implicações da ação antrópica.

A definição de Bertrand de paisagem pode ser aceita, a classificação peca, porque se apoia na paisagem natural. a ponto de afirmar que na classificação ele deixa de lado as paisagens fortemente humanizadas, em particular as urbanas. É óbvio o motivo: por causa da sua complexidade. Quanto mais complexo o sistema, mais difícil classificá-lo e maior a exigência de equipes multidisciplinares.

O sistema de classificação de paisagens de Bertrand comporta 6 níveis têmporo-espaciais. Como unidades superiores ele indica: Zona, Domínio, Região, tomando como base das classificações: elementos climáticos e estruturais. Como unidades inferiores ele classifica: geossistema, geofácies, geotopo. Os elementos básicos da classificação aqui são: fatos biogeográficos e antrópicos. Trata-se de unidades inferiores à região natural.

Vamos deixar de lado as unidades superiores e vejamos as inferiores, que melhor se coadunam com a abordagem ambiental.

Geossistema — “Complexo geográfico dinâmico. Situa-se entre a 4ª e 5ª ordem de grandeza têmporo-espacial de Tricart (1965). Deve apresentar homogeneidade fisionômica, e deve ter passado por um mesmo tipo de evolução morfogenética e mesma degradação antrópica”. Aqui já entra uma dificuldade, será que uma área com a mesma evolução morfogenética, sempre estaria sujeita a um mesmo tipo de degradação antrópica?

“O geossistema corresponde a dados ecológicos relativamente estáveis, resultantes da combinação de fatores geomorfológicos, climáticos e hidrológicos — quadro para valorização e ocupação e se presta para análise do impacto sobre a natureza”.

Essa afirmação implica em sistemas oponentes: de um lado o quadro natural, de outro o quadro humano.

O geossistema de Bertrand é uma unidade característica dentro de uma Região Natural. O exemplo é nosso: um compartimento do Planalto Central revestido de cerrado.

Ele esclarece que a unidade fisionômica não significa homogeneidade de todos os elementos. Logo, admite ser o geossistema uma unidade heterogênea do ponto de vista dos elementos integrativos. Abrange escala de alguns km² a centenas de km².

O geossistema reagrupa geofácies diferentes. No exemplo citado acima, os geofácies poderiam ser: matas, galerias e campo limpo. O geossistema, segundo o autor, permite a compartimentação em unidades menores características e homogêneas. A base da distinção delas seria natural: solos, cobertura vegetal e feições de detalhe do relevo.

Geofácies — corresponde a um setor fisionomicamente homogêneo, onde se desenvolve a mesma fase de evolução geral do geossistema. Tamanho: centenas de m². Escala: 6ª ordem de Tricart. Exemplo: uma face de montanha exposta à maior insolação.

Geotopo — corresponde a micro-formas na escala de metros quadrados ou centímetros quadrados, (7ª escala de grandeza de Tricart). Exemplo: um fundo de vale onde o sol nunca atinge. Para ele, é a menor unidade geográfica homogênea discernível no terreno.

O mérito de Bertrand é tentar ligar a Ecologia ao seu suporte — meio natural e também a base têmporo-espacial da sua classificação.

Há, entretanto muito a discordar de Bertrand, do ponto de vista geográfico-ambiental:

— As delimitações geográficas são arbitrarias e é impossível achar um sistema espacial que respeite os limites próprios para cada ordem de fenômenos.

— A teoria geral dos sistemas que deve ser aplicada a qualquer análise sistêmica explícita que o característico fundamental de um sistema é ser ele abstrato, um ato mental e a sua delimitação depende da percepção espacial do pesquisador ou do grupo. O sistema se define pela interrelação dos elementos que foram escolhidos ou identificados como fundamentais para o seu funcionamento.

— Logo o geossistema não pode ter dimensão definida. Ele se define pela combinação interrelacionada dos seus elementos, que garante o seu funcionamento.

— Bertrand afirma que o geossistema se define por um tipo de exploração biológica do espaço.

Na minha opinião é o modo de exploração biológica e especialmente humana (político-social-econômica) do território, que permite definir o geossistema. Definir se ele está próximo ou não de ser degradado; se pode ou não ser reabilitado. Que medidas de ação política tomar para a sua gestão etc.

Enfim é a dimensão antropocêntrica que define o geossistema, que inclusive pode receber qualquer outra denominação: sistema geográfico, unidade territorial, unidade eco-geográfica. A dimensão antropocêntrica e o

método geográfico de análise integrada do funcionamento do sistema em questão, que o definem como um sistema geográfico-ambiental.

Passemos agora a classificação do espaço natural de Sotchava (1976).

Ele define geossistema como “uma classe peculiar de sistemas dinâmicos, abertos, hierarquicamente organizados”.

São formações naturais que experimentam o impacto dos ambientes: social, econômico e técnico. Como um sistema integrado, o geossistema não se subdivide indefinidamente. As unidades espaciais acham-se na dependência da organização geográfica”.

Sotchava como Bertrand definem geossistema com base natural. As atividades humanas e econômicas o impactam modificando suas relações internas.

Sotchava avança um pouco mais do que Bertrand, saindo da Ecologia em direção à Geografia, ao referir que as unidades espaciais acham-se na dependência da organização geográfica. Mas apesar disso, a sua classificação ainda se fundamenta em condições naturais.

Está bem próximo do geográfico quando afirma que o geossistema tem várias categorias dimensionais: topológica, regional, planetária e intermediárias. Em escala descendente de categorias, ele indica: geossistemas, geócoros, geômero, geótopo.

Focalizemos agora a definição ecológica de ecossistema segundo o ecologista Aguesse (1972):

“O biótopo (lugar físico) e a biocenose (comunidade biológica) que lhe está associada constituem o ecossistema. O conjunto deve apresentar certa homogeneidade, pelo menos fisionômica: um charco é um ecossistema do mesmo modo que uma floresta resinosa. Os ecossistemas podem ter extensão muito variável, de alguns m² até milhares de hectares. A superfície, portanto não entra em linha de conta no conceito do ecossistema, que pode ser definido como uma unidade topográfica colonizada por certo número de seres vivos que têm vínculos definidos com o biótopo”. Em ordem de grandeza espacial da unidade menor para maior são classificados: biótopo, ecótopos, biomas.

Comparando a classificação de geossistemas de Sotchava com a classificação de ecossistemas notamos o seguinte:

— No ecossistema a ênfase é toda para o componente vivo (biocenose) e o componente físico é acessório e muito variável, podendo se restringir a apenas duas dimensões. (Uma diminuta população de células é uma unidade de ecossistema).

— No geossistema o elemento básico para a classificação é o espaço e tudo que nele está contido em integração funcional, e em 3 dimensões.

Para as classificações do ambiente, a classificação de ecossistemas não se aplica, basicamente porque as atividades econômico-sociais do homem, que mais interferem no ambiente, estão fora das cogitações da abordagem ecológica.

Na classificação de Sotchava, a unidade mínima do geossistema coincide com o território físico-natural-biológico e cada categoria de geossistema se

situa numa área definida do espaço terrestre, definidas em termos de relações funcionais de seus elementos no tempo e no espaço.

Entretanto ainda não se determinou um critério universal para uma unidade espacial mínima para o geossistema território onde interagem os elementos que asseguram a integridade do sistema.

Do ponto de vista geográfico-ambiental essa categoria é tridimensional e na vertical deve abranger até 3 km em direção à camada da atmosfera, onde ocorrem as variações de tempo que influenciam como fonte geradora de energia para o funcionamento do sistema.

Uma das vantagens dessa classificação de geossistema é o princípio bilateral da classificação:

1. Geossistema de estrutura homogênea — geômetro, sub-classe.

2. Geossistema de estrutura heterogênea — geócoro, classe.

A regionalização baseada em complexos territoriais naturais, obtidos de acordo com feições morfológicas das paisagens não caracteriza o complexo ambiental da mesma maneira que a abordagem sistêmica.

A falha que ainda encontro na classificação de geossistemas de Sotchava é o fato de ele conceituar o geossistema como um sistema natural que pode ser modificado ou derivado sob ação do homem. O meu ponto de vista, que aliás não é só meu, mas já foi apontado também por Monteiro (1978) é que:

“O Geossistema é um sistema singular, complexo, onde interagem elementos humanos, físicos, químicos e biológicos e onde os elementos sócio-econômicos não constituem um sistema antagônico e oponente, mas sim estão incluídos no funcionamento do próprio sistema”.

Isso modifica inteiramente todas as colocações aqui feitas anteriormente a respeito de geossistema porque é possível determinar os seus limites partindo das relações dos elementos sociais entre si e desses elementos com o meio.

Outro ponto inovador é a possibilidade de defini-lo abstratamente, desde que o pesquisador ou o grupo identifiquem as relações que eles querem analisar e as suas interações com o espaço que eles considerarem definido por essas relações. Essa decisão implica em interesses subjetivos, individuais ou comunitários.

As relações a serem examinadas no tempo também dependem do conhecimento inicial, e do diagnóstico do pesquisador. Ele ou o grupo julgam qual o tempo é necessário considerar para entender a evolução do geossistema e fazer prognósticos.

Essa concepção está de acordo com a Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy quando afirma: “distinguir um sistema dentro do universo é um ato mental (abstração) cuja ação procura abstrair o referido sistema da realidade envolvente”.

Outra característica conectada à Teoria Geral dos Sistemas é que: qualquer geossistema (eleito) para estudo é um subsistema dentro de outro maior, encadeado em cascata, em subsistemas antecedentes e consequentes.

Essa colocação facilita a definição de geossistemas ambientais.

A visão antropocêntrica norteando os estudos de sistemas ambientais abre possibilidades para a análise temporal-evolutiva, partindo de geossistemas primitivos para geossistemas derivados sob ação do Homem.

Essa forma de análise de um modelo sintético mostra a dinâmica da paisagem.

A dinâmica pode ser estudada sob dois aspectos temporais:

1º — No Tempo Presente — estudando o dinamismo dos processos que conduzem à elaboração de formas ou as respostas aos processos.

Do ponto de vista geomorgológico: processos erosivos que elaboram e modificam a forma das encostas.

Do ponto de vista humano: certos fluxos de migração que conduzem ao crescimento caótico das periferias urbanas

2º — No Tempo Passado — (noção evolutiva). O dinamismo aqui é observado em duas modalidades:

a) A curto prazo (em escala do homem) A análise parte de observações dos elementos presentes na paisagem atual e depois passa, em visão retrospectiva, para um passado não muito distante 10, 20, 30 e 50 anos (período de uma, duas ou três gerações).

O melhor método de observar e medir elementos da paisagem nesse caso é o uso de sensores remotos de todos os tipos e escalas. Os fatos que não podem ser medidos têm que ser pesquisados por outros métodos já do domínio geográfico.

b) A longo prazo (fora da escala do homem) períodos seculares. Domínio da paleogeografia, da pré-história, das oscilações climáticas.

A mudança na estrutura dos geossistemas observada através da análise evolutiva é muito importante para prognose e é o melhor instrumento para aplicação prática da investigação e para a produção a serviço da comunidade.

Quando se conhece a marcha da evolução dos elementos e o funcionamento do geossistema durante um período de tempo é possível prever a tendência da evolução no futuro.

As prognoses têm valor para a solução de problemas econômico-sociais. O método pode ser aplicado para ressaltar aspectos humanos, sócio-econômicos e naturais.

As políticas de desenvolvimento requerem um processo de adaptação mútua dos recursos naturais, da tecnologia e do próprio homem.

Para fins de aplicação prática é necessário classificar os estados variáveis dos geossistemas. Acompanhar a evolução dos estados variáveis pode conduzir à antever as mudanças na estrutura do geossistema. A mudança na estrutura do geossistema implica na mutação das invariantes, com o tempo. Essa observação é muito útil do ponto de vista prático e econômico.

Alguns componentes do geossistema mudam com velocidade vertiginosa, outros muito lentamente. Esse fato é que permite definir as variáveis e as invariantes. A mutação das invariantes desequilibra o geossistema podendo conduzi-lo à mudança completa de estrutura, e à destruição, ou auto-regulação.

Exemplificando com um geossistema primitivo em fase de modificação pela intervenção antrópica e para o qual se deseja fazer prognose a curto prazo (escala do homem). A análise neste caso deve partir de observações das formas do relevo, processos erosivos, solo, vegetação e ação do homem.

Como invariantes do geossistema consideramos: as formas das encostas e o regime pluviométrico. Como variáveis: o escoamento superficial, o balanço hídrico, os processos erosivos e sedimentares, as características de solo e vegetação, as atividades antrópicas etc.

No caso da atuação antrópica romper o equilíbrio do geossistema, a ponto de modificar a forma da encosta (invariante) é sinal de que o geossistema entrou em fase de desequilíbrio e de rompimento de sua estrutura, podendo caminhar para a destruição.

Quando as proposições da pesquisa ambiental são muito complexas, essa metodologia pode não ser satisfatória. Em qualquer caso recomenda-se equipe multidisciplinar de pesquisadores.

Alguns trabalhos fundamentais, indicados na bibliografia poderão servir de guia metodológico, carecendo, alguns deles, de adaptações para a nossa realidade ambiental. Citamos os de Tricart (1977), Tricart e Kilian (1979), Monteiro (1978) e a maioria dos estudos americanos sobre Geologia e Geomorfologia Ambiental como os editados por Donald Coates, além dos trabalhos de cunho metodológico recentemente publicados na Alemanha Ocidental, na Inglaterra e Austrália. Jean Tricart e André Journaux vêm mantendo uma produção de vanguarda em Geomorfologia Aplicada e ultimamente, de modo específico, em Planejamentos ambientais para gestão de territórios, com mapeamentos, geralmente, em escala de 1:25.000.

Nos estudos para planejamentos urbanos e rurais, algumas características do meio ambiente que interessam como base para o conhecimento do território e passíveis de fotointerpretação e mapeamento são:

— forma e grau de declividade de encostas.

— tipos de cobertura vegetal natural, modificada e reflorestamento.

— aptidão de compartimentos do relevo e de setores de encostas a tipos de usos. Nesse aspecto os perfis em toposequência incluindo outros elementos naturais e humanos são muito úteis.

— condições hídricas, rede de drenagem, mananciais, linhas de nascentes; em regiões secas, um mapa dos aquíferos.

— unidades morfológicas.

— unidades geológicas e formação superficiais.

— ocupação agrícola e/ou urbana e vias de circulação. Análise evolutiva desses elementos. Indicação de áreas potenciais de otimização desses usos (zoneamentos).

— áreas de agressão sob impacto de usos inadequados.

— processos erosivos em equilíbrio e em desequilíbrio, etc.

A declividade das encostas é o elemento que mais interessa aos planejadores urbanos ou rurais, especialmente visando atender objetivos de agrônomos, arquitetos, engenheiros civis e florestais, paisagistas, urbanis-

tas. Por essa razão é um elemento que merece mapeamento à parte, em transparência, para sobreposição.

Tricart sugere um levantamento completo para complementar as informações ambientais com enquetes sociológicas para conhecimento das condições sanitárias, das técnicas de manejo agrícola, culturais, enfim elementos que possam esclarecer as relações das comunidades com o meio, com o objetivo de apresentar diagnóstico e soluções para os problemas.

Falque (1972) chegou a propor uso de matrizes para determinar grau de compatibilidade dos diversos usos do solo para determinar um sistema de valores.

Por essa amostragem dos elementos passíveis de serem analisados, mapeados, interpretados e interrelacionados para se chegar a propor soluções, se tem uma pálida idéia da complexidade do estudo integrado do ambiente para fins de planejamento.

Quanto aos mapas ambientais, só pelo número das variáveis a serem cartografadas também se conclui que o resultado é muito complexo. De fato, se o mapa geomorfológico tem sido considerado um documento útil mas muito "carregado", que dizer dos mapas ambientais, que representam o interrelacionamento dinâmico de um número muito maior de elementos? Eles são mais complexos e por isso de aplicabilidade mais difícil. São mapas feitos por poucos e para uma clientela especializada e pequena, que certamente não serão utilizados por muitos especialistas em questões ambientais devido à sua complexidade e dificilmente serão difundidos, da maneira como vêm sendo elaborados.

Esse é o problema que estamos enfrentando. Esse é o problema dos mapas já elaborados por Tricart, Journaux e todos os que aplicam metodologias semelhantes. Acontece o mesmo com os mapas do Radam, que têm uso de certa forma restrito, por causa do acúmulo de símbolos, letras, números, nuances de cores etc.

Em suma, sem desmerecer o valor e a importância dos mapas ambientais, a maior crítica que a eles se faz é a dificuldade de assimilação. Entretanto isso é uma decorrência lógica do universo complexo que eles representam. São mapas interpretativos, evolutivos, dinâmicos, com sugestões de usos, logo são muitos objetivos para um único documento.

Como resolver então o problema?

Mapeamentos ambientais aqui no Brasil são quase inexistentes, afóra a experiência da Universidade Federal de Minas Gerais e Instituto de Geociências Aplicadas e algumas mais. Estudos completos de planejamento ambiental nos moldes dos trabalhos de Tricart feitos para o Mali e para a região do Beni na África são raros.

O Mali fica na zona saheliana e o Beni nos Atlas Argelianos. Ambas as regiões bastante subdesenvolvidas e de baixo nível de vida. Os programas governamentais se dirigem para aumentar a produção agrícola, incrementar a irrigação e o reflorestamento, enfim para a melhoria das condições de vida das populações rurais.

Os objetivos a alcançar eram relativamente simples porque as regiões eram bem mais naturais do que humanizadas e os desejos e interesses eram modestos.

Então eu creio que consegui chegar no ponto fundamental da questão: Um estudo ambiental tem que partir de um diagnóstico de problemas e, se os problemas forem muitos e complexos, há necessidade de selecioná-los por prioridades. As prioridades podem obedecer critérios vários, a começar pelo interesse da comunidade; interesse dos órgãos administrativos, interesse dos próprios pesquisadores, ou ainda atender à disponibilidade de recursos naturais, técnicos e humanos.

De acordo com esses interesses se procura formar a equipe multidisciplinar para elaborar o planejamento. É sempre desejável que a coordenação fique a cargo de um geógrafo por causa da sua visão de síntese.

Para a elaboração do plano é preciso ter em mente o problema ou os problemas fundamentais que deverão ser estudados e, a partir daí, analisá-los dentro do sistema onde estão inseridos.

O resultado final dos trabalhos deve estar sintetizado num documento cartográfico que não pode ser muito complexo. Recomenda-se dividir o mapa em três ou quatro transparências sobrepostas; ou em três ou quatro documentos "temáticos" referentes a problemas ou aspectos fundamentais que mereçam destaque ou, ainda, se for o caso, num Atlas Ambiental em lugar de um mapa ambiental.

Outro problema que surge de imediato num estudo ambiental é do da escala a ser considerada e da taxonomia decorrente.

Conforme a nossa conceituação, a respeito de unidade territorial heterogênea mínima — o geossistema — vimos que a sua definição é abstrata e depende de pontos de vista ou de interesses subjetivos diversos, de indivíduos ou grupos. Desde que a área mantenha unidade do ponto de vista da integração e funcionalidade dos elementos, ela pode ser definida como um geossistema, assim seja ela uma bacia hidrográfica de 1ª ordem ou de 2ª ordem de grandeza ou um setor de uma cidade, ou uma área a ser usada para futura expansão urbana ou, ainda, um compartimento morfogenético de um domínio morfoclimático.

Pode portanto abranger áreas de grandeza variável de dezenas a centenas de quilômetros quadrados, em três dimensões. A sua identificação depende dos objetivos a serem alcançados.

A questão da escala escolhida coloca o problema da metodologia a ser adotada. Quanto menor a unidade espacial a ser estudada, maior detalhe se pode obter da análise dinâmica que deverá ser apoiada na cartografia à base de fotografias aéreas na escala de 1:25.000 a 1:40.000 para elaboração do mapa ambiental. O grau de complexidade do mapa indicará opções para dividi-lo em alguns documentos com temas específicos, a fim de evitar a sobrecarga de informações.

Quanto maior a escala mais se atingem os detalhes como setores de encosta, ou setores de planícies aluviais (geofácies), ou setores de cidades. Essas subunidades servem de base para "zoneamentos" com indicação de otimização de usos.

Se a escala de análise for pequena (1:100.000 a 1:250.000) abrangendo uma macro-unidade, os aspectos analisados serão de cunho geral e a compartimentação do relevo com base morfogênética dará os fundamentos para a distinção das subunidades, visando também um “zoneamento” de cunho mais geral, em pequena escala e os documentos essenciais para mapeamentos serão as imagens de satélite.

Vejamos agora a aplicação do método de análise integrada com um exemplo do estudo de uma pequena área do Distrito Federal escolhida para se integrar ao plano urbano.

O plano foi elaborado sob a responsabilidade da Secretaria de Viação e Obras do Governo do Distrito Federal (SVO). A coordenação do projeto esteve a cargo do arquiteto Dr. Paulo de Melo Zimbres e nele trabalharam 24 pessoas, entre profissionais, estudantes e estagiários, a maioria arquitetos, alguns agrônomos, geólogos e engenheiros da Cia. de Águas e Esgotos de Brasília (CAESB) e dois geógrafos: Aldo Paviani na área de planejamento urbano e nós próprios no estudo das condições ambientais.

Entre os objetivos principais destacavam-se:

1. Localizar áreas de expansão urbana de modo a favorecer uma distribuição mais equânime das áreas de emprego e de serviços hoje concentrados principalmente no Plano Piloto.
2. Contribuir para a elevação do padrão de vida do habitante de Brasília e da região, através da criação de espaços necessários ao desenvolvimento das atividades urbanas do DF.
3. Otimização dos recursos construídos, áreas urbanas já implantadas, sistema viário e redes de infra-estrutura.
4. Preservar e valorizar os recursos naturais disponíveis: água, vegetação, solo, processos biológicos que se desenvolvem na área, hoje ameaçados pela utilização desordenada da paisagem.
5. Attingir a melhor qualidade ambiental possível em termos de uso comunitário das estruturas urbanas a serem criadas.

O 1.º espaço escolhido foi o Núcleo Águas Claras, como a 1ª área complementar de 4.000 ha, abrangendo parte da bacia do Córrego Vicente Pires, entre o Núcleo Bandeirantes, Guará e Taquatinga.

A parte que nos coube foram os dois últimos itens do plano geral e para isso, também constituímos uma equipe de 2 estudantes formandos em Geografia e um geógrafo*, e o trabalho versou sobre o impacto ambiental do crescimento urbano sobre a área em questão: um segmento retangular, abrangendo o médio curso da bacia do córrego Vicente Pires.

* A equipe constituída era a seguinte: Margarida M. Penteado Orellana — Coordenação e direção.

Janete Odria Rodrigues (geógrafa), Milton da Costa Araújo Filho e Mário César T. da Silva (estudante de Geografia).

É claro que a área não podia ser analisada isoladamente e nem ela constituía uma unidade integrada. Ampliamos, então o nosso estudo para toda a área da bacia e ainda para a parte do Lago Paranoá do qual ela é tributária. Essa unidade nós consideramos como um geossistema.

Um levantamento prévio in loco e através de fotos aéreas permitiu constatar que a área comportava o mais sério problema de agressão ao meio que atualmente ocorre em quase todo o D.F.: estava totalmente esburacada, com áreas imensas decapeadas da cobertura laterítica e da vegetação, gerando sérios problemas erosivos com ravinamentos, voçorocamentos e movimentos rápidos de detritos. Havia buracos de mais de 1 ha de superfície e 3 a 4 metros de profundidade.

As conseqüências do agravamento erosivo eram muitas:

Cerca de 1.500 ha de áreas estavam perdidas para uso urbano ou para vias de circulação ou uso agrícola.

Aumento da profundidade dos canais menores nas vertentes de declives fortes, conduzindo ao abaixamento do lençol freático com aprofundamento e desbarrancamentos no canal principal.

Aumento da carga detrítica do Córrego Vicente Pires, afogando as exíguas planícies aluviais, únicos solos do DF disponíveis para horticultura.

Aumento da sedimentação do Lago Paranoá, com formação deltaica em todas as desembocaduras dos tributários e especialmente na do Vicente Pires.

Só para se ter idéia do assoreamento do lago, o estudo evolutivo da paisagem, feito com fotos de épocas diferentes mostrou que a sedimentação cresceu 1.850 m em 17 anos, cerca de 100 m/ano, na superfície. Isso significa que o fundo foi totalmente preenchido.

Essa sedimentação é a responsável pelo processo acelerado de eutrofição do Lago Paranoá, com todos os seus inconvenientes, inclusive de odores de putrefação que, na estação seca de 1981 obrigou os moradores do Lago Sul a mudarem-se para hotéis nos dias em que a situação esteve insuportável.

O processo de esburacamento foi acompanhado de desmatamento das encostas e destruição das matas galerias.

Esses eram os problemas cruciais do ponto de vista de impacto ambiental.

Havia outros de poluição dos mananciais com instalação de abatedouros clandestinos e de invasão das matas galerias e mananciais por favelas — “invasões” — que surgem da noite para o dia e que constituem um dos maiores desafios aos poderes públicos porque é um problema social e ao mesmo tempo de agressão ambiental.

As áreas perdidas tinham que ser recuperadas e nós precisamos apresentar sugestões com:

— medidas corretivas.

— medidas de minimização dos processos desencadeados.

— indicação de áreas de otimização de usos “zoneamento” de encostas.

— indicação de áreas problemáticas para certos usos.

— prognósticos para planejamentos posteriores e enfim, tudo o mais que pudéssemos oferecer.

Aceitamos o desafio e tratamos de conhecer o nosso “geossistema desequilibrado”.

O plano elaborado incluía concomitantemente trabalho de campo, foto-interpretação e mapeamento ambiental.

Mas era necessário apresentar mapas simples, de fácil leitura, de fácil compreensão para atender às necessidades do grupo multidisciplinar. Tínhamos que fugir a tudo que carregasse o mapa, para não comprometer a nossa própria contribuição. Era preciso lembrar que mapas muito complexos não são entendidos por outros especialistas. E foi com esses propósitos que partimos para a execução do nosso plano. O prazo era exíguo, apenas três meses.

O plano proposto foi muito simples, o título era: “Levantamento geomorfológico com vistas à definição de problemas ambientais no geossistema “Águas Claras”. Nossa proposta era estudar os resultados do impacto causado pela ocupação humana sobre os elementos “naturais” da paisagem, visando oferecer subsídios ao planejamento e conservação ambiental e o uso mais adequado dos setores do espaço em questão.

Utilizamos as metodologias desenvolvidas por André Journaux e Jean Tricart com adaptações à realidade do Distrito Federal e simplificação.

O projeto incluía mapeamento das condições ambientais, mostrando as tendências da evolução do processo de degradação.

Os elementos analisados e mapeados foram:

— compartimentação do relevo, apoiada em fatos morfogenéticos, associados à litologia, tipos de solo e vegetação e aos fatos da ocupação humana.

— micro-compartimentação das encostas e dos vales associando os mesmos elementos, acompanhada de perfis em topossequência. O objetivo era fornecer um “zoneamento” para os setores de encosta e para as planícies aluviais.

Nesse aspecto os elementos mais importantes eram a forma e a declividade das encostas e a delimitação das rupturas de declives, porque esses foram os elementos considerados invariantes do geossistema. Elaborou-se, à parte, um mapa de declividade das encostas.

— indicação (por símbolos) dos tipos de processos erosivos naturais e antrópicos associados a cada setor das encostas.

— indicação dos espaços ocupados com culturas e de espaços modificados pela ocupação humana: áreas desmatadas, terrenos limpos, zonas de empréstimo de terra, zonas de desbarrancamentos, zonas de exploração de cascalhos etc., mostrando as consequências na degradação das encostas (tipos de processos acelerados de erosão).

Para a visão de síntese e da evolução de todos os aspectos ambientais elaboramos alguns mapas à base de fotointerpretação.

Usamos fotos aéreas na escala de 1:40.000 de 1965, 1978 e 1982. As de 1982 só conseguimos no final do trabalho mas elas serviram para algumas medidas de áreas e para observação da marcha dos processos analisados.

O primeiro mapa geomorfológico-ambiental foi elaborado com as fotos de 1978. Era mais completo e sobrecarregado. Servia mais para nosso uso, mas tinha que ser elaborado porque nos dava uma visão de síntese de todos os problemas do geossistema proposto. Continha elementos fundamentais da morfodinâmica, formações superficiais, cobertura vegetal, rede hidrográfica e elementos humanos: urbanos e rurais.

O mapeamento foi acompanhado de levantamento de campo e o resultado final serviu para complementar as informações que estávamos colhendo da análise temporal, da evolução desses geossistemas no período 1965-78-82.

Para a análise temporal elaboramos mais dois “mapas”. Eram apenas mosaicos montados à base de fotos de 1965 e 1978. A margem de erro era pequena devido ao pequeno número de fotos utilizadas. A elaboração desses mosaicos foi acompanhada paralelamente com observação de pares estereoscópicos para esclarecimento dos problemas de difícil observação planimétrica.

Nesses mosaicos, conforme o objetivo inicial, representamos:

- (áreas) de desmatamento
- decapeamento da carapaça laterítica e da cobertura superficial
- erosão acelerada

Nós não podíamos sobrecarregar o mapa, para não correr o risco de não sermos entendidos pela equipe multidisciplinar.

Nos dois mosaicos foram mapeados e tomadas medidas de áreas dos seguintes elementos:

— dos tipos de vegetação natural (cerrado, cerrado ralo, campo sujo, mata galeria) foram medidas também as áreas ainda visíveis de desmatamento.

— medimos as áreas esburacadas, terrenos baldios e áreas de voçorocamento.

— áreas de sedimentação nas planícies aluviais (quando possível) e na embocadura do Córrego Vicente Pires, no lago Paranoá.

— Marcamos com símbolos os processos acelerados de erosão (ravinas e voçorocas) e os equilibrados, que nos deram depois indicação do estágio equilíbrio das encostas.

Foi feito trabalho de campo paralelo com execução de perfis em topossequência para relacionar cada setor de encosta a:

- aspectos geológicos.
- tipo de topografia; tipo de formação superficial.
- tipo de cobertura vegetal; tipo de solo; tipos de processos atuantes.

Esse procedimento permitiu concluir sobre otimização de usos e apontar medidas corretivas. Enfim o que chamamos de “zoneamento de encostas e dos compartimentos do relevo”.

As zonas agredidas pelo decapeamento dos solos marcamos a vermelho (côr símbolo de erosão antrópica), para chamar mais atenção. Queríamos que os mapas falassem por si.

A comparação dos mapas de 1965 e 1978 nos deu uma boa idéia da evolução do impacto ambiental no período considerado. Notou-se que a

evolução dos processos acelerados foi violenta, com aumento do desmatamento, especialmente nos mananciais, crescimento das voçorocas, aumento da carga sólida dos canais, aprofundamento dos mesmos, abaixamento do lençol freático, afogamento das várzeas por areias, silt e cascalho, sedimentação progressiva do Lago Paranoá. O esburacamento generalizado rompeu o equilíbrio dos setores mais planos das encostas, exatamente os sítios mais favoráveis para expansão urbana, e em processos em cadeia, rompeu o equilíbrio de todo o sistema.

Enfim, quero apresentar alguns dados para se ter uma idéia do impacto da urbanização no equilíbrio ambiental nesse geossistema considerado:

— Uma pequena barragem à montante do Vicente Pires, construída para durar 50 anos estourou após 18 anos. O cálculo do volume dos sedimentos ali acumulados indicou 50.000 m³ de silt, areia e argila.

Conhecidos que eram a área e o volume dessa represa, pudemos prever a marcha do processo acelerado de sedimentação e prognosticar para casos semelhantes.

— Quanto à mata ciliar obtivemos os seguintes dados:

Em 1965 havia 1.182 ha

Em 1978 havia 876 ha

— Terrenos esburacados e limpos de qualquer cobertura, expostos à erosão:

Em 1965 — 1.090 ha

Em 1978 — 1.408 ha

Esses fatos tiveram repercussão em cadeia com o aceleração da erosão e aumento do volume sedimentar conforme já esclarecemos.

A análise morfodinâmica e interpretação paleogeográfica mostraram a razão de ser do sítio mais agredido para retirada do cascalho. Trata-se de pedimentos detriticos Pliocênicos, de deposição de concreções desagregadas de bancadas ferruginosas autóctones das superfícies mais altas e depositados nesses setores planos e pedimentados das encostas.

É esse o setor morfológico que mais carece de correção e de proteção.

No final do trabalho conseguimos ter uma visão integrada dos problemas sócio-econômicos-administrativos e ambientais que interagem neste geossistema:

— Apontamos os problemas e suas causas

— Fizemos prognósticos, caso os processos acelerados não fossem corrigidos ou minimizados

— Apresentamos propostas de soluções

O trabalho agradou à equipe e foi usado no Projeto Global. Todas as nossas observações estão ali diluídas.

Mas também foi elaborado, em separado, somente o nosso projeto, porque consideraram de utilidade como suporte para as outras áreas que iam ser estudadas e como metodologia de análise evolutiva da paisagem.

Transcrevemos aqui apenas com intuito de demonstrar a aplicação do método, algumas das soluções propostas.

As providências a serem tomadas visam:

1º) reduzir o processo acelerado de erosão nos setores pedimentados de encosta, a fim de não perder áreas de fraco declive para usos mais adequados urbanos ou paisagísticos. A redução da erosão dessas encostas desacelerará o processo de transporte de detritos sólidos para os canais, para as planícies aluviais e para o Lago Paranoá.

2º) reduzir concomitantemente o contingente de material sólido em trânsito nas canais, reduzindo com isso a erosão e o aprofundamento dos sulcos e talvegues, pois qualquer aumento na carga sólida dos rios, independentemente da variação de débitos ou de outras variáveis hidráulicas, acelera o processo de entalhe e aprofundamento e desbarrancamentos.

3º) reduzir a massa de detritos que se deposita nas planícies aluviais com afogamento dos solos agrícolas.

4º) reduzir a chegada de detritos ao lago, para minimizar o processo de sedimentação desequilibrada e eutrofização que foram desencadeados.

5º) reduzir o contingente de detritos sólidos nas barragens criadas ou a serem projetadas.

Propostas para minimizar o impacto causado pelo esburacamento das encostas e aceleração da erosão:

1º) Parada imediata da retirada de cascalhos nesses setores ou em quaisquer outros sítios nas bacias vertentes do Sistema Paranoá. Procurar outras áreas para a exploração do cascalho, mediante planejamento e estudos prévios a fim de não deteriorar outros ambientes, causando novos prejuízos. A capa de concreções ferruginosas é a única proteção das encostas contra a erosão acelerada. Evitar a remoção em grande escala desse capeamento nos projetos de construção.

2º) Aproveitamento dos sítios esburacados que geralmente coincidem com os setores de menor declive das encostas (P4), com os procedimentos seguintes para reduzir o processo erosivo acelerado:

a) construção de "cordões, ou leiras, acompanhando as curvas de nível, usando material local, blocos agregados de seixos ferruginosos, em forma de terraços, ao longo de todo o perfil da encosta, até as bordas do pátamar. Os terraços de blocos grossos deixam passar a água mas retêm os detritos, reduzindo a erosão laminar e a carga sólida que vai para os canais e para toda a rede de drenagem. A retenção dos detritos finos vai permitindo que a capa superficial arrancada seja repostada.

Essas áreas podem ser reutilizadas para:

— edificação de cemitérios ou campos gramados de esporte.

— construção de sítio turístico (mirante) com arborização (árvores frutíferas) e gramado. O gramado pode ser precedido de plantação de feijão para ser enterrado logo após o crescimento, como adubo verde, para nitrificar o solo.

— reflorestamento com árvores frutíferas (mangueiras ou abacateiros) que não exigem muito dos solos e são plantados a espaços bem amplos (8-10 m).

— urbanizar com os cuidados necessários. A construção dos terraços com blocos limoníticos vai ajudar a minimizar a ação erosiva ao longo da encosta e a jusante.

b) Para reduzir a erosão nos canais recomenda-se também a construção de cordões do mesmo material, como pequenas barragens ao longo do perfil longitudinal dos rios para reter os sedimentos e deixar passar a água.

Essas micro-barragens têm o efeito de reduzir o transporte de detritos para o lago Paranoá e com isso diminuir o processo de sedimentação do lago.

Reduzindo-se a carga sólida em trânsito nos canais, automaticamente se reduz a capacidade erosiva da corrente e os desbarrancamentos de margens e aprofundamentos de talvegues.

Entretanto, a construção das micro-barreiras ao longo dos canais vai gerar a sedimentação à montante das muretas. Haverá um alargamento das planícies aluviais em todos os setores das barragens e a sedimentação pode, a longo prazo, afogar solos de várzeas nos setores de canais entre cada soleira.

Para decidir sobre esse procedimento é necessário avaliar o que é mais importante preservar: o lago Paranoá do afogamento por sedimentos?, ou as exíguas planícies aluviais do Vicente Pires, de solos húmicos usados para cultivo de hortaliças?

Entretanto se as medidas sugeridas para a retenção de sedimentos nas encostas forem observadas, a sedimentação ao longo dos canais e na foz do Vicente Pires também será minimizada. É um processo em cadeia no sentido inverso do que está acontecendo atualmente, ou seja, de redução da erosão acelerada em lugar do seu aumento. Se as medidas de preservação das encostas forem tomadas a tempo, as várzeas poderão ser salvas do afogamento, mesmo com a construção das pequenas barragens ao longo do canal.

2 — Devastação da Mata Ciliar

— É o segundo grave problema geral da área. Está intimamente relacionado com o problema anterior de aceleração da erosão, pois a presença da mata ciliar retém o transporte de detritos e reduz a erosão nas barrancas do canal.

Entretanto o papel mais importante da mata ciliar e das cabeceiras é a preservação do lençol freático e das nascentes, origem dos mananciais.

A retirada da mata conduz ao ressecamento dos solos, aceleração da erosão superficial, abaixamento do lençol freático, com grande redução do seu fluxo podendo conduzir ao secamento dos mananciais.

A análise comparativa dos mapas de 1965 e 1978 mostrou uma redução de 300 ha de mata ciliar para a área do Projeto.

Essa redução, em curto espaço de tempo, já está conduzindo à retração das cabeceiras, com abaixamento do fluxo freático e, a longo prazo, pode ter consequências mais danosas aos mananciais.

Proposta para retomar ao equilíbrio com usos adequados

1º) reflorestamento com espécies próprias do conjunto florístico. (mata ciliar)

2º) Impedir o aumento de "invasões" (moradores clandestinos) no Vicente Pires e afluentes.

3º) É aconselhável manter um certo número de habitantes nesses vales (ocupação rural) a fim de impedir a chegada de novas levas e para auxiliar no reflorestamento e na manutenção de mata ciliar. Os moradores "serão obrigados" a cuidar da mata ciliar mediante um certo tipo de contrato com o G.D.F. O solo deve ser usado de maneira a não poluir os mananciais:

— hortaliças nas várzeas e terraços.

— árvores frutíferas nas encostas de declive maior.

— alguns produtos de ciclo anual como a mandioca, o milho, o feijão e cebola nas mesmas encostas.

Os declives superiores a 15º suportam os tipos de cultivo indicados.

— Proibir o uso de pesticidas e adubos químicos.

O contrato deve manter cláusulas impedindo o esburacamento, a aração de grandes tratos de terra, a construção de barragens sem autorização e indicando os sítios para as edificações rurais. Proibição de pocilgas, granjas e proibição da construção a menos de 300 m do canal.

Aconselha-se um planejamento amplo para a ocupação dos vales, prevendo a orientação por engenheiros agrônomos, geólogos, pedólogos, engenheiros florestais, geógrafos-geomorfólogos e geógrafos humanos, ecólogos e outros.

4º) O perfil de solos em toposequência mostra que os únicos sítios livres da carapaça laterítica na área são os flancos dos vales escavados abaixo do P4, porque o entalhe permitiu a retirada da carapaça laterítica.

Apesar dos solos desses setores de baixa encosta, próximo aos canais, serem rasos e litólicos, ou levemente podzolizados, eles permitem o plantio de árvores frutíferas e das espécies de ciclo anual indicados, pois a proximidade do embasamento rochoso é, de certa forma, favorável ao fornecimento de íons necessários à planta, que as carapaças ferruginosas não podem oferecer.

— Os flancos dos vales sem a carapaça, indicados no perfil, devem ficar para uso rural, impedindo a devastação da mata ciliar e o ressecamento dos mananciais. As várzeas devem ser usadas para hortaliças.

5º) Proibir terminantemente a edificação industrial ao longo dos vales e nas cabeceiras a fim de preservar os mesmos detritos industriais.

Proibir da mesma forma a instalação de abatedouros, granjas extensivas, etc., nessas áreas.

6º) Impedir o crescimento urbano ao longo dos vales a fim de evitar o lançamento de esgotos e águas servidas e detergentes aos mananciais.

Chamamos a atenção para os vales dos córregos Samambaia, Taguatinga e Arniqueira que já indicam alto grau de poluição por águas servidas e esgotos, por causa de favelas no caso de Taguatinga.

3 — Poluição dos mananciais

Não se trata aqui da poluição por detritos sólidos provenientes da erosão acelerada, assunto já tratado no item 1, mas de poluição por esgotos e águas servidas.

O mapa ambiental mostra que os vales estão já densamente ocupados por invasões, salvo umas poucas exceções, como o córrego Riacho Fundo e

o Vereda Grande. O Riacho Fundo é o único que ainda está preservado, conservando no alto curso a mata ciliar e apresentando fraca densidade populacional. Os demais vales afluentes do Vicente Pires estão sendo agredidos, tendo a mata ciliar devastada e recebendo uma contribuição direta de esgotos de fossas e águas servidas. É preciso um plano racional de ocupação desses vales, cujas linhas mestras traçamos no (item 2 — mata ciliar). É urgente a remoção dessas favelas dos mananciais fluviais, especialmente nessa área de Taguatinga.

Concluindo, indicamos usos para todos os compartimentos do relevo e dos setores de encostas.

Esse trabalho pioneiro nos estimulou e agora formamos uma equipe multidisciplinar para estudar o mesmo problema do "Impacto ambiental do crescimento urbano de Brasília", abrangendo todas as bacias que integram o Lago Paranoá.

O nosso geossistema de Vicente Pires passa a ser um subsistema dentro de um bem maior que inclui toda a região do Plano Piloto, algumas cidades satélites e zonas de entorno da área urbana, incluindo áreas rurais. Esse plano está sendo desenvolvido com a participação da Universidade de Brasília; do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), e da Secretaria do Meio Ambiente (SEMA). Ao todo são 11 pesquisadores sob a nossa coordenação: 7 geógrafos, 1 arquiteto, 1 geólogo, 1 biólogo, 1 técnico em cartografia e mapeamento.

O trabalho tem os mesmos objetivos do primeiro e é de muito maior envergadura e o que é mais importante, está em pleno desenvolvimento sem financiamento específico. Só estamos usando até o momento, a infraestrutura de cada órgão oficial e contando com a boa vontade e o máximo de entusiasmo de todos os integrantes.

Passando a nossa experiência para Belo Horizonte, pelo pouco que vimos e conhecemos, alguns problemas cruciais saltam aos olhos. Belo Horizonte serve de exemplo de cidade mais impactada pela interferência da expansão urbana e dos interesses econômicos sobre o meio natural.

O sítio urbano é altamente desfavorável não só pelo relevo como pela constituição geológica do terreno.

Os declives são muito fortes, mais de 30° e 35°; com muita frequência o declive topográfico é paralelo ao mergulho das camadas xistosas, coincidindo ainda com materiais altamente friáveis e deslizantes como os filitos.

O traçado das ruas contraria todas as regras de bom senso acompanhando em linha reta declives de até 40°.

Outro grave problema é o da retirada da cobertura laterítica correlativa à superfície terciária, única proteção das encostas contra o desgaste generalizado, o ravinamento e o voçorocamento. Parece que há uma aceitação tácita dos poderes públicos e do povo no tocante à devastação provocada pelas empresas de loteamentos que retiram a vegetação natural, o solo e a carapaça ferruginosa, "pelando" enormes áreas de fortes declives, para atrair os compradores de terrenos. Esses, desinformados ou pouco interessados na gravidade da situação, poderão ser as vítimas de futuras catástrofes com

desmontes de solo, desbarrancamentos e soterramento de edifícios, ceifando vidas humanas.

Grave problema em Belo Horizonte é também a retirada da carapaça ferruginosa (cascalhos) usada como material de construção, nas proximidades dos mananciais e nas adjacências da cidade.

Há outro problema de graves proporções decorrente de todos os aspectos de agressão ao meio, já apontados. Trata-se das enchentes rápidas do Ribeirão Arrudas (flash flood), causadas pelo aumento do escoamento superficial devido à impermeabilização do solo pelo asfalto e construções urbanas, incrementado pelo volume enorme de sedimentos arrancados dos buracos e áreas decapeadas do solo dos flancos íngremes das encostas. Esse material detrítico obstrui os boeiros, o próprio canal do rio, estoura os canais subterrâneos, impedindo a circulação e o escoamento natural das águas. O resultado é sobejamente conhecido — são as enchentes catastróficas que aumentam de ano para ano.

Enfim os problemas são muitos e bastante conhecidos por este grupo que participa do simpósio e se interessa por questões ambientais. Do diagnóstico deles surgirão propostas. Estas devem ser a longo, médio e curto prazo.

Eu resumiria, aqui rapidamente, algumas propostas de planejamento para preservar e minimizar o impacto do crescimento desordenado da cidade e agressão ao meio natural, a curto prazo:

1 — Estudar a viabilidade de não explorar o material laterítico concrecionário em sítios considerados desaconselháveis em razão da proximidade de mananciais, de canais de escoamento, de vertentes de forte declive, de proximidade de áreas habitadas etc.

2 — Escolha de sítios menos inconvenientes sob todos os aspectos ambientais e de segurança da população, para levar a efeito essa exploração depredatória da paisagem.

3 — Levantar propostas de reconstituição da paisagem degradada concomitante com legislação coercitiva e sanções. É aconselhável tentar restaurar os buracos abertos à medida que a exploração é feita, mediante a construção de pequenas muretas, usando os próprios blocos lateríticos, no sentido contrário aos declives e seguindo as curvas de nível naturais da encosta.

4 — Fazer um estudo integrado dos elementos ambientais e mapeamento dos tipos de encostas compatíveis com tipos de utilização, visando a otimização do uso do solo urbano e periferia. É uma sugestão para temas de pesquisas a serem desenvolvidos nesta Universidade.

5 — Impedir, a qualquer custo, e mediante legislação, a agressão às encostas pelas companhias de loteamentos ou por outras obras de engenharia desaconselhadas.

6 — Propor legislação adequada de uso do solo urbano com sanções fortes para os transgressores.

7 — Necessidade urgente de uma coordenação geral de todos os órgãos oficiais ou particulares que pesquisam e desenvolvem trabalhos aplicados

sobre problemas ambientais para evitar sobreposição de esforços e desperdício de tempo e dinheiro.

A longo prazo — encetar um plano de educação para proteção do ambiente e conscientização da população, a par com um programa social voltado para as populações carentes e desprotegidas quanto ao impacto da agressão ambiental em todos os sentidos.

CONCLUINDO:

Para monitorar o meio ambiente e no sentido de preservar o equilíbrio entre as ações humanas e sócio-econômicas e meio natural é necessário um planejamento baseado na integração dinâmica da “paisagem” ou do geossistema em questão.

Segundo Tricart e Kilian (1979) “o planejamento consiste em penetrar no quadro dinâmico. Ele não pode se contentar com a visão estática descritiva ou quantificada do meio.”

É preciso levar em conta a sensibilidade do meio a certo tipo de intervenção”.

O meio “natural” tem uma capacidade limite de suportar agressões, a qual ultrapassada conduz todo o sistema ao colapso.

Monteiro (1978) faz sábias recomendações que sintetizamos aqui:

É necessário desobstruir os canais entre a sociedade, a pesquisa e os órgãos dirigentes. É preciso restabelecer a comunicação entre os pesquisadores e a política. Para isso recomenda-se clareza nas observações, simplificação na linguagem e nos documentos a serem apresentados, síntese dos conteúdos em questões fundamentais, linguagem eloquente nos dados e ilustrações apresentados, objetividade dos resultados, apresentação de soluções para os problemas e concessão do direito de crítica.

A questão educacional é fundamental.

A dilapidação do meio ambiente é inerente à tradição e história do povo, que neste país completa quase cinco séculos de depredação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- AB'SABER, A. N. (1973) A organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras. *Geomorfologia* 41, Instituto de Geografia, USP, São Paulo, p. 1-39.
- AB'SABER, A. N. (1977) Problemática da desertificação e savanização no Brasil intertropical. *Geomorfologia* 53, Instituto de Geografia, USP, São Paulo.
- AB'SABER, A. N. (1979) Os mecanismos da desintegração das paisagens tropicais no Pleistoceno (efeitos paleoclimáticos do período Würm-Wisconsin no Brasil. *Inter-fácies n.º 4* — IBILCE, UNESP, São José do Rio Preto, p. 1-19.
- AGUESSE, P. (1972) *Chaves da Ecologia* (trad. J. Laurêncio de Melo). Civilização Brasileira, 139 pp.
- BERTALANFFY, L. von (1973) *Teoria geral dos sistemas*. Editora Vozes, Petrópolis, 351 pp.
- BERTRAND, G. (1968) Paysage et Géographie Physique Globale: esquisse méthodologique. *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Quest* 39(3). Toulouse, pp. 249-272.
- BRAILOVSKY, A. E. (1978) El medio ambiente y la integración Latinoamericana. *Integración Latinoamericana* 3 (29). Buenos Aires, out. 1978, p. 20-34.
- COATES, D. R. (Editor) (1971) *Environmental Geomorphology*. State Univ. of N. York. Binghamton, New York, 262 pp.

- COATES, D. R. (Editor) (1975) *Environmental Geomorphology and Landscape Conservation*. Vol. III: non-urban regions. Dowden, Hutchinson & Ross, Inc. Stroudsburg, Pa, 483 pp.
- COATES, D. R. (Editor) (1974) *Environmental Geomorphology and Landscape Conservation*. Vol. II: urban areas Dowden, Hutchinson & Ross, Inc. Stroudsburg, Pa, 454 pp.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1979) *Análise de sistemas em Geografia*. Editora Hucitec Ed. USP, São Paulo, 106 pp.
- HAILS, J. R. (Editor) (1977) *Applied Geomorphology*. Elsevier Scientific Publ. Co., N. York.
- JOURNAUX, A. (1975) *Légende pour une carte de l'environnement et de sa dynamique*. Centre de géomorphologie (CNRS) Caen.
- Mapa do Meio Ambiente e sua dinâmica* (Município de Itaúna-MG) (1981) IGA/SECT em convênio com IGC/UFMG (metodologia de A. Journaux). Belo Horizonte.
- MONTEIRO, C. A. F. (1978) Derivações antropogênicas dos geossistemas terrestres no Brasil e alterações climáticas: perspectivas urbanas e agrárias ao problema de elaboração de modelos de avaliação. *Anais do Simpósio sobre a Comunidade Vegetal como unidade biológica, turística e econômica*. Publ. ACIESP n.º 15 S.C.C. Tec. São Paulo, pp. 43-76.
- PENTEADO-ORELLANA, M.M. (1976) A Geomorfologia no planejamento do meio ambiente. *Notícia Geomorfológica*, 16 (31) PUC Campinas, pp. 3-15.
- PENTEADO-ORELLANA, M. M. (1981) Geografia e Meio Ambiente. *Geografia*, 6 (11-12). Outubro 1981, pp. 207-219.
- PENTEADO-ORELLANA, M.M. (1982) Projeto Águas Claras: Aspectos físico-ambientais. *Projeto Águas Claras — Anexo 2* — PEOT-TERRACAP. Brasília, pp. 1-33.
- SACKS, I (1974) — Ambiente y estilos de desarrollo. *Comércio Exterior*, Vol. 24, n.º 4, abril de 1974. México.
- SOTCHAVA, V. (1976) O estudo dos geossistemas. *Métodos em Questão* n.º 16 (tradução) IGEOG-USP, 1977. São Paulo, 52 pp.
- TRICART, J. (1965) *Principes et Méthodes de la géomorphologie*. Masson, Paris, 496 pp.
- TRICART, J. (1977) *Ecodinâmica*. SUPREN, IBGE, Rio de Janeiro, 97 pp.
- TRICART, J. e KILIAN, J. (1979) *L'Écogéographie et l'aménagement du milieu naturel*. François Maspero. Paris, 320 pp.
- TUAN, Yi-Fu (1970) Our treatment of the Environment in Ideal and Reality. *American Scientific*, vol. 58, pp. 244-249.

ABSTRACT: INTEGRATED METHODOLOGY FOR THE STUDY OF THE ENVIROMENT

This work discusses concepts and definitions of the environment, specially the point of view of Ecosystems and Geosystems.

The concept of Environmental Geosystems are supported in the anthropocentric vision of the environmental systems. This point of view open a path for the spatial, temporal and evolutive analysis, starting from the primitive to the derivate geosystems under the action of man.

This work also discusses the difficulties encountered in the environmental mapping and the problems of scale in the distincion of the units of territory.

Finally we propos and test a methodology for the study of the environmental impact caused by urban growth in Brasilia, D. F. An analysis of the landscape evolution and its alterations was donne with measurements of the areas taken from aerial photographs and completed with field work. The area was considered a geosystem in evolution on time and space. The temporal analysis was obtained from the comparison of 1965 and 1983 aerial photographs.

The slope forms and climatic characteristics were considered constants in the geosystem. The other human and natural elements were considered variables.

A diagnostic of the environmental situation and its tendencies was given as a result of analysis. Through the landform compartments was possible to make a slope zoning with use optimization; and, to make proposals for solving the problems of the impact and destruction of the system.