UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

MARIA CRISTINA SALVADEO DE SOUSA

**As propostas metodológicas para a Cartografia Ambiental:
uma revisão**

v.1

São Paulo
2009

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo
PCD

Sousa, Maria Cristina Salvadeo de

As propostas metodológicas para a cartografia ambiental: uma revisão / Maria Cristina Salvadeo de Sousa ; orientador Marcello Martinelli. – São Paulo, 2009.
122 p.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana do Departamento de Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

1. Cartografia ambiental - Metodologia . 2. Mapa ambiental. 3. Estudo ambiental. 4. Ciência cartográfica. I. Título. II. Martinelli, Marcello.

MARIA CRISTINA SALVADEO DE SOUSA

**As propostas metodológicas para a Cartografia Ambiental:
uma revisão**

Dissertação apresentada ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Geografia Humana
Orientador: Prof. Dr. Marcello Martinelli

v.1

São Paulo
2009

*Àquelas que sempre estiveram ao meu lado:
Rosangela e Maria Elena.*

AGRADECIMENTOS

Ao professor Marcello Martinelli, para o qual os anos lhe concedeu a graça da sabedoria. Não a sabedoria limitada da academia, mas aquela que a vida só agracia aos poucos privilegiados, aquela que permite compreender o próximo, a que faz o bem, aquela que torna o homem criança novamente.

À professora Rosangela Maria Cunha, pela sua competência, pelas palavras e atos de incentivo, pela mudança radical e positiva que proporcionou em minha vida.

Ao professor Yuri Tavares Rocha, pelas aulas ministradas, pelo encaminhamento dos debates que ocorriam em classe, por ter direcionado os primeiros passos deste trabalho.

Ao professor Jorge Gustavo da Graça Raffo, pelas críticas e intervenções sempre pertinentes, que ajudaram na construção desse trabalho.

À professora Maria Elena Salvadeo de Sousa, pela compreensão das minhas longas ausências e pelo bem-querer incondicional.

À Secretaria de Pós-graduação do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo, representadas aqui nas pessoas das Sras. Ana e Jurema, pela presteza com que atendiam às minhas solicitações.

Ao pesquisador e amigo Gustavo Armani, do Instituto Geológico do Estado de São Paulo, que prontamente me socorreu na busca por material de pesquisa.

Ao Sr. Leonardo José Nogueira Silva, Gerente de Tecnologia da Informação e Comunicação da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, pelo grande apoio que deu durante a fase final desta pesquisa.

À Sra. Benedita Aparecida de Oliveira, “Dona” Cida, amiga solidária que me proporcionou respaldo e sossego para a finalização deste trabalho.

A minha eterna gratidão.

RESUMO

SOUSA, M. C. S. **As propostas metodológicas para a Cartografia Ambiental:** uma revisão. 2009. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

A temática ambiental tem despertado enorme interesse em diversos seguimentos da sociedade, especialmente de pesquisadores da área, que vêm contribuindo com a produção de inúmeras publicações. No entanto, a bibliografia produzida para a Cartografia Ambiental tem apresentado lacunas, principalmente no trato do embasamento das pesquisas com enfoque teórico-metodológico. Este trabalho revisa as propostas metodológicas elaboradas por André Journaux, Jean Tricart, Helmut Troppmair e Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro para o mapeamento ambiental. Trata inicialmente da conexão existente entre a Geografia, os estudos ambientais e a ciência cartográfica, que é a própria interface entre os dois primeiros, expondo, dentro de um contexto histórico, várias visões da relação sociedade - natureza. Adotamos uma postura fundamentada pelo construto do Geossistema e da Semiologia Gráfica para que as representações possam refletir o espaço geográfico como um todo indissociável de objetos e ações. Alguns critérios inerentes à cartografia também foram abordados, para que servissem de baliza ao estudo: o problema das ordens de grandeza; a questão do dinamismo do mundo real *versus* a condição estática dos mapas; a almejada síntese cartográfica, a qual consideramos ser a forma ideal para os mapas ambientais; e a busca por uma legenda significativa, que auxilie o usuário em desvendar o mapa.

Palavras-Chave: Metodologia. Cartografia ambiental. Mapa ambiental.

ABSTRACT

SOUSA, M. C. S. **Methodological proposal for Environmental Cartography**: a review. 2009. Dissertação (Master's Degree) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

Environmental thematic has grown enormous interest in several segments of society, especially from area researchers who have been contributing to the production of countless publications. However, the bibliography produced for Environmental Cartography has had some gaps mainly on dealing with the foundation of theoretical and methodological focus. This work reviews the methodological proposals by André Journaux, Jean Tricart, Helmut Troppmair and Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro for environmental mapping. It has come up from the existing connection among Geography, environmental studies and cartographic science which is the actual interface between the two former ones, demonstrating in a historical context, several insights of the relation society – nature. We have adopted a framework based on the building of Geosystems and Graphic Semiology so that the representations could reflect the geographic space as a set inseparable from objects and actions. Some criteria inherent to cartography were also approached in order to be support to the study: problems with magnitude; the issue of the dynamism of the real world versus the static condition of maps; the targeted cartographic synthesis we consider as being the ideal form for environmental mapping; and the search for a meaningful legend that may help the user uncover the map.

Key words: Methodology. Environmental cartography. Environmental mapping

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	1
INTRODUÇÃO	3
1 GEOGRAFIA E CARTOGRAFIA	6
1.1 A Geografia e os estudos ambientais	6
1.1.1 A relação sociedade – natureza	14
1.1.2 A perspectiva geossistêmica	18
1.2 Cartografia: interface entre Geografia e estudos ambientais	30
1.2.1 O paradigma semiológico como uma base metodológica para a cartografia temática	36
2 CARTOGRAFIA AMBIENTAL	44
2.1 O problema das ordens de grandeza	47
2.2 O dinamismo do mundo real	52
2.3 Da análise à síntese	63
2.4 Por uma legenda significativa	67
3 PROPOSTAS METODOLÓGICAS PARA A CARTOGRAFIA AMBIENTAL: UMA REVISÃO	77
3.1 André Journaux	79
3.2 Jean Tricart	85
3.3 Helmut Troppmair	90
3.4 Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro	95
CONSIDERAÇÕES FINAIS	101

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
ANEXOS	112
ANEXO A – Classificação taxonômica dos fatores geomorfológicos segundo Cailleux e Tricart	112

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Geossistemas do Estado de São Paulo	27
Figura 2 -	Interpretação da placa esculpida em argila (Mapa de Ga-Sur)	31
Figura 3 -	Mapa do Brasil Colônia. <i>Terra Brasilis</i> de Lopo Homem-Reineis, 1519.....	32
Figura 4 -	Esquema simplificado de representação polissêmica	37
Figura 5 -	Coletânea de signos	38
Figura 6 -	Esquema de representação monossêmico	39
Figura 7 -	Concepção polissêmica <i>versus</i> concepção monossêmica	40
Figura 8 -	Componentes (X, Y) e Z da imagem	41
Figura 9 -	Questões pertinentes a um determinado conjunto informacional, com manifestações que podem se dar em pontos, linhas, área	41
Figura 10 -	Variáveis visuais aplicáveis a formas de manifestação em ponto, em linha, em área com as respectivas propriedades perceptivas	42
Figura 11 -	Coleção de mapas (Devastação da cobertura florestal do Estado de São Paulo – 1854/1973)	56
Figura 12 -	Representação da direção e sentido dos movimentos (Mapa do Brasil – Correntes Marinhas)	57
Figura 13 -	Utilização de uma variável visual numa sequência de níveis de ordenamento visual (Mapa da expansão da mancha urbana de São Paulo no período de 1914 a 1982)	58
Figura 14 -	Temperatura (°C) e precipitação (mm) em diferentes localidades de Portugal.	59
Figura 15 -	Exemplo de mapa de fluxos com sistemas agregados (Mapa do tráfego de telecomunicações).	60
Figura 16 -	Exemplo de mapa de fluxos com sistemas distintos (duas cores opostas) de correntes marítimas, embora interrelacionados (Planisfério – tipos de clima e correntes marítimas	60
Figura 17 -	Tipo de animações em mapas	62
Figura 18 -	Exemplo de mapa analítico	64

Figura 19 - Exemplo do método matricial (mapa síntese - Tipos de clima da França)	66
Figura 20 - Distribuição da população no Brasil conforme censo demográfico IBGE 2000. Exemplo de mapa para ver	69
Figura 21 - Mapa do Brasil – Geologia e Recursos Minerais. Exemplo de mapa para ler	70
Figura 22 - Coleção de mapas (Mapa do Brasil – minerais)	73
Figura 23 - Unidades ambientais do Parque Nacional do Stelvio (Itália)	74
Figura 24 - As unidades da paisagem para a promoção do turismo em São Bento do Sapucaí (São Paulo, Brasil)	75
Figura 25 - Esquema da legenda proposta por André Journaux	83
Figura 26 - Carta do Meio Ambiente e de sua Dinâmica – Baixada Santista (SP) ..	84
Figura 27 - Carta Ecodinâmica	89
Figura 28 - Mapa de Ecossistemas e Geossistemas do Estado de São Paulo	94
Figura 29 - Fluxograma do roteiro metodológico do mapa da Qualidade Ambiental na Bahia: Recôncavo e regiões limítrofes	97
Figura 30 - Recorte do Mapa da qualidade ambiental na Bahia: Recôncavo e regiões limítrofes, com respectiva legenda	99

INTRODUÇÃO

A temática ambiental tem sido cada vez mais apresentada em todas as esferas de discussão científica por todo o mundo. Trata-se de um tema amplo e complexo se genericamente considerarmos o meio ambiente como um sistema que engloba, de forma inter-relacionada, elementos da natureza e da sociedade. A sua compreensão exige o entendimento da dinâmica dos processos ecológicos e humanos, isto é, das complexas e indissociáveis relações entre natureza e sociedade.

Nessa direção, o seu estudo é uma tarefa de grande desafio que tem exigido a colaboração tanto multidisciplinar, como interdisciplinar. As disciplinas científicas vêm, assim, desde há um bom tempo, obrigadas a passar por uma revitalização teórica, metodológica e técnica que lhes dê conta de proporcionar uma visão sistemática e integrada da totalidade (SANTOS, 1995).

A Geografia, como disciplina científica sistematizada desde o século XIX, é permeada sob os mais variados enfoques por estudos desta complexa relação sociedade-natureza. A começar pelas diversas problemáticas que suscitam esta integração até suas formas de espacialização, representação e compreensão.

A representação gráfica, que sempre foi aliada de diversas ciências – em especial um valioso instrumento da geografia –, não pode se eximir à tarefa de participar do estudo do meio ambiente, porquanto tem potencial para dele tomar parte mediante a elaboração de mapas que possam registrar e processar os dados oriundos desse espaço socialmente produzido, denunciar as distorções encontradas, comunicar os resultados obtidos a partir das pesquisas empreendidas sobre a questão e, na sua aplicação, orientar ações.

Na análise de um espaço geográfico, o mapa é um instrumento de relevante importância, afinal é difícil estudar algo que não se conheça. Entretanto, não se trata apenas de desenvolver técnicas para representar o mundo real por meio de mapas. Os elementos que envolvem a questão metodológica da cartografia ambiental são muitos e variados. Eles oscilam desde como o estudioso encara o meio ambiente até a construção da visão da

realidade propriamente dita, ressaltando-se neste entre meio outras questões: as escolhas adequadas de escala (temporal e espacial) para se representar o(s) fenômeno(s); a organização da legenda que dê transparência ao raciocínio empreendido; a opção por uma visão sintética; a forma de representação gráfica; entre tantas outras.

A Cartografia Ambiental, como seguimento específico da Cartografia Temática, busca representar graficamente num plano bidimensional as complexas relações existentes entre os meios abiótico e biótico, onde está incluído o homem, ser social, dando origem às cartas ambientais que, entre outras finalidades, servem de base para verificação e reflexão das questões do ambiente, onde está presente a sociedade.

Estudos realizados com a finalidade de propor uma metodologia para a cartografia ambiental, principalmente a partir da década de 1970, sempre buscaram uma cartografia integradora que também, dentro do possível, desse conta de atrelar o tempo e o espaço ao fenômeno representado (dando idéia de um todo dinâmico). As propostas metodológicas elaboradas para a cartografia ambiental originam trabalhos finais que se diferenciam principalmente pela legenda a qual, além veicular o significado dos signos adotados na representação, também revela, em sua estrutura, a postura metodológica do autor.

Consideramos que há uma necessária anterioridade da reflexão metodológica ante a investigação empírica e que “urge pesquisar, questionar e entender os próprios métodos antes da aplicação cega de um instrumental cujos fundamentos se desconhecem” (MORAES, 1994, p. 51).

A revisão bibliográfica permitiu-nos atentar para o estudo do estado da arte da questão da produção cartográfica ambiental. Assim, tivemos a oportunidade de rever e analisar algumas das propostas metodológicas elaboradas para a confecção de mapas ambientais de alguns estudiosos, tais como: Journaux (1975), Tricart (1977), Troppmair (1983) e Monteiro (1982, 1987).

Para desvendar as possíveis implicações que a escolha de cada proposta metodológica envolve no processo de execução e resultado final do produto cartográfico, optamos por uma exposição analítica das mesmas, examinando-as comparativamente segundo alguns critérios pré-estabelecidos, quais sejam: opção por uma versão final sintética do produto cartográfico; adequação escalar, de signos frente ao(s) fenômeno(s) representados; escolha e organização dos dados a serem representados; estruturação da legenda; presença de possíveis interferências – ruídos – na comunicação da mensagem contida nos mapas.

Para tanto, o trabalho encontra-se estruturado em três capítulos tendo como encerramento algumas Considerações Finais.

O Capítulo 1 – Geografia e Cartografia – inicia com uma reflexão acerca do modo como a Geografia tem encarado o estudo do meio ambiente durante a sua constituição enquanto ciência, passando à forma como a relação homem *versus* meio tem sido compreendida pelo pensamento ocidental desde a Antiguidade até a época Pós-moderna, bem como a exposição do conceito de geossistema – o ensejo que ele significa para a Geografia e, por extensão, para a Cartografia. Também faz parte deste capítulo o desnudamento da relação que há muito existe entre a Geografia e a Cartografia. Trazemos à baila a Cartografia Temática, apresentando o paradigma semiológico como uma base optativa para este ramo específico.

No Capítulo 2 – Cartografia Ambiental – introduzimos o leitor ao embasamento teórico que julgamos ser necessário ao capítulo seguinte. Tratamos de questões inerentes à problemática de se constituir um documento cartográfico consistente à temática ambiental, quais sejam: as ordens de grandeza e respectivas discussões que são inerentes à adoção e utilização das escalas; o problema que envolve representar um mundo dinâmico, em constante modificação, em um documento que se aparenta estático; a opção por representações de síntese, frente às de análise; e, por fim, mas não menos importante, o trato da legenda para que o mapa possua uma melhor compreensão por parte do usuário.

No Capítulo 3 – Propostas Metodológicas para a Cartografia Ambiental: uma revisão –, delineamos as metodologias que foram elaboradas por André Journaux, Jean Tricart, Helmut Troppmair e Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro para a confecção de mapas ambientais.

Em nossas Considerações Finais, apresentamos algumas de nossas ponderações mais relevantes sobre a temática desta pesquisa.

GEOGRAFIA E CARTOGRAFIA

Uma reflexão preliminar sobre o desenvolvimento da Geografia frente aos estudos ambientais e a sua relação com a Cartografia, em especial com a cartografia temática, que parece a princípio natural, se faz necessária para podermos, com maior consistência, enveredarmos por entre a temática proposta neste trabalho.

1.1 A Geografia e os estudos ambientais

A gênese da Geografia remonta à Antiguidade Clássica, à Grécia Antiga. Já no século VI a.C., antes mesmo de o termo “Geografia” ter sido criado por Aristóteles, os Jônios se preocupavam com questões referentes à natureza, ao cosmo e à matéria. Eram discussões esparsas, ora preocupadas com a medição do espaço, definição de formas e localizações, ora com a descrição e particularização dos lugares.

A partir do século III a.C., com a mudança do centro da vida intelectual do mundo para os domínios de Alexandria, os estudos geográficos associados aos da astronomia alcançam um grande avanço. Os que praticavam a geografia se ocupavam em descrever ordenadamente a diversidade da Terra de forma a sugerir comparações. Um caráter regional e outro explicativo já despontavam, nessa ciência, à época.

Não obstante, tal conhecimento mais tarde se veria quase à míngua, principalmente na Europa entre os séculos V a XIII (d.C.). Nesta fase da história da humanidade as formas de exercício do poder se assentavam em relações pessoais e eram praticadas à distância: os notáveis locais se incumbiam do cumprimento das ordens. Nessa

sociedade não era necessário o saber geográfico: o conhecimento das pessoas era suficiente (CLAVAL, 2006).

Vencido o grande declínio pelo qual o conhecimento geográfico passou durante a Idade Média, novas questões reacenderam o interesse pela ordem dos limites do mundo, do ecúmeno e das possibilidades de acesso a partes habitadas exteriores ao continente europeu. Questões pagãs, econômicas, travestidas com roupagem cristã mobilizaram o poderio militar europeu rumo à Terra Santa (Palestina) e reacendeu o interesse pelos assuntos da Geografia. A Cristandade sonhava em contornar o obstáculo que o Islã constituía aos empreendimentos europeus para além do Oriente Médio.

A navegação transoceânica sacramentou, com vigor, a importância de se conhecer rotas, caminhos e os destinos dos viajantes. Aguçou a curiosidade pública. A geografia veio a tornar-se, novamente como antes, na Idade Clássica, um instrumental indispensável para o pleno conhecimento do mundo. No entanto, embora a informação fosse abundante, ainda continuava desordenada, misturando observações de campo com superstições e fantasias.

A consolidação do Estado Moderno levou ao desenvolvimento dos estudos geográficos; porém, em seus primórdios (séculos XV e XVI), a Geografia caminhava no sentido da quantificação e descrição de especificidades regionais e raramente levava em conta as características do solo, do subsolo, do relevo ou da vegetação.

A elaboração de estruturas mais abstratas que representassem o espaço vivido pelo homem já vinha sendo promovida desde o início das grandes navegações exploratórias e comerciais. Agora, por conta da divisão do trabalho científico, entre os quais está o quinhão da própria Geografia, a cartografia também fez um esforço para atender com mapas específicos, depois chamados de mapas temáticos, esta crescente demanda pela representação das mais variadas questões relativas ao espaço vivido.

O século XIX vê os frutos da Era das Luzes germinarem. Há um impulso decisivo em pesquisas que buscassem as causas e os mecanismos dos fenômenos. Este também é o século em que a Geografia recebe generosas e fundamentais contribuições.

Alexander Von Humboldt (1769-1859), aristocrata prussiano de nascença e viajante naturalista por opção, "defendia o conceito de unidade da natureza e achava que o objetivo da pesquisa científica deveria sempre ser a descoberta da conexão causal dos fenômenos". Nessa toada, considerou o clima como uma força global unificadora, reconheceu a co-evolução dos sistemas vivos, do clima e da crosta terrestre. Foi, também, o responsável

por introduzir um conceito base na geografia moderna: o de meio. Mais tarde a biologia e a ecologia¹ viriam aprofundar essa visão sintética do ambiente², vislumbrada por ele à sua época, como o estudo da individualidade dos lugares (SODRÉ, 1976, p. 33).

Assim, a Geografia

deveria abarcar todos os fenômenos que estão presentes numa determinada área, tendo por meta compreender o caráter singular de cada porção do planeta. [...] [propondo], como objeto de estudo, uma unidade espacial, a região – uma determinada porção do espaço terrestre (de dimensão variável), passível de ser individualizada, em função de um caráter próprio. (MORAES, 1995, p. 15-16)

Carl Ritter (1779-1859), acadêmico alemão, inicia a prática de uma geografia que prezasse por sistematizar o estudo das relações que os homens teciam com o seu ambiente. Um salto que ia da mera descrição de um punhado de lugares a formas mais elaboradas de pensamento: a articulação dos fenômenos como explicativa da distribuição dos grupamentos humanos por sobre a Terra. Neste sentido, devido a uma forte influência criacionista, a Geografia deveria expor “a individualidade dos sistemas naturais, pois nesta se explicaria o desígnio da divindade ao criar aquele lugar específico. [...] a causalidade da natureza obedeceria à designação divina do movimento dos fenômenos” (MORAES, 1995, p. 49).

Friedrich Ratzel (1844-1904), alemão formado em Ciências Naturais e doutorado em Zoologia, prezou pelo estudo da distribuição dos fenômenos na superfície da Terra e como eles influenciariam a disposição e o grau de evolução dos grupamentos humanos. Sofreu sobejamente uma influência darwinista³, ressuscitando os princípios defendidos por Hipócrates⁴ (século VI a.C.) aos quais imprimiu traços de generalidade nas análises do meio. Teve sua obra *Antropogeografia - fundamentos da aplicação da Geografia à História*, publicada em 1882, transformada no marco zero da Geografia Humana moderna.

¹ O termo ecologia, proveniente do grego *oikos*, que significa “lar”, foi introduzido pela primeira vez pelo biólogo alemão Ernest Haeckel, que o definiu como a ciência das relações entre o organismo e o mundo externo circunvizinho.

² O termo *umwelt* (meio ambiente) foi empregado pela primeira vez pelo biólogo Jakob Von Uexkull em sua obra *Umwelt und Innenwelt der Tiere* publicada em Berlim no ano de 1909.

³ O darwinismo era tomado à época como sinônimo de cientificidade, oposição à visão religiosa, criacionista. “A evolução passa a ser concebida como um processo natural, inexorável e independente da vontade dos homens” (GONÇALVES, 1993, p. 52).

⁴ Hipócrates, em sua obra *Dos Ares, das Águas e dos Lugares*, estabelece que os habitantes de regiões montanhosas seriam altos, bravos e de temperamento suave por força das terras altas, úmidas e batidas pelos ventos; ao passo que os que vivessem em planícies, cujas terras são descobertas, desprovidas de água e com bruscas variações de temperatura, seriam secos, nervosos, indóceis e arrogantes (SODRÉ, 1976). Uma antevisão do pensamento determinista, levado mais tarde ao extremo pela geógrafa americana Ellen Semple.

Nota-se que, sob as perspectivas de Humboldt e Ratzel, o homem é tido como elemento externo e passível frente ao meio; sua história é determinada, pois, pelas condições da natureza.

Estudioso das idéias de Ratzel, o francês Paul Vidal de La Blache (1845-1918) procurou desnudar as unidades que compunham a diversidade de áreas restritas no globo com o objetivo de explicar a desigual distribuição dos homens por sobre a Terra. Consoante ao seu contemporâneo e colega de profissão, defende que o adensamento humano denuncia as relações que os homens estabelecem com o ambiente. Entretanto, num segundo nível de análise, o das relações entre as populações e o meio em que vivem, busca mensurar o peso que o elemento ambiente exerce sobre a repartição dos homens. A visão lablachiana torna-se, neste ponto, individualista, descritiva, possibilista e lamarckiana, posto que acreditava ter os homens oportunidades de modificar o meio para torná-lo produtivo e habitável.

A fatalidade que permeava a relação homem-natureza defendida por Ratzel foi amplamente refutada por La Blache. Ele defendia o elemento humano, embora sofresse influências do meio em que vivesse, é um ser ativo com capacidade para modificá-lo de acordo com as suas necessidades. Cria-se então, a partir desse relacionamento, um acervo de técnicas, hábitos, usos e costumes – denominado *gênero de vida* por La Blache – que permitiria ao homem utilizar os recursos naturais disponíveis, promovendo modos diversos de adaptação humana às dificuldades impostas pela natureza.

Foi no seio da gênese da ciência geográfica que germinaram alguns dos conceitos que são utilizados até nossos dias. É o caso de *região* – porção de território bem delimitada por sua fisionomia natural –, que viria a se tornar um modelo ideal para estudar as inter-relações existentes entre os diferentes fenômenos sociais e naturais; o de *paisagem* – caracterização fisionômica de cada porção da superfície terrestre, resultado das relações entre os fenômenos naturais e as atividades humanas.

É, também, com tenra idade que a Geografia se vê sob a influência de duas correntes filosóficas distintas: o naturalismo e o antropocentrismo. Humboldt, com sua concepção globalizante e integradora dos distintos componentes da natureza e sua intensa valorização da dominação do meio natural sobre o homem, é o representante do primeiro enfoque; Ritter e La Blache, geógrafos que buscavam leis gerais que explicassem as relações existentes entre os fenômenos naturais e as atividades realizadas pelas sociedades, eram os representantes do segundo (BALLESTEROS, 2000).

Muito embora o que tenha se seguido na Geografia fora um antagonismo ideológico latente entre uma Geografia Geral (escola alemã) e uma Geografia Regional (escola francesa), e isso tivesse influenciado indelevelmente a maneira como os estudiosos apreendiam e interpretavam o ambiente, ambas as visões ajudaram a ciência geográfica a iniciar o processo de transposição da mera descrição dos lugares, alargando os horizontes da ciência e incumbindo a ela a missão de explicar as sociedades através das relações que tinham com o ambiente.

Nessa época, os princípios do Positivismo são a base do pensamento geográfico tradicional. Tal postura adota o empirismo, o naturalismo e, via de regra, o método indutivo, como norteadores dos trabalhos científicos produzidos. Outrossim, a Terra é tomada como um todo indissociável – todos os elementos deveriam, pois, se interrelacionarem. No entanto, cada lugar tem uma feição própria, com fenômenos que se manifestam em porções bem delimitadas; a diversidade de cada um só pode ser apreendida pela contraposição das individualidades contidas em sua própria extensão.

A partir dessa postura metodológica podemos perceber duas orientações evidentes que permearam a Geografia a partir do final do século XIX: uma, generalista, sob a ótica ecológica; a outra, na busca da individualidade dos lugares, assentada em trabalhos que tratavam da vegetação, das formas do terreno e, de maneira mais estatística, do clima.

Os países de língua germânica adotaram a visão ecológica nos estudos referentes ao meio natural e às modificações por ele sofridas decorrentes da ação humana, privilegiando estudos relacionados ao clima e à vegetação. Além disso, a ênfase que se deu à paisagem privilegiou uma maneira sintética de se abordar o ambiente. Esta é uma forte característica da geografia alemã que iria gerar, após a segunda guerra mundial, os estudos geoecológicos de Carl Troll⁵.

Na escola Russa, a abordagem global fez surgir estudos que relacionavam vegetação, condições climáticas e tipos de solo, como “o balanço hídrico e calorífico de Voeikov e o zoneamento natural de bases edafológicas, em que se fundou a ciência da paisagem (*Landshaftovedenie*)” (CANALI, 2002, p. 166).

Os Estados Unidos também não negligenciou a abordagem ecológica e produziu trabalhos que demonstravam a vegetação como indicador das condições ambientais, a

⁵ Em 1938, Troll cunha o termo *Landschaftsoekologie*, ou, “Ecologia da Paisagem”, que foi também traduzida por “geo-ecologia”. Em seus estudos, concentra sua atenção aos elementos físicos da paisagem, atribuindo grande importância aos componentes bióticos e desenvolvendo a aproximação com a ecologia.

exemplo de Georg Perkins Marsh (1802-1882) e Frederick A. Clements (1874-1945). O primeiro, com a obra *Man and Nature: or Physical Geography as Modified by Human Action* (1864), fez um balanço da desertificação do mundo mediterrâneo provocada pela exploração das florestas, desde a Antiguidade, pelo homem; o segundo, com pesquisas que avaliavam as sucessões de vegetação e a consecutiva evolução para um estado de equilíbrio com o ambiente. Mais tarde, já no século XX, a escola ambientalista americana proporia o estudo do homem em relação aos elementos do meio no qual ele se encontra inserido.

Com a importância herdada dos objetivos principais dos engenheiros geógrafos e geólogos, o de conhecer o terreno e sua evolução, William Morris Davis (1850-1934) dedicou parte de sua vida na elaboração de uma estrutura lógica que explicasse as atuais formações do relevo; no entanto, ao mesmo tempo em que propõe um estudo geomorfológico⁶ formalmente bem estruturado metodologicamente, com hipóteses e demonstrações bem associadas, a sua pesquisa afastou-se das revelações de interatividade entre homem e meio.

Assim, o estudo em separado dos vários componentes do meio como o clima, a vegetação, a morfogênese e morfologia do relevo levaram, já no século XIX, ao surgimento de ramos específicos da geografia, em especial da geografia física – climatologia, biogeografia, geomorfologia, hidrografia, entre outros. Houve, como subproduto dessa crescente especialização, um reforço na dicotomia pré-existente entre a Geografia Física e a Geografia Humana: na primeira metade do século XX a geografia física caracterizou-se por estudos dos aspectos do quadro natural do planeta, tratados de maneira individualizada entre si e completamente distante da geografia humana (MENDONÇA, 1992).

A contemporânea hipertrofia do sistema capitalista trouxe consigo numerosas e densas modificações no mundo vivido e, conseqüentemente, no acadêmico. O espaço terrestre torna-se globalizado. Os fluxos, dos mais variados âmbitos, se tornam complexos e passam a ser entendidos como dispostos em redes relacionais. A Geografia que vinha sendo praticada sob a égide ratzeliana e lablachiana não dá mais conta de explicar a organização do espaço nesta nova configuração. Há o surgimento de novos alicerces para a reflexão geográfica.

Em uma vertente mais conservadora de renovação, também chamada de Geografia Pragmática, há a troca do empirismo da observação direta pelo empirismo mais abstrato, dos dados filtrados pela estatística. Todas as questões poderiam ser então quantificadas, inclusive

⁶ A Teoria do Ciclo Geográfico de W. M. Davis, considerada o ponto de partida para o desenvolvimento da Geomorfologia moderna, busca estruturar o modelo genético das formas de relevo. Parte da classificação genética das formas à importância do papel do tempo como elemento que agrega poder às forças escultoras do modelado terrestre.

as interações de fenômenos, as variações locais da paisagem e a ação da natureza sobre os homens (MORAES, 1995).

Consoante a outras áreas do conhecimento humano, como a Física, Biologia, Sociologia, Psicologia, Linguística, entre outras, diversos posicionamentos filosófico-metodológicos são adotados. Surge, então, a Geografia Sistemica, fundamentada na Teoria dos Sistemas; a Geografia da Percepção, embasada na Gestalt e na fenomenologia e a Geografia Crítica, sob os postulados do materialismo histórico-dialético que passa a ser amplamente adotado como opção metodológica para o entendimento das novas formas de organização do espaço e, conseqüentemente, como possibilidade para entender a relação homem *versus* natureza. Dentro dessa perspectiva, o aspecto ambiental é resultado da relação contraditória entre natureza e sociedade sob intermediação do trabalho.

Outrossim, a persistência em compartimentar o conhecimento, fruto do desenvolvimento particularizado de áreas específicas da geografia, principalmente da geografia física, cederam lugar a estudos com maior grau de conjunção a partir dos anos 1970. O pensamento geográfico, calcado nos mais variados enfoques – social, econômico, político, biológico, cultural, entre outros – e em diferentes conceitos como região, paisagem, território, rede, lugar e ambiente, esmerou-se em produzir estudos que tentassem conceber o espaço geográfico – lido, neste trabalho, a partir da materialização da vida humana por sobre a superfície terrestre nos mais variados âmbitos, graus e escalas, ou seja, como as relações processuais que explicam a materialização da paisagem – como uno. Esta tendência esteve fortemente referenciada numa abordagem sistêmica com o intuito de promover uma análise integrada da natureza.

Sabemos que a valorização do ambiente está longe de ser ineditismo do século XX. Ela remonta os primórdios da civilização humana. Da mesma forma, a relação homem *versus* meio vem sendo estudada desde há muito tempo. No entanto, com a difusão das propostas teóricas e metodológicas surgidas a partir da Teoria Geral dos Sistemas – década de 1940 – a geografia vislumbrou novas possibilidades para o estudo dessa temática.

Georges Bertrand e Viktor Borisovich Sochava defendem a Teoria dos Geossistemas para a correta apreensão da paisagem; Jean Tricart e Jean Killian desenvolvem a denominada ecogeografia, a qual considera o meio físico como um sistema aberto e dinâmico que ocupa o plano de contato entre a atmosfera e a litosfera. Estes são dois exemplos imediatos dessa nova gama de possibilidades.

A partir dos anos 1960/1970 torna-se impossível ignorar o peso da equação homem-meio nos estudos geográficos. Agora, com dispositivos capazes de expor as complexas interações existentes nessa rede, a Geografia pós-moderna lança mão de sistemas de gerenciamento da informação para efetuar múltiplas análises em situações pontuais, mas sem esquecer que há interdependência entre os vários elementos estudados. Com métodos estatístico-sistemáticos informacionais cada vez mais acurados, tem conduzido a uma ciência com disposição à previsão de cenários e avaliação de riscos.

Moraes (1994), ao refletir sobre os fundamentos epistemológicos para o estudo do meio ambiente, sintetiza em três as posturas filosóficas – “modelos de ação orientados por valores e princípios”, como ele mesmo define – que se fizeram/fazem presentes mais fortemente no desenvolvimento do pensamento geográfico, tanto na área acadêmica, quanto nos moldes de relacionamento com a sociedade e o Estado: a naturalista, a tecnicista e a romântica.

Na primeira orientação, a naturalista, os estudos ambientais consideram o homem como mero elemento que pode desequilibrar o meio em que vive, são as ditas “ações antrópicas” tomadas como mais uma variável dentro de um conjunto de fatores basicamente naturais, alijadas da dimensão social.

A postura tecnicista dilui as implicações políticas e ideológicas do manejo ambiental. Este enquadramento julga a ciência e o seu produto, a técnica, como algo acima de qualquer suspeita, uma verdade inabalável somente acessível a alguns poucos iniciados.

A terceira orientação, a romântica, é diametralmente oposta à anterior e peca pela excessiva politização de seu discurso que, por vezes, transpira perspectivas anti-humanísticas ao elevar a natureza a um patamar maior que o do homem.

Num contexto mais amplo e

Enquanto ciência que tem por objeto de estudo as relações entre o homem e o meio, numa troca simultânea de influências, a geografia se encontra preocupada com a compreensão dos aspectos naturais do planeta tanto em suas especificidades quanto no seu inter-relacionamento e configuração geral; também a sociedade, parte integrante deste inter-relacionamento, assume importantíssimo papel no contexto geográfico, dividindo igualmente com o quadro físico do planeta o rol de preocupações desta ciência. (MENDONÇA, 1992, p. 17).

As tendências atuais são a de pensar o ambiente sem negar as tensões sob as suas diferentes dimensões. Na perspectiva da geografia, retoma-se um pensamento conjuntivo que

trata o ambiente por inteiro, na medida em que sua análise exige compreensão também das práticas sociais, ideológicas e culturais (SUERTEGARAY, 2002). Ao longo do tempo os estudos ambientais sediados pela geografia sofreram um salto paradigmático: de uma visão onde o homem era passivo frente ao meio, um mero elemento, a uma situação onde o fator humano, além de ser preponderante, está imbricado a ele.

Assim, desde a sua constituição enquanto ciência, com objeto e método próprios, a Geografia passa por um constante processo de reavaliação das suas diferentes formas de compreender o ambiente, perpassando pelo determinismo e possibilismo geográficos, pela interação dialética, pela compreensão fenomenológica, perceptiva, quantitativa, do modelismo e sistêmica.

Os estudos geográficos relacionados à temática ambiental, aqui considerada como aquela que tem por objeto a análise da relação sociedade *versus* natureza tomada a partir das alterações impostas ao meio físico, podem didaticamente ser catalogados também quanto à postura filosófica adotada: naturalista, tecnicista e romântica. O próprio significado do termo ambiente sofreu modificações ao longo da constituição do pensamento geográfico sistematizado: se, no início do século XIX, ele estava apartado do homem/sociedade e ligado diretamente ao estudo da natureza do planeta, na atualidade, está intimamente atrelado à interação conjuntiva com o social. No entanto, a despeito de todas as disparidades nas variadas orientações, a interação homem-meio, que se expressa no espaço geográfico, é o cerne da discussão nos estudos ambientais produzidos pela geografia.

1.1.1 A relação sociedade - natureza

O relacionamento homem - meio ou, mais apropriadamente, sociedade - natureza, merece uma atenção especial. No entanto, não é tarefa simples pensar neste binômio. Há profundas implicações filosóficas que demandariam um trabalho especificamente voltado a este tipo de investigação. Tentaremos ser breves e, na medida do possível, focarmos no interesse que tem para a ciência geográfica.

A relação homem-natureza, forjada desde sempre sob a égide da cultura, tem sido hegemonicamente compreendida como bipartida pelo pensamento ocidental. Esta correspondência, cuja matriz filosófica remonta à antiguidade clássica grega (século V a.C.),

num período de negação dos filósofos pré-socráticos⁷, quando então a *physis* (natureza) ainda era considerada o todo de tudo o que existia e, portanto, unificada; veio, século após século, sendo (des)construída pelo pensamento judaico-cristão (BORNHEIM, 1972).

O cristianismo, na Idade Média, lerá Aristóteles e Platão sob uma única ótica: a daquela que separa o corpo da alma, a matéria do espírito, o objeto do sujeito. Houve, nesta época, a confirmação do desquite anunciado, desde a Grécia antiga, entre homem e natureza; agora ambos estariam irremediavelmente divorciados.

Futuramente René Descartes (1596-1650), um dos fundadores do pensamento científico moderno-contemporâneo, complementaria essa separação, anexando ao conhecimento a dose de pragmatismo e utilitarismo que faltava para o homem se apropriar da natureza, como um recurso, um meio, para que dele tomasse proveito, posto que agora estavam separados. Uma vez formada esta configuração, o homem, “instrumentalizado pelo método científico, pode[ria] penetrar os mistérios da natureza e, assim, torna[r]-se[-ia] ‘senhor e possuidor da natureza’”.

O antropocentrismo consagraria a capacidade humana de dominar a natureza e, a partir do século XIX, a ciência e a técnica adquiririam

um significado central na vida dos homens. A natureza, cada vez mais um objeto a ser possuído e dominado é agora subdividida em física, química, biologia. O homem em economia, sociologia, antropologia, história, psicologia, etc. Qualquer tentativa de pensar o homem e a natureza de uma forma orgânica e integrada torna-se agora mais difícil [...].

A idéia de uma natureza objetiva e exterior ao homem, o que pressupõe uma idéia de homem não-natural e fora da natureza, cristaliza-se com a civilização industrial inaugurada pelo capitalismo. (GONÇALVES, 1993, passim).

Assim, as ciências da natureza se separaram das ciências do homem e os estudos acabaram reproduzindo a divisão entre o natural e o social mesmo que houvesse informações que se entrecruzassem.

O cartesianismo mecanicista que assolou a ciência – e, diga-se de passagem, continua a exercer grande influência em muitos aspectos de nossa vida atual – produziu uma

⁷ Anaxágoras, Anaxímenes, Anaximandro, Arquitas, Demócrito, Diógenes, Emédocles, Filolau, Heráclito, Leucipo, Melisso, Parmênides, Pitágoras, Tales, Xenófanes e Zenão, filósofos que antecederam Sócrates, Platão e Aristóteles, compreendiam a natureza como tudo o que existia. Para os pré-socráticos, pertencem à *physis*: “o céu e a terra, a pedra, a planta, o animal e o homem, o acontecer humano como obra do homem [o social] e dos deuses e, sobretudo, pertencem à *physis* os próprios deuses” (BORNHEIM, 1972, p. 11; GONÇALVES, 1993).

concepção de natureza na qual foram engendrados fundamentalmente três princípios que se reproduzem: o *princípio do atomismo*, onde tudo o que existe poderia ser decomposto em peças separadas, cada vez menores, componentes de um maquinário – imaginário ou não – que funcionaria como se fosse um relógio sob o *princípio da regularidade dos fenômenos*, os quais seguiriam, por sua vez, regras claras que estavam sempre assentadas no *princípio da lógica, da razão e da ordem*.

A natureza assim decomposta, regulada e normalizada serviu de espelho para a governança da própria sociedade. A natureza, em tese, não comportaria ideologias nem subjetividade e, portanto, poderia ser utilizada como base, como ponto de referência, para uma sociedade racional, livre de paixões. Suas leis, regras e processos, tão bem organizados e dissecados por pensadores renomados como Aristóteles, Nicolau Copérnico, Johannes Kepler, Francis Bacon, Galileu Galilei, René Descartes, Sir Isaac Newton, Charles Darwin, entre outros, foram automaticamente adotados como aferidores da sociedade e, por conseguinte, do próprio homem.

Gonçalves (1993) nos brinda com dois exemplos clássicos dessa apropriação. O primeiro está atrelado à vida econômica: para Adam Smith, o preço justo, o real valor das mercadorias, seria também considerado como “preço natural”. O segundo refere-se à vida biológica, onde o homem também participa: Charles Darwin considerava a evolução como um “processo natural” e, portanto, objetivo.

Não queremos expor e muito menos julgar levianamente as conquistas que fizeram avançar de modo extraordinário o conhecimento humano, no entanto não podemos ignorar o fato de que essa mitificação da natureza seria, mais tarde, com a sedimentação do regime capitalista, utilizada para legitimar a apropriação privada dos meios de produção. O Estado, respaldado formalmente pela ciência que é considerada fonte de verdades para a humanidade, assumiria o papel de regulador das relações sociais, econômicas, políticas, enfim, de todo tipo de vínculo que o homem teria com ele próprio e com a natureza. Homem e natureza, sujeito e objeto, se tornam referenciais um do outro, condicionando-se mutuamente.

Consoante ao exposto, Bornheim (1972, p. 9) declara que a natureza, hoje,

tende a confundir-se sempre mais com o objeto das ciências da natureza, com algo que pode ser dominado pelo homem, que pode ser posto a seu serviço e canalizada em termos de técnica. Desta forma a natureza se transforma na expressão da vontade de poder.

Para além dessa formação histórica da relação bipartida entre homem e natureza, temos tido também, como já dissemos, ao longo do desenvolvimento do pensamento humano, a tendência de polarizarmos esse controverso relacionamento em duas visões: a que encara a natureza como algo hostil, onde deve prevalecer a lei do mais forte, o mais bem adaptado e que, posteriormente, levaria o homem ao desejo de dominá-la, subjugá-la; e aquela que vê a natureza como algo harmônico, que sofre constantes agressões por parte do homem. A primeira reflete a vertente do antropocentrismo e a segunda, a do naturalismo. Lembramos que os dois pontos de vista pressupõem que o homem não faça parte da natureza e, assim sendo, seja externo a ela. Assim, ambas ainda insistem na dicotomia entre homem e natureza, entre sociedade e natureza.

Em relação à geografia, a partir da década de 1960, embora comesçassem a despontar estudos com análises mais integrativas, bem nos recorda Mendonça (1992) que ainda persistia como pressuposto o fato de que a natureza funcionaria regida por meio de suas próprias leis e, portanto, deveria ser encarada como ente separado da sociedade, tendo o seu próprio sistema de organização.

Assim, geógrafos franceses como Georges Bertrand, Jean Dresh, Jean Tricart, entre outros, embora buscassem compreender a natureza como um todo dinâmico, onde as variáveis que a compunham – relevo, clima, vegetação, hidrografia e até as ações antrópicas – interrelacionavam-se e interagiam umas com as outras, ainda mantiveram, àquela época, uma tendência à visão antropocêntrica, onde homem e natureza não eram vistos como completamente integrados, onde as ações humanas ainda eram encaradas apenas como mais uma variável no rol das variáveis que interagiam com o meio.

Não podemos deixar de lado a enorme influência do pensamento marxista, em especial para o pensamento geográfico pós anos 1960/70, na forma de se refletir sobre a relação homem-natureza. O materialismo histórico-dialético passou a ser a base para o entendimento da sociedade e foi, conseqüentemente, estendido também para o esclarecimento da relação homem-natureza. Esse relacionamento teria sido forjado ao longo da história, pelo próprio homem, num modo contínuo à base de trocas materiais entre o homem e a natureza mediadas pelo trabalho humano.

Para Marx (1976), o trabalho engendrado pelo homem na primeira natureza (a natureza original, sem máculas humanas) originaria uma segunda natureza, uma natureza artificial, humanizada. Assim, a primeira natureza seria também, esquematicamente, o primeiro momento do movimento dialético da construção da realidade, do espaço geográfico;

o trabalho humano seria a antítese, a segunda fase desse processo. Salientamos que, dentro dessa perspectiva, tanto os objetos naturais quanto os homens não deixam de ser aquilo que são em sua origem, ou seja, não deixam de ser natureza, apenas adquirem novas formas, que o homem introduz por meio do trabalho.

Compreender a ação humana sobre a natureza de maneira dialética não é tarefa difícil; entretanto, afirmar que o processo evolutivo se dá dessa forma é, no mínimo, prematuro por falta de comprovação científica. Para esclarecer, Mendonça (1992, p. 28-29), lembra-nos dois princípios fundamentais entre as leis naturais e as leis sociais: o da imutabilidade e o da generalização.

As leis naturais de formação, desenvolvimento e reprodução dos componentes da natureza são as mesmas desde a sua origem até nossos dias [...].

Para a sociedade não existem as leis gerais que regem os fenômenos desde a sua gênese no planeta até a atualidade [...]. Não se pode afirmar, por exemplo, que as transformações que a sociedade feudal sofreu sejam iguais àsquelas pelas quais passa a sociedade capitalista atual [...].

Assim, complementa o autor, a ação da sociedade sobre a natureza se dá segundo leis diferentes das que regem os fenômenos naturais.

A ciência geográfica, agora no alvorecer do século XXI, tem mantido a sua tradição de explicar a interrelação homem-natureza que hoje se encontra no seio da discussão das questões ambientais – com acirrada criticidade e tendente visão integradora, ainda que uma pequena corrente ainda insista na discussão peremptória de dividir a Geografia em Geografia Física e Geografia Humana, dificultando, assim, o entendimento integrado do espaço geográfico e afastando o que tem sido traço de destaque e referência à ciência geográfica, como parte importante da constelação das disciplinas científicas, exatamente por esta sua especificidade de integralização do entendimento da relação sociedade-natureza.

1.1.2 A perspectiva geossistêmica

A transposição do enfoque mecanicista para o sistêmico não ocorreu em um único tempo, mas sim nos moldes em que Kuhn (1994) descrevera em sua obra sobre as revoluções

científicas, ou seja, se deu de modo descontínuo e por meio de saltos qualitativos, apoiando-se em fatores externos, que nada têm a ver com a racionalidade acadêmica e que acabaram, de um modo ou de outro, contaminando a própria prática científica.

Assim, o primeiro grande levante contra o paradigma cartesiano-newtoniano mecanicista adveio do Movimento Romântico. Desde a Grécia antiga, foi apenas em fins do século VIII e grande parte do século XIX que uma visão integradora viu crescer seu espaço nas artes, literatura e filosofia.

James Hutton (1726-1797), geólogo escocês, reavivou a antiga crença grega de Gaia, a Deusa Terra. Sustentava que os processos biológicos e geológicos estariam todos interligados, chegando mesmo a comparar o sistema hídrico terrestre com o sistema circulatório de um animal.

O próprio Humboldt defendia que a Terra deveria ser tomada como um todo integrado pela força climática. De Martonne (1953, p. 13), ao falar sobre a história da ciência geográfica, comenta que ele, o precursor da geografia científica, “Quando fixa a sua atenção num problema geológico, biológico ou humano, esse grande espírito não se absorve na contemplação do facto local [...]. Nenhum ponto lhe parece independente do conhecimento do conjunto do globo”.

O grande poeta alemão Johann Wolfgang Von Goethe (1749-1832) citado por Capra (1996, p. 35), defendia que “Cada criatura é apenas uma gradação padronizada (Schattierung) de um grande todo harmonioso”. Seu compatriota e filósofo Immanuel Kant (1724-1804), argumentava que os seres vivos, diferentemente de uma máquina na qual as partes apenas existem uma para a outra, exprimindo-se por meio de uma relação meramente funcional, eram capazes de existirem por meio da outra; num organismo, as partes também podem (re)produzir outras partes

No entanto, foi somente a partir do século XX, após essa pré-sensibilização proporcionada pelo Romantismo, que o paradigma mecanicista começou a ser paulatinamente substituído pelo paradigma sistêmico. A ênfase dada às partes sob o enfoque reducionista e atomístico cedeu lugar ao enfoque holístico, ecológico, orgânico. A biologia saiu à frente na mudança desse eixo paradigmático, considerando os organismos vivos como seres cujas partes só poderiam ser entendidas de forma integrada. A fisiologia e o funcionalismo, próprios do mecanicismo, davam passagem ao organicismo, característico do pensamento sistêmico.

O próprio significado raiz da palavra sistema, do grego *synhistanai* significa “colocar junto”. Assim, entender as coisas de maneira sistêmica envolve a concepção de que elas devem estar juntas, em algum contexto, para que possa ser estabelecida a natureza de suas conexões. A emergência dessa concepção revolucionou o pensamento científico ocidental.

Não tardou para que essas novas concepções fossem dignas de uma formalização acadêmico-científica. Ludwig Von Bertalanffy (1901-1972), biólogo austríaco participante do Círculo de Viena⁸, acreditava que os fenômenos biológicos deveriam ser investigados por um prisma próprio, que previsse evolução e mudanças que indicavam a direção da desordem rumo à ordem; diferentemente dos fenômenos físicos, cujos movimentos, trajetórias e forças tão bem se enquadravam na mecânica newtoniana e igualmente diferentes dos fenômenos termodinâmicos que, embora previssem evolução, estavam suscetíveis a um novo personagem, a entropia, que indicaria a direção de uma progressiva desorganização do sistema estudado.

Uma vez que os sistemas vivos abarcam uma faixa tão ampla de fenômenos, envolvendo organismos individuais e suas partes, sistemas sociais e ecossistemas, Bertalanffy acreditava que uma teoria geral dos sistemas ofereceria um arcabouço conceitual geral para unificar várias disciplinas científicas que se tornaram isoladas e fragmentadas [...]. (CAPRA, 1996, p. 55)

Assim, por volta da década de 1920/30, Bertalanffy idealizou a Teoria Geral dos Sistemas. A publicação tardia de seu trabalho⁹, na década de 1950, não impediu que suas idéias vingassem e que ofuscassem significativamente o paradigma mecanicista.

Miller¹⁰ (1965 apud CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 1) definiu conceitualmente sistema como sendo

‘um conjunto de unidades com relações entre si. A palavra conjunto implica que as unidades possuem propriedades comuns. O estado de cada unidade é controlada, condicionada ou dependente do estado das outras unidades’.

⁸ Faziam parte do Círculo de Viena os ilustres membros Rudolf Carnap, Otto Neurath, Herbert Feigl, Philipp Frank, Friedrich Waissman, Hans Hahn, Hans Reichenbach, Kurt Gödel, Carl Hempel, Alfred Tarski, W. V. Quine e A. J. Ayer. Eles tinham o hábito de frequentemente se reunirem entre 1922 até finais de 1936, ano em que o seu fundador, Moritz Schlick, de nacionalidade judia, foi assassinado por um estudante universitário nazista.

⁹ Bertalanffy publicou em 1950 dois artigos no *British Journal of Philosophical Science* intitulados *The theory of open systems in Physics and Biology* e *Outline of General Systems Theory* que tratavam da Teoria Geral dos Sistemas..

¹⁰ MILLER, J. G. Living Systems: Basic Concepts, **Behavioral Science**, n.10, p. 193-237.

Desta maneira, o conjunto encontra-se organizado em virtude das inter-relações entre as unidades, e o seu grau de organização permite que assumam a função de um todo que é maior que a soma de suas partes.

De acordo com Forster et al.¹¹ (1957), Chorley; Kennedy¹² (1971) e Chorley; Hagget¹³ (1977) citados por Christofolletti (1979), os sistemas também foram submetidos a alguns tipos de classificação.

A primeira delas referia-se ao grau de relação que têm com o meio: isolados, os que não realizam trocas com o ambiente em que se acham inseridos; abertos, os que realizam troca de matéria e energia com o meio circundante; e fechados, aqueles que efetuam apenas troca de energia.

A segunda dizia respeito aos aspectos de forma e estrutura: *morfológicos*, aqueles baseados em propriedades físicas tais como geometria, densidade, comprimento; *funcionais*, com base na ação dos processos responsáveis pelas formas e funcionamento do sistema; e *controlados*, que seriam definidos pela ação controladora das atividades humanas sobre os processos.

Classificações à parte, a concepção sistêmica propõe que os fenômenos, embora possam ser decompostos em partes, devem ser sempre tomados como integrados; suas propriedades surgem das relações de organização entre as partes. Outro critério do pensamento sistêmico é o fato de que há subsistemas que compõem os sistemas, os quais devem ser submetidos aos mesmos conceitos.

Tricart (1977, p. 19) advoga em prol do uso do conceito de sistema, como sendo ele

o melhor instrumento lógico de que dispomos para estudar os problemas do meio ambiente. Ele permite adotar uma atitude dialética entre a necessidade da análise – que resulta do próprio progresso da ciência e das técnicas e investigação – e a necessidade, contrária, de uma visão de conjunto, capaz de ensejar uma atuação eficaz sobre esse meio ambiente. Ainda mais, o conceito de sistema é, por natureza, de caráter dinâmico e por isso adequado a fornecer os conhecimentos básicos para uma atuação – o que não é o caso de um inventário, por natureza estático.

¹¹ FORSTER et al. Some unsolved problems in the theory of non-isolated Systems. **General Systems Yearbook**, v. 2, 1957, p. 9-29

¹² CHORLEY, R. J.; KENNEDY, B. A. **Physical Geography, a Systems Approach**. Londres: Prentice Hall, 1971.

¹³ CHORLEY, R. J; HAGGET, P. **Modelos integrados em Geografia**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos S.A., 1974.

Devemos, pois, assumir que o pensamento sistêmico é conjuntivo, contextual e processual, e que os níveis de sistemas e subsistemas estão ligados entre si por um fio condutor que se entrelaçam, formando nós, como se fossem uma gigantesca rede de pescar. Ou, como aponta Caseti (2002, p. 61), “Torna-se necessário compreender os fenômenos em sua integralidade (o mundo não pode ser analisado a partir de elementos isolados), buscando suas conexões locais e não-locais para poder entender o espaço em sua essência”.

Assim, a visão sistêmica passou a ser o esteio de várias disciplinas científicas. Na Geografia, foi proposto em 1960 o termo *geossistema* pelo geógrafo soviético Viktor Borisovich Sochava (1905-1978), que o caracterizou como a expressão dos fenômenos naturais resultantes da interação, na superfície da Terra, da litomassa com biomassa, aeromassa e hidromassa.

Vários outros autores se dispuseram também, a seu modo, definir geossistema.

Para Bertrand (1972), geossistema seria um sistema aberto, hierarquicamente organizado, formado pela combinação dinâmica e dialética de fatores físicos, biológicos e antrópicos. Resultaria, portanto, da combinação dinâmica de um potencial ecológico (geomorfologia, clima, hidrologia), de uma condição de exploração biológica natural (vegetação, solo, fauna) e de atividades antrópicas.

Mais tarde, em parceria com Beroutchachvili, Bertrand revisitaria esse conceito, acrescentando a ele três elementos que o caracterizariam: a *morfologia*, definida por estruturas espaciais verticais e horizontais – geohorizontes (fisionomia aliada à massa e energia) e geofácies (período de tempo), respectivamente –; *funcionamento*, conjunto de transformações relacionadas à energia solar e gravitacional, ciclos hidrológico e biogeoquímico, aos movimentos da atmosfera e à morfogênese; *comportamento*, relacionado às mudanças que o geossistema sofre num dado período de tempo (BEROUTCHACHVILI; BERTRAND, 1978).

O próprio Bertrand retomaria este tema, em 2002, com Claude Bertrand, propondo um sistema conceitual tridimensional, o GTP, que converge geossistema, território e paisagem. Os autores dizem que este sistema tripolar “restabelece os indispensáveis estudos setoriais. Seu interesse epistemológico e metodológico é duplo: preservar a complexidade-diversidade do meio ambiente, ajudar a superar a falsa separação dentre natureza e sociedade” (BERTRAND e BERTRAND, 2002).

Para Neef et al.¹⁴ (1973 apud TROPMAIR, 1985, p. 65), o geossistema seria

‘um determinado espaço da natureza em que os geo-componentes e processos de geo-complexos, como integrantes de um sistema, obedecem aos princípios da Teoria Geral dos Sistemas. A totalidade dos elementos e das relações do sistema definem as propriedades sistêmicas do geossistema.’

Christofoletti (1981, 1995) assume a definição que Beroutchachvili e Bertrand propuseram, complementando-a com a esquematização de seus componentes básicos elaborada por Demek¹⁵. Assim, o geossistema, também denominado por ele mesmo de *sistema ambiental físico*, seria um sistema natural homogêneo ligado a um território, que poderia ser delimitado e analisado a partir de uma determinada escala. Ele se caracterizaria por uma morfologia, isto é, por estruturas espaciais verticais e horizontais; por um funcionamento que englobaria o conjunto das transformações ligadas à energia solar ou gravitacional, aos ciclos da água, aos biogeociclos, assim como aos movimentos de massas de ar e aos processos morfogenéticos, e pelas mudanças de estados que ocorrem em determinada sequência temporal.

Pech et al. (1998) o considera como sendo um sistema espacial de escala pluriquilométrica compreendido pelos diferentes componentes do meio natural e antrópico. Em seu interior estão unidades de tamanho menor – os geofácies e os geotopos.

Troppmair (2000, p. 36) faz questão de incluir explicitamente o homem em sua definição de geossistema: sistema natural, complexo e integrado onde há circulação de energia e matéria e onde ocorre exploração biológica, inclusive a praticada pelo homem.

Estas definições merecem algumas considerações.

A primeira delas se refere ao caráter integrativo dos vários elementos que o constituem. Em todas as conceituações apresentadas, o geossistema abriga a relação sociedade/natureza, posto que prevê não somente a atuação dos fatores do meio físico e biológico, mas também a ação de elementos sociais, econômicos e técnicos.

À exceção da definição assumida por Christofoletti, persiste certa vaguidão em relação aos elementos que compõem os geossistemas. Como é o caso da que foi proposta por

¹⁴ NEEF, F. et al. **Beitraege zur Klaerung der Terminologie in der Landschaftsforschung**. Akad. der Wissensch. Geogr. Inst. Leipzig, 1973.

¹⁵ DEMEK, J. The landscape as a geosystem. **Geoforum**, Oxford, v. 9, n. 1, p. 20-34, 1978.

Pech, por exemplo. Ele não explicita nenhum dos componentes (naturais e antrópicos) que integram o geossistema, apenas determina que são vários.

Uma outra consideração está relacionada à preocupação com o caráter escalar. Bertrand (1972), Sochava (1977, 1978) e Pech et al. (1998) se dispuseram a classificar hierarquicamente os geossistemas em relação ao tamanho que ocupariam no meio em que estivessem inseridos.

O primeiro, baseado em exemplos fornecidos pelo próprio território europeu, pela região dos Pirineus, propôs uma taxonomia fundamentada na adoção de uma escala espaço-temporal. Em ordem decrescente resultaram em seis níveis: a zona, o domínio, a região, o geossistema – unidade dimensional compreendida entre alguns quilômetros quadrados e algumas centenas de quilômetros quadrados; esta escala guarda a maior parte dos fenômenos mais interessantes para o geógrafo, constituindo uma boa base para os estudos de organização por ser compatível com a escala humana –, o geofácies e o geotopo, estes dois últimos classificados a partir de critérios biogeográficos e antrópicos.

Sochava baseou a hierarquia na funcionalidade. Em ordem decrescente ele propôs que as paisagens ou os ambientes naturais se chamassem geossistemas; os geócoros constituiriam uma classe de geossistemas de estrutura heterogênea; os geômeros, uma classe de geossistemas com estrutura homogênea e, finalmente, os geotopos seriam geossistemas associados a unidades morfológicas ou setores fisionômicos homogêneos.

Petch apenas cita que o geossistema comporta unidades de tamanho menor ainda que ele – os geofácies e os geotopos.

O que podemos perceber é que, neste quesito, os autores continuaram a imprimir uma enorme carga de subjetividade em suas definições taxonômicas e delimitações.

Bertrand, embora tenha utilizado como referência a tabela criada por Cailleux e Tricart¹⁶ (ANEXO A), é impreciso ao delimitar a categoria geossistema. Segundo suas próprias palavras: “O geossistema situa-se entre a 4ª e a 5ª grandeza espaço-temporal. Trata-se, portanto de uma unidade dimensional compreendida entre alguns quilômetros quadrados e algumas centenas de quilômetros quadrados” que melhor se compatibiliza com os fenômenos humanos (BERTRAND, 1972, p. 13-14).

¹⁶ Cailleux e Tricart criaram uma classificação taxonômica dos fatores geomorfológicos, segundo a qual a 4ª ordem de grandeza corresponde à 10² unidades de superfície e a 5ª ordem de grandeza à 10 unidades de superfície (Cf. ANEXO A).

No Quadro 1, proposto pelo autor, a categoria geossistema situa-se entre as unidades superiores ("zonas", "domínios" e "regiões naturais") e as unidades inferiores ("geofácies" e "geótopos").

UNIDADES DA PAISAGEM	ESCALA TEMPORO-ESPACIAL (A. CAILLEUX J. TRICART)	EXEMPLO TOMADO NUMA MESMA SÉRIE DE PAISAGEM	UNIDADES ELEMENTARES				
			RELEVO (1)	CLIMA (2)	BOTÂNICA	BIOGEOGRAFIA	UNIDADE TRABALHADA PELO HOMEM (3)
ZONA	G I grandeza G. I	Temperada		Zonal		Bioma	Zona
DOMÍNIO	G. II	Cantábrico	Domínio estrutural	Regional			Domínio Região
REGIÃO NATURAL	G. III-IV	Picos da Europa	Região estrutural		Andar Série		Quarteirão rural ou urbano
GEOSSISTEMA	G. IV-V	Atlântico Montanhês (calcário sombreado com faia higrófila a <i>Asperula odorata</i> em "terra fusca")	Unidade estrutural	local		Zona equipotencial	
GEOFÁCIES	G. VI	Prado de ceifa com <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> em solo lixiviado hidromórfico formado em depósito morânico			Estádio Agrupamento		Exploração ou quarteirão parcelado (pequena ilha ou cidade)
GEÓTOPO	G. VII	"Lapiés" de dissolução com <i>Aspidium lonchitis</i> em microsolo úmido carbonatado em bolsas		Microclima		Biótopo Biocenose	Parcela (casa em cidade)

NOTA: As correspondências entre as unidades são muito aproximadas e dadas somente a título de exemplo.

1 - conforme A. Cailleux, J. Tricart e G. Viers; 2 - conforme M. Sorre; 3 - conforme R. Brunet.

Quadro 1 – Unidades de compartimentação da paisagem segundo Bertrand (1972).

Fonte: Bertrand (1972, p. 12).

Lembramos que Nucci (2004), ao resgatar o emblemático artigo *Paysage et géographie physique globale. Esquisse méthodologique*¹⁷, de G. Bertrand, exibiu um quadro referência (Quadro 2) da divisão proposta por Bertrand com exemplos adaptados para o Brasil pelo professor Felisberto Cavalheiro¹⁸. Certamente uma inestimável contribuição, principalmente para os geógrafos brasileiros, no sentido de elucidar a delimitação originalmente sugerida tendo por base o solo francês.

¹⁷ O artigo foi originalmente publicado na *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, Toulouse, v. 39, n. 3, p. 249-272, 1968 e posteriormente traduzido para o português por Olga Cruz. Está sob a referência BERTRAND (1972) neste trabalho.

¹⁸ O professor Felisberto Cavalheiro (1945-2003) lecionou Teoria Geográfica da Paisagem no Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo.

Unidades de Paisagem <i>Landscape Units</i>		Escala temporo- espacial <i>Time-Spatial Scale</i>	Exemplo tomado em uma dada Paisagem <i>An Example</i>	Características Gerais <i>Several characteristics</i>
SUPERIORES HIGH LANDSCAPES	ZONA ZONE	1ª Grandeza <i>1st Grandeur</i>	Zona Tropical (Florestas Tropicais)	Ligado ao conceito de zonalidade planetária definida pelo clima e pelo bioma e/ou mega-estruturas
	DOMÍNIO PLACE	2ª Grandeza <i>2nd Grandeur</i>	Domínio da Floresta Tropical Atlântica	Dado pelo relevo, climas mais específicos e até pela vegetação, não há restrição quanto ao número de variáveis
	REGIÃO NATURAL NATURAL REGION	3 e 4ª Grandeza <i>3rd and 4th Grandeur</i>	Depressão Periférica (Floresta Estacional Semidecidual Atlântica e Cerrado)	Aspectos mais pontuais como a variação altimétrica, com interferência no clima e este por sua vez na vegetação, bem como solos e formações tectônicas característicos
INFERIORES LOW LANDSCAPES	GEOSSISTEMA GEOSYSTEM	4 e 5ª Grandeza <i>4th and 5th Grandeur</i>	Serra de Araçoiaba com Mata Atlântica	Acentua o complexo geográfico e a dinâmica do conjunto procurando as menores unidades onde se verifica homogeneidade
	GEOFÁCIES GEOFACES	6ª Grandeza <i>6th Grandeur</i>	Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de sucessão	Dado principalmente por aspectos fisionomicamente homogêneos com o desenvolvimento de uma mesma fase de evolução geral
	GEÓTOPO GEOTOP	7ª Grandeza <i>7th Grandeur</i>	Pequena área com alguns indivíduos de embauba	A menor unidade geográfica homogênea diretamente discernível no terreno

Quadro 2 – Sistema de classificação têmporo-espacial das paisagens da Floresta Nacional de Ipanema, Iperó/SP, com base em Bertrand (1972).

Fonte: NUCCI (2004, p. 138).

A delimitação criada por Sochava para a unidade do geossistema abrangeria centenas e mesmo milhares de quilômetros quadrados. Continua a falta de objetividade para delimitar o geossistema. Além disso, não é difícil perceber que ele teria tomado como referência o seu próprio país de origem, a ex-União Soviética, cuja extensão territorial era a maior de todo o planeta. Assim, fica fácil imaginar o porquê do uso da expressão “milhares de quilômetros quadrados”...

Como Felisberto Cavalheiro, Troppmair (2000, p. 35-36) também cita um exemplo de geossistema dentro da proposta de Sochava, pensado no contexto brasileiro.

Podemos exemplificar como Geossistemas as Planícies Costeiras (do sul, do centro ou do norte de um estado ou do país), o Planalto Meridional ou o Planalto Central. Dentro desses, as superfícies planas, mais o conjunto de

encostas com vales, com centenas de quilômetros quadrados, formam geofácies, e estas novamente subdivididas, como o fundo de um vale ou de uma encosta, formam os geotopos.

Na década de 1980, Troppmair dedicou esforços exclusivamente para levantar e delimitar os geossistemas existentes no Estado de São Paulo. Desse estudo resultaram 15 tipos de geossistemas predominantes em todo o Estado (Figura 1).

Figura 1 – Geossistemas do Estado de São Paulo.

Fonte: Troppmair (1983, 2000).

Pech et. al. (1998) não vão além em sua definição e conseguem ser ainda mais vagos que os outros autores. Aliás, repetimos a mesma pergunta feita por Troppmair (2000, p. 37) ao se deparar com o conceito que esses autores elaboraram: “O que é uma escala pluriquilométrica? 10, 100, 1000, 10.000 ou mais quilômetros quadrados?”.

Christofolletti (1981, p. 16) defende que a “hierarquização dos geossistemas, procurando estabelecer as escalas espaciais de abrangência e a nomenclatura designativa,

ainda encontra-se em aberto”. No entanto, esboça um breve apanhado dos vários níveis escalares – planetário, zonal, geomo, geócoro e geotopo –, onde todos possuem a mesma configuração quanto aos componentes e aspectos principais, mas, cada qual com a relevância que lhe caiba.

O autor elenca, ainda, uma série de preocupações que devem ser levadas em conta quando da formalização de estudos baseados em geossistemas. Assim, devemos inicialmente definir:

- quais os elementos (físicos, biológicos e sociais) que o compõem;
- a sua estrutura, ou seja, como os elementos constituintes se arranjam e se distribuem em seu interior;
- as suas características dimensionais;
- os processos responsáveis pela sua organização – aqui, o termo processo necessariamente envolve pensar na sequência de eventos e nos mecanismos que os une;
- os fluxos de matéria e energia para o seu exterior, bem como os fluxos entre os seus elementos constituintes;
- o grau de interferência e/ou inter-relação das atividades humanas com o geossistema.

Consideraremos, pois, que geossistema é um conceito genérico, assim como vegetação, por exemplo. As unidades da hierarquia ou do sistema de unidades taxonômicas deverão ser definidas por parâmetros claros e precisos.

Para o professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro¹⁹, os termos geossistema, geofácies, geótopo, ecótopo, pedótopo, biótopo (propostos por Bertrand) deveriam ser substituídos apenas pelo termo “unidade de paisagem” acompanhado da escala,

¹⁹ Professor Emérito da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo onde, desde 1968 e até sua aposentadoria, em 1987, lecionou diversas disciplinas (Introdução à Geografia Física, Fundamentos de Climatologia, Climatologia Sistemática e Regional, Fisiologia da Paisagem, Geomorfologia Climática e Litorânea, Climatologia Agrária, Climatologia Urbana, Conservação dos Recursos Naturais, Biogeografia e Geomorfologia Estrutural). MONTEIRO (2000) acredita que o conceito geossistema carece de uma formulação cabal, sendo ainda irreal e abstrato.

por exemplo, unidades de paisagens na escala 1:10.000, o que facilitaria a compreensão e a correta delimitação das categorias de análise (NUCCI, 2004).

Dessa forma, encararemos o geossistema como uma unidade territorial que pode ser delimitada e analisada em determinada escala. Consideramos ser imprescindível que ele mantenha uma integridade funcional, não se pode dividi-lo ao infinito. “Cada nível taxonômico tem suas características próprias de organização geográfica que, segundo nos parece, lhe confere sua originalidade” (TRICART, 1981).

Um outro elemento importante que deve ser considerado com reservas diz respeito à dimensão temporal. O conjunto das unidades que compõem um geossistema – qualquer que seja – sofre a inexorável ação deste fator. Será muito difícil que cada unidade reaja de forma igual à ação do tempo. A cobertura vegetal leva muito menos tempo para atingir o clímax do que as geoestruturas para formar uma cadeia de montanhas, por exemplo.

Assim, na perspectiva sistêmica há uma forte tendência de todo elemento de cunho evolutivo a médio e longo prazo ser desconsiderado, acarretando um evidente prejuízo para a análise dos processos, formas e evolução das paisagens (SALES, 2004).

Bertalanffy (1973, p. 195) mesmo já havia avisado: “[...] nos sistemas físicos, os eventos são, em geral, determinados apenas por condições momentâneas. O passado é, por assim dizer, anulado”.

No entanto, ao trabalharmos com a idéia de geossistema não podemos ignorar a ação desse elemento que se agrega à pesquisa, posto que geossistemas não são estáticos, eles sofrem com a ação de processos e, portanto, são dinâmicos. Dinamismo remete-nos, inexoravelmente, à ação da dimensão temporal e esta à sucessão de estados.

Nesse sentido e como a velocidade de evolução dos diversos componentes do geossistema é diferente uma da outra, sua dinâmica pode ser mensurada utilizando-se diferentes unidades de tempo. Desde minutos, para elementos climáticos; dias e meses, geralmente utilizados para modificações efetuadas pelo homem, variações na fenologia da flora e fauna e dos ciclos e regimes hidrológicos; até em milhares ou milhões de anos, para alterações na pedogênese e morfogênese da paisagem (TROPPEMAIR; GALINA, 2006).

É importante reforçamos que devemos manter a unidade funcional dos geossistemas. Inclusive nesse quesito, na dinâmica dos processos. Igualmente importante é o fato de termos que definir claramente as características dimensionais e os elementos que o constituem: identificar a estrutura, o arranjo espacial, a distribuição e a interação entre eles.

Dentro dessa perspectiva, a Geografia deve ir além da simples síntese como era entendida antigamente, quando não passava de uma compilação de conhecimentos dos diferentes aspectos ambientais como geomorfologia, climatologia, hidrografia, biogeografia. Ela deverá objetivar estudos integrados, numa visão sistêmica para entender, utilizar e, ao mesmo tempo, manter o sistema natureza, do qual o homem também é integrante (TROPPMAIR, 1985).

1.2 Cartografia: interface entre Geografia e estudos ambientais

A etimologia da palavra “Geografia” (do grego *Geos* = Terra, e *graphein* = escrever; ato de representar por caracteres ou sinais gráficos) denuncia a indisfarçável relação existente, desde os primórdios das civilizações humanas, entre a Cartografia e a Geografia. Os mapas surgem como representações simbólicas da realidade e, por conseguinte, da própria Geografia.

Um dos primeiros exemplos da conexão existente entre Cartografia e Geografia pode ser observado já em uma das peças cartográficas mais antigas conhecidas pelo homem – o mapa de Ga-Sur²⁰ (Figura 2) –, esculpida em uma tábuia de argila entre 3600 a.C. e 2500 a.C., é originária da antiga Mesopotâmia. Ele representa um vale fluvial, com os rios Tigre – que se divide em três afluentes – e o Eufrates que desembocam no Golfo Pérsico, ladeados à Leste por elevações montanhosas – os Montes Zagros. Pode-se afirmar que essa descrição gráfica do ambiente em que os sumérios viviam, e que servia essencialmente para a localização e planificação de operações militares, é um dos primeiros exemplos da substituição do espaço tangível pelo abstrato.

²⁰ Tábuia de argila encontrada em 1930 nas escavações da cidade de Ga-Sur (antiga Mesopotâmia), hoje Yorghān Tepe, localizada a sudoeste da cidade de Kirkuk, no Iraque.

Figura 2. Interpretação da placa esculpida em argila (Mapa de Ga-Sur).

Fonte: Tablette de Ga-sur, 2008.

Nos séculos XIV e XV, época das grandes navegações e descobertas portuguesas e espanholas, os mapas traçados davam conta de comunicar ao Velho Mundo o inventário das novas terras: que ambiente fantástico era aquele? O que habitava ali? Onde estariam as possíveis riquezas? Quanto teria para se extrair? Por onde começar? Inúmeros eram os questionamentos que os mapas tentavam responder acerca do novo ambiente a ser explorado.

O cartógrafo português Lopo Homem-Reineis elaborou um mapa do Brasil, intitulado *Terra Brasilis*²¹, datado de 1519, no qual descreve não apenas o formato do território, os acidentes geográficos, a hidrografia e os recortes do litoral (desde o Maranhão até o Rio da Prata), mas incluiu também iluminuras dos habitantes nativos, de suas atividades (principalmente a exploração de pau-brasil), de espécimes da fauna e flora nativas (Figura 3).

²¹ O mapa *Terra Brasilis* é parte integrante do "Atlas Miller", atribuído a Lopo Homem-Reineis, depositado atualmente na Biblioteca Nacional da França, em Paris.

Figura 3. Mapa do Brasil Colônia. *Terra Brasilis* de Lopo Homem-Reineis, 1519.

Fonte: Terra brasilis, 2008.

Trata-se, pois, de uma representação do meio ambiente dos primórdios do Brasil Colônia. Nela há uma superposição de elementos dos meios abiótico, biótico e antrópico e uma desnuda relação entre eles. Seu caráter original é intencionalmente descritivo com forte traço artístico, mas isso não impede que o leitor lance um olhar crítico sobre o cenário criado ou mesmo o seu criador seja eximido de ter imprimido os seus valores. Uma visão interpretativa do mundo observado.

A natureza não surge representada espontaneamente pelos cartógrafos. Ele deve organizá-la para torná-la inteligível e traduzível. Cabe a ele superpor à natureza um certo sistema, uma certa estrutura, para que cada objeto tome uma função que possa determinar sua representação no mapa (CARON, 1980).

Segundo Weltman apud Wurman (1991, p. 284), os mapas “não são os ambientes em si, e sim apresentações destinadas a mostrar um ambiente em sua ausência, apresentações destinadas a ‘representar’ de tal forma que possibilite ao leitor do mapa deduzir sistematicamente os atributos do ambiente mapeado”.

Estamos diante de um produto da cartografia que responde, com a visão de seu criador, como intermédio para a apreensão do espaço geográfico como se fosse um espelho que refletisse uma parte do conjunto complexo de equilíbrios móveis, regulados por causas múltiplas, interdependentes e interativas, cuja análise a Geografia se baseia.

“Fala-se indiferentemente, no século XVIII, de geógrafos ou de cartógrafos” (CLAVAL, 2006, p. 47) e até o século XIX, a Cartografia foi a própria expressão da Geografia (ARCHELA, 2008). Fazer Geografia era fazer mapas (LACOSTE, 1989).

O amadurecimento da cartografia se deu em meio a uma relação dialógica com essa ciência emergente e ante a necessidade de se compor um instrumental para a compreensão e controle do espaço, principalmente a partir da sistematização da Geografia (século XIX) que se constituiu, a partir de então, como ramo científico, com objeto e método de estudo definidos.

É a partir mesmo dessa época, em que as disciplinas se separam em ramos específicos tal como geologia, botânica, zoologia, climatologia, demografia, entre outras, que surge a necessidade de se cartografar uma determinada especificidade do mundo real. Cada ramo científico classifica e quantifica os diversos tipos de fenômenos de acordo com o seu interesse. Toma força, assim, a confecção das cartas temáticas.

No entanto, mesmo com a crescente utilização de mapas para apoiar estudos das mais diferentes áreas do conhecimento humano e o consequente avanço que se fez repercutir na cartografia de uma maneira geral, até 1980 a UGI – União Geográfica Internacional – e a ACI – Associação Cartográfica Internacional – realizavam conferências aproximadamente na mesma época e no mesmo país, tal era a proximidade entre a Geografia e a Cartografia (KANAKUBO, 1995).

A cartografia emancipou-se. Hoje, sistematizada, automatizada e virtualizada, é compreendida como uma forma de retórica, mesclada às principais transformações produzidas na história do mundo, criada e recebida por agentes humanos, portanto uma construção social. É a própria expressão ideológica do mundo vivido (HARLEY, 1991), (GOULD; BAILLY, 1995), (LACOSTE, 1988).

Desde há muito tempo os mapas têm servido à Geografia. Eles podem revelar diferentes visões de mundo. No entanto, como são produtos diretos da cartografia, são também socialmente produzidos; carregam um simbolismo que pode estar associado ao conteúdo neles representado; estão, assim, inexoravelmente atrelados ao processo de poder da elite sobre a sociedade. São, portanto, um instrumento de compreensão e controle do espaço.

Claval (2006, p. 17-19) introduz o leitor aos estudos da História da Geografia advertindo-o inicialmente que

A vida social assenta [se] em técnicas, práticas e conhecimentos geográficos: os homens devem compreender o meio onde vivem para o poderem explorar e organizar; têm de se orientar e de ter pontos de referência; só se identificam com os lugares onde vivem se estes contiverem signos que compreendam e símbolos que partilhem.

[...] Para o geógrafo a apreensão de uma pluralidade de lugares só se torna clara quando eles figuram num documento que permita compreendê-los em conjunto.

Em consonância, Clutton (1983, p. 42) aborda o assunto com maior especificidade: “o mapa temático apresenta uma organização mental do espaço: ele generaliza e reordena as informações além de seus limites originais, para exprimir visualmente variedades mais abstratas”.

Petchenik²² (1979 apud MARTINELLI, 2003b) é ainda mais específica ao tratar da tipologia dos mapas. Se os mapas topográficos seriam os responsáveis por referenciar um

²² PETCHENIK, B. B. From place to space: the psychological achievement of thematic mapping. **The American Cartographer**, v. 6, n. 1, p. 5-12, 1979.

lugar, preocupando-se com a localização, os mapas temáticos estariam num estágio cognitivo mais avançado que aqueles e teriam a incumbência de indicar distribuições, padrões espaciais de um fenômeno.

George²³ (1970 apud LE SANN, 2005, p. 62), no entanto, adverte-nos que

A cartografia (temática) é o instrumento de expressão dos resultados adquiridos pela geografia, mas ela própria é uma técnica que pode ser aplicada para projetar no espaço qualquer noção ou ação que se torne necessária representar espacialmente sem que essa noção ou ação faça parte de um sistema de relações geográficas.

Seja como for, concordamos com Martinelli (2003b) e tomaremos como base que os mapas temáticos devem exprimir um saber científico coerente, isto é, devem restituir categorias que nem sempre estão visualmente organizadas no mundo real. Preferencialmente de forma sintética, ou seja, os fenômenos que compõem a realidade devem estar aglutinados e representados não por mera justaposição, mas por uma fusão dos elementos constitutivos.

Atualmente, o conhecimento e o domínio do meio ambiente têm forte implicação cartográfica, exigindo um raciocínio espacial, é cada vez mais pré-requisito para a organização do espaço geográfico. São inúmeros os fenômenos e respectivas relações e processos que devem ser levados em conta para sua correta apreensão. “Embora alguns dos segredos da natureza possam ser deslindados sem mapas, as características das áreas relativamente grandes são muitas vezes mais bem detectadas e os problemas identificados pelo estudo cuidadoso dos mapas” (WOOLDRIDGE; EAST²⁴, 1958 apud BOARD, 1975, p. 139).

A cartografia, seja analógica ou digital, proporciona à geografia (e a outras ciências também) a síntese reveladora das linhas de força dos fenômenos globais tangíveis e intangíveis, tal como a representação de uma floresta tropical e as respectivas leis que a rege. Sendo plenamente capaz de demonstrar as relações que habitam no espaço geográfico.

Ao ambiente cabe existir; à Geografia, estudá-lo, explicá-lo, descrevê-lo, desvendá-lo; ao homem, viver e se reproduzir, agir sobre o mundo, transformando-o em função da percepção que dele possui graças a um conjunto de representações por ele mesmo elaborado.

²³ GEORGE, P. **Les méthodes de la Géographie**. Paris: PUF, Coll. Que sais-je?, 1970.

²⁴ WOOLDRIDGE, S. W.; EAST, W. G. **The spirit and purpose of Geography**. 2. ed. Londres: Hutchinson's University Library, 1958.

À Cartografia cabe, enfim, a nem sempre fácil tarefa de aliar a correta apreensão e representação das várias relações e contradições entre os elementos sociais e naturais, originando um produto que não seja mera ilustração da realidade, mas que esteja repleto de informações, auxiliando o desvelamento crítico do mundo vivido. Ser a interface, para o homem, entre a Geografia e o ambiente.

1.2.1 O paradigma semiológico como uma base metodológica para a cartografia temática

Embora muitos estudiosos tenham apontado a passagem por várias posturas, principalmente no século XX, atualmente a Cartografia pode ser vislumbrada como fundamentada em duas correntes teóricas, que de certa forma foram mais marcantes no período, oriundas de bases paradigmáticas distintas: uma sistêmica e, a outra, estruturalista.

A primeira originária da Teoria Geral dos Sistemas²⁵ baseou-se na Teoria Matemática da Comunicação (WEAVER; SHANNON, 1949). Ela considera os mapas como meios de comunicação e traz à tona a idéia de *comunicação cartográfica* (KEATES, 1964); por conseguinte, o conceito de *informação cartográfica* pode ser definido como sendo

o conteúdo intrínseco de toda expressão cartográfica, de um mapa, ou todo elemento expressivo do mapa que é todo símbolo, denominação ou número cartográfico inserido no mapa. [...] também abrange a soma total de toda a informação cartográfica à qual a cartografia chegou [...]. (KOLACNY, 1994, p. 9)

A Teoria da Comunicação Cartográfica preocupa-se, principalmente, em esclarecer as fases e efeitos da transmissão da informação cartográfica utilizando-se de esquemas gráficos (modelos de comunicação). Estes associam as etapas de elaboração e uso do mapa como sendo interligadas num circuito único, suscetível a perdas e ganhos de informação no transcorrer do processo, as quais poderiam sofrer controles e interferências por parte do usuário, do cartógrafo e até mesmo do ambiente em que o produto cartográfico seria utilizado (BOARD, 1975; RATAJSKI, 1977; SALICHTCHEV, 1988; KOLACNY, 1994).

²⁵ Cf. Bertalanffy, 1973.

O fato é que, à luz da Teoria da Comunicação Cartográfica, a representação gráfica seguiria um esquema de comunicação polissêmica (Figura 4), ou seja, os arranjos entre os sinais gráficos que, não seguindo regras propostas para compor uma estrutura monossêmica, podem causar interpretações diversificadas. Haveria ambiguidade na comunicação da mensagem, posto que as formas de articulação entre os signos para expressar o mundo observado no mapa estariam obedecendo àquelas que regem a comunicação com imagens figurativas e, assim, o cartógrafo teria sempre de levar em consideração o universo cultural em que o leitor de seu produto está inserido.

Figura 4. Esquema simplificado de representação polissêmica.

Fonte: Adaptado de Bertin (1978).

Essa visão levaria à criação ou, no mínimo, à compilação de uma biblioteca de ícones que servissem aos propósitos dos cartógrafos, tal como Salichtchev (1984) e anexos dos manuais de Ratajski (1973) (Figura 5). Cada objeto ou grupo de objetos do mundo vivido corresponderia a uma imagem simbólica, cultural ou conotada. Aos usuários restaria a opção de se familiarizarem com os símbolos utilizados nos mapas para que pudessem efetuar a leitura com mais rapidez e eficácia.

A partir desse ponto de vista, surgiu a necessidade de padronização internacional dos mapas temáticos. Vários cartógrafos, principalmente dos países socialistas e da Europa, trabalharam nesse sentido a partir da década de 1970. Arnberger (1974), no entanto, expressou que esse assunto deveria ser tratado com cautela ante às funções dos símbolos que deveriam ser utilizados e à ordem de procedência dos elementos gráficos que deveriam ser adotados.

Numa tentativa de renovação teórica da cartografia, em especial da cartografia temática, abre-se um caminho à outra proposta, a da representação gráfica, ou *grafique* na língua pátria de Jacques Bertin, seu idealizador.

Figura 5. Coletânea de signos.

Fonte: Ratajski (1973).

Fundamentada no paradigma estruturalista e nos postulados de Ferdinand de Saussure (1857-1913) para a sistematização da linguística, Bertin considera que o mapa possui uma linguagem própria, o que implicaria a idéia de uma gramática diferenciada. Assim, sendo uma linguagem, teria que ter uma semiologia. A Semiologia Gráfica.

A partir dessa visão, o produto cartográfico é construído segundo um sistema próprio de linguagem que, seguindo um correto arranjo entre os signos²⁶, deve sempre transmitir a mensagem inicial (realidade retratada) ao leitor o mais fielmente possível e de forma inequívoca segundo padrões da lógica de relações entre objetos e entre seus respectivos símbolos, de tal maneira que não inspirem uma segunda interpretação de leitura.

A cartografia, ao realizar a construção de imagens gráficas, deve se vincar de uma gramática própria baseada fundamentalmente nas leis da percepção visual regida por um esquema de representação monossêmico – que não dê margens a interpretações diversas – mesmo quando utiliza signos que são, por princípio, polissêmicos. Assim, ambos, cartógrafo e usuário, colocam-se diante de três relações: diversidade ($\neq$), ordem (O) e proporcionalidade (Q) (Figura 6).

²⁶ O signo é a menor unidade de significação; é um elemento do processo de comunicação e dentro desse universo é definido como sendo qualquer sinal convencional (gráfico, no caso da cartografia) que represente objetos, formas ou fenômenos do mundo real.

Figura 6. Esquema de representação monossêmico.

Fonte: Bertin (1978).

Nesse conjunto de relações o autor e o usuário do mapa estão do mesmo lado do processo comunicativo, como atores, tendo à disposição a representação gráfica com a incumbência de transcrever as três relações fundamentais que possam existir entre os objetos (fenômenos ou fatos a serem representados nos mapas): diversidade/similaridade ($\neq$), ordem (O) e proporcionalidade (Q) através de relações visuais compatíveis.

Abandona-se, assim, o domínio das convenções tradicionalmente trabalhado pela Teoria da Comunicação Cartográfica e passa-se ao do raciocínio lógico. As relações que devem ser levadas em conta não estão mais ancoradas entre o signo e seu respectivo significado, posto que este tipo de relação depende em primeira instância do contexto geográfico, histórico e cultural, mas sim entre os significados dos signos (Figura 7).

Figura 7. Concepção polissêmica *versus* concepção monossêmica.

Fonte: Adaptado de Martinelli (1996).

Bertin (1978) estabelece ainda, que a imagem de um objeto concreto – tridimensional e atemporal – e a sua inter-relação com outros objetos reais, estabelecendo ligações abstratas dentro de um espaço geográfico, pode ser representada num plano bidimensional através de componentes visuais. Sendo assim, uma imagem gráfica seria basicamente composta por três componentes: os componentes de localização – X e Y –, fornecidos graças à propriedade da ortogonalidade entre os eixos cartesianos, que propiciariam uma visão global, localizada e mensurável dos objetos e fenômenos; e o componente de qualificação/ordenação/quantificação – Z – que caracterizaria o objeto (lugar ou área) representado (Figura 8).

Figura 8. Componentes (X, Y) e Z da imagem.

Fonte: Adaptado de Martinelli (1991, p. 10).

Juntos, os componentes fazem com que a imagem gráfica percebida pelo leitor, embora construída num espaço plano bidimensional, seja criada em três dimensões – (X, Y) e Z –, sendo a terceira a visual, transcrevendo, portanto, as relações entre os três conjuntos independentes de dados e dando cabo de responder às questões básicas que todo bom mapa deve resolver: “onde?” (localização geográfica X, Y, com manifestação em ponto, linha, área); “o quê?” ($\neq$) – diferenciação entre os atributos ou variáveis dos lugares, das linhas, das áreas –; “em que ordem?” (O) – ordem entre atributos e variáveis dos lugares, das linhas, das áreas –; e “quanto?” (Q) – proporção entre os atributos e variáveis dos lugares, das linhas, das áreas –, conforme esquematizado na figura 9.

Figura 9. Questões pertinentes a um determinado conjunto informacional, com manifestações que podem se dar em ponto, linha, área.

Fonte: Martinelli (1991, 2006b).

As imagens, dentro dessa proposta gráfica, são também definidas a partir das três mencionadas formas de manifestação – em ponto, em linha ou em área – e, ainda, aceitar seis modulações visuais (tamanho, valor, granulação, cor, orientação e forma) conforme esquematizado na figura 10, que poderão ser utilizadas para exprimir os componentes de qualificação, ordenação e quantificação dos lugares, das linhas ou das áreas a serem representadas em mapas (Z).

AS VARIÁVEIS VISUAIS			FORMAS DE MANIFESTAÇÃO						PROPRIEDADES PERCEPTIVAS			
			EM PONTO		EM LINHA		EM ÁREA					
• DA IMAGEM	AS DUAS DIMENSÕES DO PLANO								Q	O	≠	≡
	TAMANHO								Q	O	≠	≡
	VALOR								"c"	O	≠	≡
• DE SEPARAÇÃO	GRANULAÇÃO								<div> <p>"c" as transcrições gráficas que resultam nesta área destroem o significado da imagem.</p> <p> ≠ DISSOCIATIVA ≡ ASSOCIATIVA ≠ SELETIVA O ORDENADA Q QUANTITATIVA </p> </div>			
	COR											
	ORIENTAÇÃO											
	FORMA											

Figura 10. Variáveis visuais aplicáveis a formas de manifestação em ponto, em linha, em área com as respectivas propriedades perceptivas.

Fonte: Martinelli (1991, 2006b)

A linguagem cartográfica, contando com uma “gramática gráfica” elaborada por J. Bertin pressupõe que a transcrição dos dados colhidos pelo cartógrafo na sua pesquisa preliminar para, depois, transcrevê-los através de uma representação possa, se necessário, sofrer um tratamento que pode utilizar, além dos estatísticos, métodos gráficos, específicos para tal fim.

Com o uso destes métodos, o cartógrafo poderá reorganizar, ou, reagrupar, os dados (atributos ou variáveis) segundo o que melhor lhe aprouver. Assim, poderá perceber as questões como lhe se apresenta a realidade e, conseqüentemente, escolher a representação gráfica que mais bem a expõe ao usuário.

Não se trata, pois, que devamos simplesmente abandonar as proposições de Kolacny (1994); ou seja, concordamos com ele que o trabalho criativo do cartógrafo deve ser baseado também nas necessidades, interesses e condições subjetivas do usuário, tendo o mapa uma leitura e compreensão fáceis; sendo atraente, racional e funcional.

Dessa forma, e como partilhamos da mesma expectativa do autor, a de que um mapa deva apresentar “informações objetivas a respeito da realidade concebida em relações espaciais, de maneira verdadeira e eficaz”, é que nos sentimos à vontade para propor a semiologia gráfica como regente de uma teoria dos signos que são colocados em jogo numa gramática dessa representação, fio condutor para elaboração de mapas temáticos.

Da mesma forma, não estamos negando que o mapa seja um instrumento de comunicação de informação. Apenas que ele deva ser formalmente planejado e construído tendo a proposta de J. Bertin, calcada na comunicação monossêmica, como base lógica para o tratamento gráfico da dos dados e comunicação dos resultados obtidos, que revelarão o conteúdo da informação selada no mapa.

Assim como na Matemática, cuja linguagem não admite outra interpretação – toda vez que se colocar o signo “ + ” entre dois algarismos significa que entre eles se estabelece uma **RELAÇÃO** de soma! –, na Cartografia, a estrutura monossêmica permite ao cartógrafo elaborar um instrumento utilizando uma linguagem que procura não deixar dúvidas de interpretação por parte do leitor, ao mesmo tempo em que busca responder as questões fundamentais acerca dos fenômenos representados: “onde?”, “o quê?”, “em que ordem?” e “quanto?”.

CARTOGRAFIA AMBIENTAL

Um aspecto de suma importância que merece uma atenção inicial diz respeito ao vocábulo *ambiental* utilizado para qualificar *cartografia* e que deriva imediatamente da palavra *ambiente*.

Inicialmente e para balizarmos as investigações a serem procedidas, consideraremos que *ambiente* pode ser formalmente definido e produzido por um

conjunto estruturado sobre uma determinada localização, que tem uma extensão determinável e representa uma síntese da atuação de uma variada gama de fatores ambientais – naturais e sócio-econômicos – correlacionados causal ou aleatoriamente (CHORLEY & KENNEDY²⁷, 1971 apud SILVA, 1995, p. 358).

Assim, o termo *ambiental*, derivado de *ambiente*, nos remete à idéia de que o que quer que seja representado, posto que atrelamos aqui o termo à cartografia, pode ser localizado, definido sua extensão territorial, seus limites, suas relações de contiguidade, suas conexões com outros ambientes que lhe sejam externos.

Como *ambiente* é constituído por diversos fatores – naturais e sócioeconômicos – concorrentes ou aleatoriamente correlacionados, estes podem ser identificados e analisados quanto à constituição, intensidade e sentido de sua influência e, portanto, hierarquizados em relação a sua investidura na composição do todo.

Note-se aqui, então, que a conceituação adotada por este trabalho para o termo *ambiental* será o da compreensão do ser – individual ou coletivamente constituído; genérico e naturalizado; ou, social e historicamente construído na relação com o seu entorno.

²⁷ CHORLEY, R. J.; KENNEDY, B. A. **Physical Geography, a Systems Approach**. Londres: Prentice Hall, 1971.

Em relação à cartografia, Alonso (2002) identifica três vertentes quem têm contribuído para configurar a atual cartografia ambiental dentro da história recente da cartografia temática.

A primeira delas é a Cartografia Ecológica, desenvolvida por botânicos e ecólogos²⁸ e derivada da Cartografia da Vegetação, incorpora mapas bioclimáticos, geológicos, geomorfológicos, edafológicos, usos do solo, a mapas da presente situação ambiental, gestão e planejamento territorial chegando a níveis de discussão mais integrados.

A segunda vertente, a Cartografia Geoambiental e da Paisagem, baseia-se na integração das variáveis físicas e, em menor proporção, humanas que permitam chegar a unidades territoriais, ou de paisagens, homogêneas.

A terceira vertente diz respeito à Cartografia que produz mapas ambientais em íntima conexão com a Geografia e que tem forte consideração pelo componente humano. No entanto, ainda prevalecem receitas analíticas no tratamento cartográfico dos componentes ambientais, ou seja, os mapas (demográficos, econômicos, sócio-culturais, urbanos, rurais, usos do solo, geomorfológicos, climáticos, fitogeográficos, etc.), salvo raras exceções, são apresentados em coleções cartográficas que não privilegiam a síntese desses elementos.

A Cartografia Geoambiental persegue os mesmos objetivos da Cartografia Ecológica no que tange à obtenção de resultados que reflitam integração dos componentes ambientais com finalidades de gestão e planejamento territorial, no entanto, abriga uma tendência em basear o mapeamento das unidades ambientais em aspectos geológicos e geomorfológicos.

Os aspectos humanos têm importância mínima na Cartografia Ecológica e na Geoambiental. Alonso (op. cit.) explica que isso se deve à tardia incorporação do homem como elemento do meio ambiente por parte das Ciências Naturais e tecnológicas, além disso, a proposta principal desses tipos de mapas sempre esteve focada na interpretação físico-natural do território com a finalidade de embasar decisões de uso e conservação do meio.

Vale à pena citarmos, ainda, uma vertente que faz parte do universo da Cartografia Geoambiental, como grupo temático específico, a Cartografia Geoecológica. “Os mapas geoecológicos constituem o resultado da investigação cartográfica da evolução

²⁸ O autor cita vários estudiosos que se dedicaram a esta vertente: na França – Gaussen, Emberger, Long, Godron, Braun-Blanquet, Barbero, Quézel, Lacoste, Molinier, Ozenda, Rey, Géhu –, no Canadá – Dansereau –, nos EUA – Küchler –, na Alemanha – Schmithüsen, Tüxen, Ellemborg –, na Espanha – Rivas Goday, Bolós, Montserrat e Rivas Martínez –, entre outros.

espacial dos fenômenos ecológicos que influenciam a qualidade de vida e as condições de desenvolvimento econômico dos geossistemas” (KARNAUKHOVA, E.; LOCH, C., 2003).

Concordamos com Alonso (2002) em relação ao mapa ambiental. Ele é o que representa o meio ambiente a partir de uma visão integrada das variáveis que nele estão inseridas, com a intenção de se chegar a uma representação o mais fidedigna possível dessa entidade. Em última instância, é o que pretende dar uma visão sinóptica, global e completa de um espaço geográfico, vertebrando seus elementos físicos e humanos com base em suas interrelações.

Salientamos que a cartografia ambiental que é aqui tratada não é neutra ou meramente contemplativa, posto que é obra pensada, idealizada, pelo ser humano e, portanto, portadora de representações que refletem tanto o modo de produção como o tipo de relação que o homem tem com o meio em que vive, com a própria natureza.

Os mapas temáticos da Cartografia Ambiental podem ser construídos levando-se em conta métodos diversos; cada um mais apropriado às características e às formas de manifestação (em pontos, em linhas, em áreas) dos fenômenos da realidade considerados em cada tema, seja na abordagem qualitativa, ordenada ou quantitativa.

Faz mister, portanto, que se conceba uma cartografia que leve em conta a articulação dos diferentes níveis de análise em conformidade com as ordens de grandeza em que os fenômenos se manifestam, no tempo e no espaço, pois a simples mudança de escala pode alterar completamente a problemática e respectivas conclusões decorrentes de seu estudo.

O mundo real não é estático. Daí decorre a busca da possibilidade de apreciarmos os fenômenos sob o ponto de vista estático ou dinâmico.

Devemos salientar, ainda, que tais podem ser vislumbrados dentro de um raciocínio analítico ou de síntese. Assim teremos configurado duas abordagens para a cartografia ambiental: a analítica, cujos mapas atentam para os elementos constitutivos dos fenômenos, mesmo que cheguem à exaustão, através de justaposições ou superposições; e a de síntese, que procura confeccionar mapas tendo em vista a fusão dos seus elementos constitutivos em “tipos”.

Além disso, para o estudo da cartografia ambiental é necessário que se dê atenção também à composição do que chamamos de “estrutura lógica” do mapa – a legenda. É por meio dela que podemos nos embrenhar mais profundamente no mapa. Ela é a chave que abre

a porta para o usuário identificar os fenômenos que estão sendo representados, além de ter contato com a postura de visão de mundo tomada pelo autor do mapa.

Assim, revisaremos os conceitos de escala, dinamismo, síntese e legenda. Elementos de fundamental importância para a cartografia de uma maneira geral e que merecem reflexão, posto que são pontos sensíveis da questão metodológica da cartografia ambiental.

2.1 O problema das ordens de grandeza

O fato de a Cartografia estar impossibilitada, por razões diversas, de representar a o mundo observado exatamente nas mesmas medidas das que se apresenta no tamanho original remete-nos à noção de escala cartográfica. Ela é um elemento obrigatório em qualquer mapa – digital ou analógico. Mas a escala seria apenas um indicador da dimensão do espaço considerado no estudo?

Bohicchio (1983) a define como uma relação matemática entre as dimensões reais de um dado objeto e a sua representação proporcional a um valor pré-estabelecido. Oliveira (1993, p. 45), como sendo “uma relação entre a distância de dois pontos quaisquer do mapa com a correspondente distância na superfície da Terra”.

Caracterizada dessa forma, como uma relação matemática, a escala pode ser genericamente representada por uma fração que relaciona grandezas métricas entre o mapa e a realidade. Tal fração dispõe no numerador as distâncias medidas no mapa e no denominador as distâncias tomadas na natureza, na mesma unidade de medida, de tal forma que conduzam à seguinte expressão:

$$E = d/D$$

Ou, ainda:

$$E = d : D$$

Onde E refere-se à escala propriamente dita, D é equivalente a um determinado comprimento do terreno e d o correspondente dessa medida representada no mapa.

A relação métrica determinada pela proporção 1/1, ou 1:1, será a da escala natural. Tais pressuposições remetem à certeza de que se o denominador for da ordem de 10.000, por exemplo, a medida linear no mapa deverá ser multiplicada por igual quantia para que seja atingido o tamanho original do objeto representado, ou seja, se num determinado mapa com escala 1:10.000 for constatado que a medida de um ponto a outro for de 2 cm, tal percurso corresponderá no terreno a uma distância real de 20.000 cm, ou ainda, 200 metros.

Um outro fator ligado à escolha da escala cartográfica, este de ordem fisionômico, que reflete na percepção que o usuário tem do mapa, diz respeito à capacidade do olho humano não distinguir uma distância linear menor do que 0,1mm e uma mancha com diâmetro menor que 0,2mm²⁹. Quando o cartógrafo elabora um mapa, ele deverá levar em conta este quesito para atribuir uma escala apropriada que permita maior legibilidade ao leitor.

No entanto, a escala não é apenas uma simples relação matemática entre as medidas reais da área a ser mapeada e as medidas do mapa na mesma unidade de mensuração. Além de ser condição de precisão, legibilidade, boa apresentação e eficácia do mapa, ela embute conteúdos de análise em função do espaço a cobrir e dos detalhes que pode abrigar. Estamos falando, pois, de um outro tipo de escala, a escala geográfica.

Esta outra faceta da escala abriga certa subjetividade já que podemos efetuar estudos baseados numa prospecção global, regional ou local. É também comum observarmos análises cujas referências apontam para o uso de terminologias como “macro” ou “micro”.

Não bastasse essa imprecisão quanto ao valor da escala geográfica, há muitos equívocos praticados, inclusive no meio geográfico, quanto à parametrização das escalas geográfica e cartográfica. A primeira, a que indica o tamanho do espaço estudado, considera que pequenos espaços propiciam uma visão intimista das relações lá contidas e, à medida que vai se ampliando essa noção espacial, o observador irá tendo uma visão mais generalista dos objetos e fenômenos estudados. No entanto, com a escala cartográfica, aquela que indica as relações de proporção dos objetos representados, ocorre justamente o contrário, ou seja, a pequena escala conterà uma representação generalizada de um grande espaço e, inversamente, a grande escala propiciará a representação mais detalhada de um pequeno espaço.

²⁹ A medida de 0,2mm foi estabelecida como *erro gráfico*, ou seja, esta medida é utilizada no cálculo da precisão gráfica admitida em documentos cartográficos.

Confusões à parte, o fato é que as combinações geográficas propiciadas pela mudança de escala acarretam uma alteração na problemática que se pode estabelecer e nos raciocínios que se possam ter, posto que a modificação do nível escalar implica uma mudança no nível de conceituação do que se está analisando.

Castro (1993, p. 59) nos adverte que “Escala não supõe hierarquia, não podendo haver qualificação valorativa para diferentes escalas”. Dependendo da escala adotada para a representação cartográfica, apreender-se-ão certos fenômenos e certas estruturas, mas acarretar-se-á a deformação ou ocultação de outros fenômenos e outras estruturas que seriam facilmente apreendidos em outros níveis (LACOSTE, 1989).

Quando raciocinamos baseados na escala de investigação necessariamente estamos contextualizando o problema analisado. Assim, o privilégio que alguns níveis de análise têm sobre outros recortes de investigação, ou ainda, que uma determinada escala tem sobre a outra é em função do problema a ser investigado, ou seja, do nível de concepção (CASTRO, 1995; LACOSTE, op. cit.).

É ponto pacífico que a determinação da escala de um mapa é uma etapa de suma importância e nunca deve ser feita de forma aleatória. O nível escalar deve estar convenientemente adaptado ao objeto da pesquisa e também indicar o nível de análise que se pretende mostrar. O cartógrafo deve “definir em cada caso o grau de abstração admissível e as características a reter para traçar os contornos e selecionar os símbolos” (JOLY, 1997, p.105).

Oliveira (1993), discorrendo a respeito da escolha da escala de representação a ser utilizada num determinado documento cartográfico, advoga que os parâmetros nos quais o cartógrafo se baseia para atingir o seu intento giram em torno da finalidade do mapa. Cada uso particular da produção cartográfica é que irá determinar a escala ideal que deverá ser utilizada para que melhor acomode a representação desejada, aliada à precisão requerida.

Seja qual for o propósito do mapa é certo que, ao transpor a realidade à escala 1:1, das dimensões reais, para o plano bidimensional menor no papel, em algum momento o cartógrafo terá que optar pela representação de um ou outro elemento presente no terreno em detrimento de outro.

De acordo com Joly (1997), a base do mapa é constituída por um conjunto de elementos referenciais que serão eleitos em função do tema a ser cartografado. A escolha das peças que irão se enquadrar ao desenho do mapa segundo a escala que foi adotada é um processo que compreende as seguintes etapas: seleção dos detalhes em função do tema

retratado; esquematização do desenho, que tem como finalidade o realce de características importantes onde muitas vezes é necessário que o cartógrafo utilize símbolos sintéticos dada a diminuição da escala; e, por fim, a harmonização da posição relativa entre os elementos conservados para que as relações espaciais observadas na realidade sejam mantidas. Tais etapas fazem parte de um processo de generalização cartográfica e não resultarão numa simples redução, pois depende de uma interpretação lógica e do bom senso por parte do cartógrafo.

Devemos sempre estar atentos ao perigo que o processo de generalização embute – o de excluir sumariamente aspectos importantes do mapeamento. Lundquist³⁰ (1959 apud BOARD, 1975) advoga que na generalização de elementos discretos, como cidades e aldeias, a escolha deverá levar em conta a importância hierárquica das localidades, o que implicará numa avaliação relativa de valores por parte do cartógrafo. Esse é também o caso comum na generalização da rede viária e hidrográfica. Novamente o bom senso aliado à hierarquia de valores deve prevalecer.

Para Lévy & Lussault (2003), os mapas reproduzem graficamente o espaço, dispondo os objetos segundo as mesmas ordenações, relações e dimensões pelos quais são percebidos no mundo vivido. O uso de uma escala adequada, a seleção prévia dos elementos naturais e antrópicos que devem ser representados, e uma adequada “miniaturização” e simbolismo desses componentes são imprescindíveis na construção cartográfica.

As análises geográficas implicam três tipos de conotações: a primeira refere-se à forma geométrica, ao tamanho do fenômeno ou objetos que iremos estudar, ela é lida no plano horizontal; a segunda diz respeito à profundidade (vertical) da análise em si, ou seja, imprime o caráter de quão detalhado queremos nos aprofundar no estudo de cada fenômeno e suas respectivas relações e inter-relações; a terceira, de caráter diagonal, ou transversal, refere-se à temporalidade. Esta última será alvo de melhor explanação mais à frente.

O construto dos geossistemas é o nosso respaldo para o entendimento e, consequentemente, para a representação do mundo vivido. A compreensão dessa categoria de análise somente se dá a partir de um determinado nível de generalização. Daí ser de fundamental importância o estabelecimento da escala em função dos fluxos e dos movimentos que o caracterizam como unidade global.

³⁰ LUNDQUIST, G. Generalization – a preliminary survey of an important subject, *Nachrichten aus dem Karten – und Vermessungswesen*, v. 2, n. 3, p. 46-51, 1959.

Mas, qual seria esse limiar?

Segundo Christofolletti (1981, p. 10), o pesquisador deverá “estabelecer o geossistema na escala em que as estruturas que estiverem sob análise possam ser identificadas, e que os processos responsáveis pela sua organização possam ocasionar, quando alterados, modificações paisagísticas no local ou área” que estiver sob estudo.

Queiroz Filho (2005) traça um interessante roteiro para auxiliar os pesquisadores a determinarem a escala mais apropriada para os trabalhos de análise geográfica. Assim, a opção por uma determinada escala se faz, como já postulamos, em função do objeto estudado e do objetivo final do estudo. Tendo isso em mente, o questionamento primeiro deve ser sobre o tamanho do objeto que estará sob análise, ou seja, devemos, primeiramente, mensurar seus extremos – a maior e a menor ocorrência.

Parece, a princípio, uma tarefa simples. No entanto, na maioria das vezes é de extrema complexidade determinar quando se inicia ou termina determinados fenômenos, mesmo porque eles interagem com outros fenômenos. Além disso, na natureza não há início e fim abruptos, como bem já explanou os notáveis Gottfried Wilhelm von Leibnitz³¹ e Aziz Ab'Saber³².

Ainda a esse respeito, Boudon³³ (1991) citado por Castro (1995, p. 135) considera a escala como ‘pertinência da medida’, ilustrando com o exemplo dos elefantes e das pulgas: normalmente “os elefantes são representados menores que a realidade e as pulgas maiores, ‘não seria pertinente aumentar os elefantes nem diminuir as pulgas’”. Ou seja, a medida deve ser valorativa antes de ser puramente objetiva. Vale o bom senso.

A segunda questão está relacionada à forma de tratamento da ocorrência, ou seja, às características da manifestação do fenômeno (distribuição espacial) e à maneira como ele será analisado. Parece-nos coerente que, sob a perspectiva geossistêmica, os fenômenos sejam entendidos de maneira integrada, mas isso não significa que eles devam ser visitados conjuntamente em todas as fases do projeto.

³¹ Cf. LEIBNITZ, W. G; NEWTON, I. **Princípios matemáticos (e outros textos)**. Tradução: Carlos Lopes de Mattos. São Paulo: Abril Cultural, 1979. Coleção Os Pensadores.

³² Cf. AB'SABER, A. **Os domínios de natureza no Brasil** - potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

³³ BOUDON, P. Avant-propos. Pourquoi l'échelle? In: **De l'architecture à l'épistémologie**. La question de l'échelle. Paris: PUF, 1991. p. 1-24.

Na etapa da análise, que precede a da síntese, deve-se evitar a realização de inferências sobre dados individuais a partir de dados agregados. Não seria possível determinar a porcentagem de mata atlântica de cada município do Estado de São Paulo, sabendo-se apenas que em todo o Estado há cerca de 12% dessa formação florestal.

O terceiro questionamento trata da forma como o fenômeno será representado – em ponto, linha ou área. Pode soar como incongruência pensar na forma de representação antes de se estabelecer a escala de trabalho, no entanto devemos lembrar o que já dissemos anteriormente: há limites para o olho humano perceber os sinais gráficos. Além disso, o próprio espaço físico que o papel ou qualquer outro meio por sobre o qual o mapa deverá se assentar já é bem limitado. Da mesma forma que não queremos que objetos ou fenômenos deixem de ser percebidos pelos usuários dos mapas, não desejamos “poluir” ou extrapolar os limites das margens do mapa com tipos de representações inadequadas ou desproporcionais.

Assim, o conteúdo de um mapa também pode necessitar de uma generalização em função da escala. Para as características discretas – pontos –, a generalização se faz em função da importância; quanto às áreas, deverá ser feita uma simplificação do contorno e a eliminação de frações isoladas; no caso de redes, será necessário que se contabilize a importância dos trechos, os quais estão intimamente vinculados à magnitude dos pontos que se interligam (MARTINELLI, 1999).

Em suma, a escala representa mais do que simplesmente uma relação de proporção entre os objetos. Embora ela não defina o nível de análise que deva ser adotado, muito pelo contrário, deve ser estrategicamente eleita em função da melhor visibilidade que conferirá ao conjunto de fenômenos, suas inter-relações e respectivos processos que estão a ser desvendados. Não se trata de tarefa fácil, que deva ser feita sem cautela, posto que a natureza dos fenômenos pode se alterar de acordo com as escalas de observação.

2.2 O dinamismo do mundo real

O espaço geográfico comporta inúmeros elementos e relações em permanente mutação. A cartografia, por ser uma ciência que trata da representação do espaço geográfico, sob os mais variados aspectos, dos diversos componentes e respectivas interrelações que este

complexo em perene equilíbrio móvel contém, necessita expressar graficamente tais movimentos que sempre envolvem durações em tempo, mais ou menos longas.

A diversidade dos elementos que envolvem um deslocamento (seja espacial conjugado ao temporal) é grande e faz florescer a dificuldade de transpor para um plano bidimensional estático os deslocamentos espaciais e/ou transformações espaçotemporais que ocorrem num espaço tridimensional, ou até mesmo quadridimensional³⁴ – como é o caso do tempo –, sem que a precisão ou a legibilidade do documento cartográfico sejam colocadas em perigo (JOLY, 1997).

Como já dissemos, a escala geográfica considera a dimensão espacial dos fenômenos – as formas. A dinâmica deles, que envolve as ações e modificações no tempo, também implica na definição de escala – a da temporalidade –, ou seja, aquela que refletirá a duração dos processos, onde valorações como rapidez, lentidão, ritmo e intensidade estão associados.

A escala do tempo pode ser dividida em unidades que vão de milésimos de segundo a centenas de milhares e até bilhões de anos. Os fenômenos que envolvem a ação da sociedade ocorrem com certa rapidez frente aos eventos da natureza. Os primeiros não envolvem grandezas que vão além de séculos de duração; os segundos, são mais longos, compreendem fenômenos como formação de rochas, relevos e modificações climáticas, por exemplo.

As formas em si, embora sejam passíveis de observação imediata, são estáticas; estão no campo das aparências e não trazem maiores explicações para o entendimento dos fenômenos estudados.

Os processos, aqui entendidos como sequência de eventos que estão conectados por algum mecanismo, envolvem modificações em ambas as escalas – a do tempo e a do espaço. Assim sendo, “redundam em modificações e transformações nas características geométricas e no arranjo dos elementos componentes do geossistema, alterando a paisagem da área ou lugar” (CHRISTOFOLETTI, 1981, p. 8).

Nesse contexto,

ganham importância os conceitos de equilíbrio, funcionamento e evolução.
Tais fases são ligadas de forma inerente, mas podem ser processadas

³⁴ Neste caso acrescentar-se-ia às variáveis primárias bidimensionais de localização espacial – X e Y – e à variável tridimensional Z, responsável por imprimir um padrão de percepção ao objeto retratado, a variável T que traria um enfoque quadridimensional de temporalidade.

analiticamente de forma independente e constituem globalmente a perspectiva relacionada com a compreensão dos sistemas ambientais físicos. (Id., 1995, p. 338)

Ou seja, os processos têm uma capacidade explicativa intrínseca.

Os fenômenos, sejam eles sociais ou ambientais, podem ocorrer de duas formas dentro de uma dada escala do tempo. Seguindo uma *tendência cíclica*, onde há a presença de um ritmo de ocorrência e a disposição de retornarem à situação inicial, como é o caso da maioria dos fenômenos climáticos, de marés, de alguns eventos geológicos e geomorfológicos, por exemplo.

Salientamos que os fenômenos têm uma *tendência cíclica*, uma vez que ainda não são fatos consumados, apenas possuem potencial para retornarem à posição, ou situação, original.

Além desses, há também aqueles que são *acíclicos*, ou seja, ocorrem em ritmos e intervalos de tempo diferentes. Alguns fenômenos sociais que modificam permanentemente o ambiente, como é o caso de obras viárias, expansão urbana e alagamentos provocados por construção de hidroelétricas, por exemplo, podem ser considerados acíclicos. Eles não têm a tendência de retornarem ao ponto de início.

Na ciência moderna o conceito de tempo se modificou. De absoluto e independente de qualquer outro parâmetro, até mesmo do espaço – característica que perdurou por mais de dois séculos na Física, desde Newton –, passou a relativo e interdependente de outros fatores.

Não que esse conceito seja primazia da ciência contemporânea. Ele apenas se sedimentou após Einstein e Heisenberg. Aristóteles (384 a.C. - 322 a.C.) e Leibniz (1646 - 1716) já o haviam sustentado³⁵. Tal conceituação implica em uma relação de sequência e de causalidade, ou seja, a precedência e contiguidade das partes constituintes de um processo qualquer nos induz a formar uma idéia, uma impressão, mais clara da sua subsequência; daí a assertiva de que os processos têm em si uma capacidade explicativa dos fenômenos.

³⁵ Lacey (1972, p. 84) expõe as formulações desses filósofos a esse respeito: “Pois o tempo é justamente isto – número de movimento com respeito a *antes e depois*” (Aristóteles, Física, Livro IV). “Todos os elementos existentes podem assim ser ordenados pela relação de contemporaneidade (coexistência) ou pela de anterioridade ou posterioridade (sucessão).” (Leibniz, G. W. *Metaphysical Foundations of Mathematics*. In: SCRIBNER, C. *Leibniz Selections*, New York: P. P. Wiener, 1951, p. 25-26).

Santos (1994) admite a existência de dois tempos bem definidos. Um, histórico, ou seja, aquele dos acontecimentos cronológicos onde um acontecimento sucede o outro. O segundo possui como característica a simultaneidade dos fenômenos, onde cada ação acontece em seu tempo, mas as diversas ações se dão concomitantemente umas às outras.

Igualmente, é impossível dissociarmos o tempo do espaço. Eles são dois aspectos fundamentais da existência humana. É no espaço, o espaço geográfico, que o homem marca a sua presença através dos tempos. É na interação desses dois elementos que ele interage e transforma o ambiente.

A própria noção de dinamismo – substantivo masculino originado do vocábulo *dinâmica*, do grego *dynamike*, que significa *forte* –, remete-nos à idéia de movimento provocado por força(s) advinda(s) de algum evento. Na Física, a Dinâmica estuda os movimentos dos corpos e suas causas. Podemos ver, então, claramente a indissociável relação existente entre tempo, espaço, velocidade, intensidade e transformação.

O dinamismo deve ser graficamente representado de forma que possibilite mostrar ou simplesmente sugerir ao leitor as posições e/ou transformações sucessivas do fenômeno, tema da abordagem, no âmbito do espaço e do tempo.

Para a cartografia interessa como os aspectos espaciais mudam com o tempo. Tais modificações ocorrem em dois níveis: nos estados dos espaços e na alteração da posição espacial. Além disso, essas mudanças, tanto no estado como na posição, possuem dois componentes: a velocidade da mudança e a forma como essa mudança se dá no tempo (MARTINELLI, 2005).

No entanto, tradicionalmente o tempo é retratado pela cartografia de modo distinto daquele referente ao espaço e é comum construir a idéia de dinamismo através da confrontação de várias edições de um mesmo tipo de mapa numa seqüência temporal. Salientamos que tal dissociação não deveria ser praticada, pois o dinamismo dos fenômenos é apreciado no tempo e no espaço (Id., 1991).

Existem algumas soluções metodológicas que são comumente utilizadas para expressar esse tipo de representação. Bertin³⁶ (1973) citado por Martinelli (2005) apresenta três soluções para representar o produto da interação tempo *versus* espaço: 1. construção de uma série de mapas, também chamada de coleção de mapas referentes a datas ou intervalos

³⁶ Bertin, J. **Sémiologie graphique: lês diagrammes, les réseaux, les cartes.** Mouton, Gauthier - Villars, Paris, 1973.

entre datas, (Figura 11); 2. representação do rasto e o sentido do movimento durante determinado tempo, período (Figura 12); 3. utilização de uma variável visual valor numa sequência de níveis de ordenamento visual, conforme o fluir do tempo (Figura 13).

Figura 11. Coleção de mapas (Devastação da cobertura florestal do Estado de São Paulo – 1854/1973).

Fonte: Victor (1975).

Figura 12. Representação da direção e sentido dos movimentos. (Mapa do Brasil – Correntes Marinhas).

Fonte: Martinelli (2008).

Figura 13. Utilização de uma variável visual numa sequência de níveis de ordenamento visual (Mapa da expansão da mancha urbana de São Paulo no período de 1914 a 1982).

Fonte: Santos (1990).

Além desses tipos de representação, há, ainda, aqueles que apresentam gráficos localizados em função de uma ou mais variáveis combinadas, geralmente de elementos climáticos, que sofrem modificações em função do tempo. Exemplo típico desse tipo de representação são os chamados climogramas ou gráficos ombro-térmicos, que acorram um histograma de precipitações e uma curva de temperaturas organizados sobre o mapa temático do assunto, nos lugares contemplados ou próximos a eles (Figura 14).

Figura 14. Temperatura (°C) e precipitação (mm) em diferentes localidades de Portugal.

Fonte: Quercus (2009).

Tais mapas embora necessitem de uma leitura em nível elementar – gráfico por gráfico –, quando percebidos conjuntamente, sob a forma de silhuetas, levam o usuário à prática mental da síntese, ou seja, auxiliam-no que vislumbre agrupamentos de atributos.

O mundo apresenta uma enorme gama de fenômenos que também podem materializar deslocamento, intensidade, direção e sentido no mapa. Estas representações permitem que observemos o fluxo dos fenômenos. Trata-se de uma análise em nível conjuntivo, como bem expõe Martinelli (1991, p. 155), pois eles oferecem

uma idéia geral da organização do sistema de relações. Respondem visualmente às questões sobre se há um único sistema interligando todas as localidades [Figura 15] ou vários sistemas agregados ou independentes, estes separados ou não por barreiras de diferentes graus de permeabilidade [Figura 16].

Figura 15. Exemplo de mapa de fluxos com sistemas agregados (Mapa do tráfego de telecomunicações).

Fonte: Globalização (2009).

Figura 16. Exemplo de mapa de fluxos com sistemas distintos (duas cores opostas) de correntes marítimas, embora interrelacionados (Planisfério – tipos de clima e correntes marítimas).

Fonte: IBGE (2002, p. 67).

A dinâmica de um fenômeno pode ser espacialmente mensurada. Assim, as representações cartográficas que revelam as modificações espaciais em função do tempo embutem dois tipos de razões: uma qualitativa, a que indica o que efetivamente foi modificado com o decorrer do tempo e outra, a quantitativa, aquela que mostra a ordem de grandeza das modificações. A figura 15 pode ser utilizada, a título de exemplo, aos dois tipos de razões comentadas, ou seja, ela representa o quanto a vegetação foi devastada no Estado de São Paulo durante o período de 1854 a 1973, ao mesmo tempo em que indica uma mudança da qualidade ambiental do estado da área analisada.

Dentro ainda da discussão do dinamismo presente nos mapas, cabe uma atenção aos mapas animados dada a sua crescente utilização, principalmente nos meios digitais. Trata-se de uma técnica relativamente recente que começou a ser discutida pela literatura especializada somente a partir da década de 1970.

Koussoulakou (1990) explica que o princípio básico da animação consiste na disposição de uma sequência de imagens similares, porém não idênticas, com pequenas alterações entre si, que, quando vistas em certa velocidade de sucessão, produzem a ilusão de movimento, de modificação, pois o sistema ótico humano retém, por milésimos de segundo, a imagem anteriormente vista e a compara com a nova imagem que está recebendo.

Os mapas podem conter, então, animações espaciais, temporais ou ambas, concomitantemente.

A exemplo das variáveis visuais propostas por J. Bertin, alguns autores propuseram a composição de variáveis visuais especificamente ligadas ao mapeamento dinâmico animado.

DiBiasi et al. (1992) identificou as seguintes variáveis dinâmicas: 1. *duração* (intervalo de tempo entre dois estados distintos de um mesmo fenômeno); 2. *intervalo de mudança* (diferença de magnitude de unidade de tempo para cada sequência de cenas); 3. *ordem* (encadeamento da sucessão das mudanças).

MacEachren (1995) sugeriu a criação de três outras variáveis: 1. *momento no tempo* (data em que se inicia o processo); 2. *frequência* (número de estados identificáveis por unidade de tempo); 3. *sincronização* (harmonia de duas ou mais séries de tempo).

Assim, as modificações inerentes a um determinado processo podem ser transportadas para os mapas e serem retratadas através de animações que expressem variações

de forma, tamanho, localização, orientação, intensidade, matiz, estrutura/textura, cenário, perspectiva, aproximação/afastamento, coloração e temática (Figura 17).

Figura 17. Tipos de animações em mapas.

Fonte: Adaptado de Ormeling (2009).

A moderna cartografia tem sofrido um impulso inovador oriundo da recente revolução tecnoinformacional, o que tem permitido que aconteçam interações com

incontestável incremento na compreensão de ampla gama de assuntos que são tratados por meio de mapas.

2.3 Da análise à síntese

A abordagem analítica, idealizada por René Descartes entre os séculos XVI e XVII, consiste em compreender as leis que regem um dado objeto de estudo qualquer pela sua dissecação, ou seja, essa perspectiva prevê a redução do objeto nas partes que o compõem. O conhecimento pormenorizado de cada uma das partes levaria à compreensão do todo.

Contudo, o comportamento da natureza, do ser humano e da relação dialógica que têm um com o outro é extremamente complexo. Sua compreensão foge da alçada de um método reducionista. O mundo material está organizado sistemicamente. Necessita, portanto, de um método que faça a integração desses elementos.

A concepção sistêmica consiste em que qualquer diversidade da realidade (objetos, propriedades, fenômenos, relações, problemas, situações, etc.) deve ser considerada como uma unidade (um sistema) que se manifesta mediante algumas categorias sistêmicas, tais como estrutura, elemento, relações, intensidade, meio, entre outros (RODRIGUEZ, 2005).

Dentro dessa perspectiva, a cartografia deve ser baseada no construto dos geossistemas, posto que este pressupõe uma análise integrada do que está sendo representado, uma vez que ele decorre diretamente de uma formação sistêmica, forjada na interatividade entre sociedade-natureza.

Canali (2002, p. 175) recorda que

Somente a relação que existe entre as coisas é que nos permite realmente conhecê-las e defini-las, isto é, fatos isolados são abstrações, o que lhes dá concretude são as relações que mantêm entre si [...]. Assim, a análise sistêmica (geossistêmica) tem o mérito de fornecer uma abstração adequada dessa complexidade, de maneira a evidenciar as conexões mais importantes.

Em função disso, devemos, pois, concentrar esforços em arquitetar um sistema lógico de organização que mantenha os fenômenos que ocorrem nos planos da natureza e da sociedade contextualizados, para que melhor possamos compreendê-los e representá-los.

Em relação à cartografia, as representações analíticas geralmente apresentam temas unitários que expressam componentes de um fenômeno ou indicam partes do problema estudado. Envolvem um raciocínio dirigido à análise do espaço geográfico, mobilizando procedimentos de classificação e de combinação que permitem ao estudioso formular hipóteses sobre o que explicaria a geografia dos fenômenos; entretanto, diante de uma crítica mais rigorosa, elas por si só não seriam capazes de sugerir as causalidades ou de dar as explicações (RIMBERT³⁷, 1968; CLAVAL e WIEBER³⁸, 1969 apud QUEIROZ FILHO; MARTINELLI, 2007).

Normalmente os mapas concebidos por meio da mera justaposição de informações resultam em documentos confusos, povoados por muitos signos e/ou índices alfanuméricos respondendo apenas a questões em nível elementar – “em tal lugar, o que há?”, como o exemplo expresso na figura 18.

Figura 18. Exemplo de mapa analítico.

Fonte: Queiroz Filho; Martinelli (op. cit.).

³⁷ RIMBERT, S. *Leçons de cartographie thématique*. Paris: SEDES, 1968.

³⁸ CLAVAL, P. e WIEBER, J. C. *La cartographie thématique comme méthode de recherche*. Paris: Les Belles Lettres, 1969.

As representações de síntese, em contrapartida, se caracterizam pela ausência de componentes isolados, pois expressam a fusão dos elementos temáticos em unidades taxonômicas, determinadas conforme uma metodologia ou sistema lógico.

Tomar o partido da visão sistêmica pressupõe fazer um elaborado para desembocar numa síntese da realidade. A cartografia de síntese seria, então, uma opção plausível para os mapas da Cartografia Ambiental, como bem esclarece Martinelli (1994), por exprimirem a fusão dos conteúdos analíticos em conjuntos espaciais característicos.

Queiroz Filho e Martinelli (2007) discorrem a respeito de alguns métodos que se esforçam em compor um mapa de síntese. Dentre eles: os métodos gráficos e cartográficos, como o da superposição tricromática, o método cartográfico e os matriciais; os métodos oriundos do tratamento estatístico-matemático; e os métodos baseados em Sistemas de Informação Geográfica, como o de álgebra de mapas.

A superposição tricromática de mapas em transparências ou *layers* digitalizados nas três cores fundamentais, azul, amarelo e vermelho, é o método mais tradicional e intuitivo de se tentar reproduzir cartograficamente a síntese dos elementos e fenômenos que compõem o mundo observável. Este método admite apenas que trabalhem com mapas de mesma escala, devendo ser superpostos em camadas de três em três mapas. O resultado será revelado após a combinação das cores.

O método cartográfico propõe gerar mapas de síntese a partir de uma coleção de mapas temáticos analíticos, cujos atributos ou variáveis selecionadas foram representadas em ordem visual crescente, do claro para o escuro. A superposição mostrará, no arranjo espacial, os relacionamentos maiores, menores ou nulos entre aquelas, indicando conjuntos espaciais característicos.

Um terceiro método para se proceder a síntese na cartografia diz respeito ao tratamento gráfico dos dados por meio de matrizes de permutação. Partindo-se de uma tabela de dupla entrada, com atributos ou variáveis correspondendo a lugares ou áreas (figura 19 - 1), monta-se uma matriz ordenável, composta por colunas que respondem pelos lugares ou áreas, por linhas que correspondem aos atributos ou variáveis e por células que acusam a respectiva presença ou valor de cada atributo ou variável (figura 19 - 2); posteriormente transcreve-se esta matriz em forma gráfica (figura 19 - 3 e 4) ao que se procede às permutações de linhas e colunas entre si (figura 19 - 5): os novos arranjos corresponderão a

agrupamentos de lugares ou áreas, formando conjuntos espaciais com características típicas, que comporão o mapa de síntese (figura 19 - 6).

Figura 19. Exemplo do método matricial (mapa síntese - Tipos de clima da França).

Fonte: Gimeno (1980).

Outro método utilizado para elaborar a síntese cartográfica faz uso da análise fatorial, oriunda da ciência matemática e utilizada em estudos que abordam múltiplas variáveis a um só tempo. A síntese pode ser configurada a partir da análise da matriz de correlação das variáveis, as quais fazem surgir grupos, ou fatores, ordenáveis e sujeitos a serem agrupados em pares por grau de semelhança, definindo uma árvore de ligação, a partir

da qual se pode escolher um corte para a classificação adequada, definida pelo pesquisador, que ficaria entre os extremos: a opção de cada unidade espacial de análise formar um “grupo” e a opção em que todas as unidades espaciais de análise formariam um único grupo!

Atualmente a cartografia de síntese ganhou um grande aliado: o Sistema de Informação Geográfica. O SIG é constituído por um conjunto de funções automatizadas voltadas à integração dos dados. Cada mapa analítico de um conjunto de componentes da realidade é um *layer* que irá compor um mapa mais completo, com todos os componentes que se queira trabalhar. Trata-se, sem dúvidas, de um instrumento poderoso que tem agregado à Cartografia, de uma maneira geral, precisão e rapidez.

A álgebra de mapas é um dos métodos que podem ser desenvolvidos pelos SIG e é realizado a partir do cruzamento de um ou mais planos de informação (*layers*) por meio de operações booleanas³⁹.

Embora saibamos que, em paralelo, possam coexistir soluções analíticas, não concebemos a cartografia de síntese como simples superposições e/ou justaposições de etapas analíticas, mas sim como um sistema lógico que contempla tais fases.

Como bem aponta Martinelli (1996), a representação de síntese não pode mais contar com a participação dos elementos considerados na etapa analítica, mas sim com a fusão deles em “tipos”, mediante um raciocínio lógico.

A integração que se pretende alcançar nos mapas ambientais, ao menos no plano teórico, tem uma projeção muito valiosa no âmbito das ciências aplicadas que se utilizam desse tipo de instrumental, pois os problemas a serem resolvidos comumente são originados ou supõem a interação de diversos atributos ou variáveis. Sendo assim, a integração e a busca de interrelações estão no seio da tomada de soluções acertadas (ALONSO 2002).

2.4 Por uma legenda significativa

O mapa obedece aos preceitos da geometria euclidiana. Os pontos e linhas, sejam retas, quebradas ou curvas traçadas decorrem de funções matemáticas que são representadas

³⁹ As operações booleanas envolvem estruturas algébricas que utilizam operadores lógicos – E, OU e NÃO – e operações da teoria de conjuntos – soma, produto e complemento..

em um eixo coordenado cartesiano formado pela abscissa Ox e pela ordenada Oy . Assim, a cada elemento a situado em um ponto do eixo x corresponderá a um outro elemento b situado em outro ponto do eixo y . A intersecção das retas imaginárias que correm perpendiculares aos respectivos eixos de origem desses pontos marca a posição do objeto. É dessa maneira que atribuímos uma localização específica a um dado objeto v .

Jacques Bertin utilizou esse princípio aplicado a uma matriz de ordem 2 ($n \times 2$), ou seja, de dupla entrada – x e y –, onde n representa o número de linhas, ou ainda, o número de elementos que serão posteriormente representados, como pares ordenados, no mapa .

Assim como Bertin (1988), presumimos que todo mapa possa responder a, no mínimo, dois tipos de questionamentos: “em tal lugar o que há?” e “tal atributo ou variável onde está?”. Por conseguinte, o leitor se deparará com dois tipos de mapas: os “mapas para ver” e os “mapas para ler”.

No primeiro tipo – mapas para ver – o usuário consegue obter resposta às duas questões anteriormente propostas, ou seja, não há temporalidade na percepção visual da geografia do fenômeno retratado, pois ela se dá de forma instantânea, ou ainda, a informação contida no mapa é automaticamente percebida pelo usuário.

Contudo, em relação aos mapas para ler, o leitor somente consegue que uma das questões seja respondida; a consequência imediata disso é que a informação contida na peça cartográfica não é rapidamente percebida pelo usuário, tendo este que explorar a imagem e focalizar certo número de elementos, reportando-se a toda hora à legenda, memorizando-os até ser capaz de efetuar a integração necessária para proceder a compreensão do todo.

A figura 20 ilustra um exemplo do que J. Bertin chama de “mapa para ver”. Note que as informações contidas neste tipo de mapa são instantaneamente percebidas pelo usuário. Não se tem que fazer muito esforço visual, de leitura ou de memorização, para verificarmos do que se trata. Imediatamente o usuário do mapa consegue a resposta para as questões anteriormente citadas: “em tal quanto há?” e “tal atributo ou variável onde está?”, ou seja, rapidamente pode perceber o efetivo populacional de determinado lugar ou região e, ao mesmo tempo, quais são as regiões mais populosas.

Figura 20. Distribuição da população no Brasil conforme municípios conforme censo demográfico IBGE 2000. Exemplo de mapa para ver.

Fonte: Archela; Théry (2008).

A legenda apresenta uma relação básica de proporcionalidade direta entre as áreas (tamanho) da figura geométrica escolhida (o círculo) para fazer frente à quantidade de habitantes por município brasileiro. É o raciocínio lógico e a correspondência entre os significados dos signos a serviço da cartografia – a relação de proporção quantitativa está sendo mostrada pela relação de proporção visual de uma única variável retiniana no território considerado (tamanho).

Contrariamente ao exemplo anterior, a figura 21 busca representar o jazimento de rochas e materiais para construção em solo brasileiro. Trata-se, pois, de um típico espécime de “mapa para ler”. O usuário do mapa consegue resposta a apenas um dos questionamentos propostos. Em casos como este, a legenda será muito requisitada.

Figura 21. Mapa do Brasil - Geologia e Recursos Minerais. Exemplo de mapa para ler.

Fonte: Martinelli (2003a).

Esse tipo de mapa obriga o usuário a fazer uma leitura em nível elementar, de ponto a ponto, até memorizar seletivamente as imagens individuais do que cada rubrica da classificação condensada que a legenda constrói (MARTINELLI, 1991). Ou seja, somos forçados a explorar a imagem, fixar certo número de pontos e memorizá-los em seus significados, além de construir na mente o padrão de sua distribuição para, por fim, tentarmos a integração da informação apresentada.

Assim, teremos que a leitura cartográfica faz com que o esforço voluntário realizado pelo usuário para decifrar, aprender e memorizar os sinais contidos em um mapa desse tipo aumenta em decorrência do cansaço que as flutuações de atenção causadas pelos “saltos” repetidos entre o desenho do mapa e a legenda provocam; isso acarreta uma crescente perda da visão global do próprio mapa.

Os mapas ambientais, quando construídos dentro do raciocínio de análise, via de regra, podem ser considerados “mapas para ler”, pois comumente tratam de diversos temas – mapas politemáticos – de forma justaposta, o que leva a um adensamento de atributos ou variáveis de representação.

Bem observa Leser⁴⁰ (1976 apud TROPMAIR, 1985, p. 65) que,

é difícil representar o conteúdo complexo da poligênese e da tridimensionalidade dos sistemas naturais [...] [, além disso] é praticamente impossível quantificar a natureza, de modo que se deve recorrer obrigatoriamente a uma caracterização verbal e descritiva.

Quando não se trata de desrespeito às regras propostas por J. Bertin, gerando um erro puro e simples, geralmente entre cor e valor das variáveis que representam os fenômenos, trata-se de superposição de vários atributos ou variáveis para dar conta de representar a multidão de fenômenos que o recorte espacial escolhido abriga.

A questão é: há opção para solucionar esse problema?

Sabemos que a legenda, após a leitura do título, é a “porta de entrada” ao conteúdo do mapa. É por meio dela que o usuário tem acesso ao que os signos significam, encaminhando a leitura/interpretação do mapa na sequência da organização apresentada, hierarquizando as categorias expostas no mapa. Será bom lembrarmos que este encaminhamento terá que apreciar também a relação entre os signos e seus respectivos significados, operação quase sempre deixada de lado.

⁴⁰ LESER, H. *Landschaftsoekologie*. UTB. Stuttgart: Ulemer, 1976.

Da mesma forma, ela dá transparência ao raciocínio empregado pelo autor quando da construção do mapa, ou seja, reflete a organização mental que se empreendeu no trabalho com as categorias dos fenômenos do objeto de estudo. Ao revelar a escolha do autor, deixa à mostra as preocupações, anseios, necessidades, estilo de vida da sociedade na qual ele se insere. Assim, ela inevitavelmente expõe a postura teórico-metodológica assumida por ele.

A gramática da representação nos propõe parâmetros para que possamos otimizar a representação do mundo vivido nos mapas. Bertin (1988, p. 51) é incisivo quanto à elaboração da legenda para um mapa:

ela deve ser imediata e perfeitamente legível e, conseqüentemente, convém: reservar-lhe todo o espaço necessário, evitar todo retorno inútil, escolher os temas os mais imediatamente significativos, e naturalmente escrevê-la em caracteres grandes.

Uma das soluções a serem consideradas, principalmente quando há grande profusão de atributos ou variáveis referentes a um fenômeno a ser representado, diz respeito à utilização de uma legenda organizada mediante uma coleção de mapas. A cada atributo ou variável notificada por um símbolo da legenda é associado um pequeno mapa de cada ocorrência (figura 22).

Figura 22. Coleção de mapas (Mapa do Brasil – minerais).

Fonte: Signos/Legendas (2009).

Esta construção proporciona ao usuário uma leitura em nível de conjunto. Nesse sentido, a coleção de pequenos mapas da legenda auxilia essa tarefa. Além disso, o usuário também poderá efetuar uma leitura em nível elementar, a qual será realizada mediante o exame exaustivo do mapa, controlando o significado de cada símbolo na legenda.

A coleção de mapas também pode conter foto ou desenho que se associa a uma rubrica, como exemplificado no mapa de síntese da figura 23:

Figura 23. Unidades ambientais do Parque Nacional do Stelvio (Itália).

Fonte: Martinelli; Pedrotti (1997).

Há outros tipos de legenda além desses: rubricas ilustradas por foto ou desenho (Figura 24); em linhas de uma única coluna, que cria uma hierarquia entre os fenômenos; em colunas, a qual pode gerar confusão ao usuário se for uma hierarquia ou ordem temporal; em quadro de dupla entrada; em gráfico triangular; em grafo aberto em forma arborescente e em agrupamentos gerados por classificações e hierarquia dentro do fenômeno representado.

Figura 24. As unidades da paisagem para a promoção do turismo em Bento do Sapucaí (São Paulo, Brasil).

Fonte: Martinelli (2001).

A opção por uma em detrimento de outra deve ser feita com rigor. Como bem expõe Archela (1999), devemos sempre ter em mente que a representação gráfica é um

instrumento de reflexão; ela deve permitir que analisemos um problema através de questões pertinentes. Descobrir informações na representação gráfica demanda dois tempos de percepção:

1º) que coisas os signos significam?;

2º) quais são as relações entre as coisas?

O Exército Brasileiro e a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) elaboraram manuais técnicos para normalizar a confecção de produtos cartográficos. De acordo com os parâmetros apresentados, uma boa legenda deveria ser clara, concisa, objetiva e portar informações completas para que o usuário possa apreender o máximo do mapa.

Assim, toda legenda teria que conter, de acordo com um título representativo do assunto tratado encabeçando o mapa, todas as feições constantes no documento cartográfico. Além disso, a legenda deveria ser disposta de modo que possa ser consultada sem que haja mudança na posição normal de leitura (BRASIL, 1998; CETESB, 2009).

PROPOSTAS METODOLÓGICAS PARA A CARTOGRAFIA AMBIENTAL: UMA REVISÃO

Inicialmente, para procedermos a uma revisão analítica coerente das propostas metodológicas elaboradas para a cartografia ambiental, devemos partir de algumas premissas básicas.

A primeira delas refere-se à própria essência do objeto de estudo desta pesquisa, a metodologia, visto que “a tomada de um posicionamento metodológico consistente é uma questão fundamental para a cartografia ambiental” (MARTINELLI, 1996, p. 61).

A opção metodológica traz em seu bojo a adesão a uma lógica e a aceitação de certas posturas frente às questões gnosiológicas básicas, como a do entendimento do próprio ato cognitivo. [...]

As propostas metodológicas articulam posições em diferentes tópicos (lógica, gnosiologia, epistemologia, ontologia, etc.) organizando-as num sistema filosófico orientado para macro-explicações do real. [...] É no método que se desenham os objetos e que se definem as relações destes com o sujeito do conhecimento. (MORAES, 1994, p. 68)

Assim, a decisão primeira se concentra no enfoque que se dará ao estudo do meio ambiente.

O próprio conceito de *meio* pode ser definido como entorno, como o conjunto de condições naturais nas quais ocorrem as atividades da sociedade humana e dos organismos. Assim, esse conceito sempre constitui o reflexo das relações entre o objeto e o sujeito, faz referência, portanto, ao sujeito com o qual se relaciona o entorno (ALEKSANDROVA et. al.⁴¹, 1982 apud RODRIGUES, 2005).

A segunda premissa surge em decorrência da primeira e se refere à integralidade do ambiente. Sabemos que, tradicional e hegemonicamente, a ciência tem produzido estudos

⁴¹ ALEKSANDROVA, T. et. al. **Protección de los Paisajes**. Dicionário interpretativo. Moscou: Editorial Progress, 1982.

que comportam dicotomia entre o mundo social e o natural. O funcionamento do primeiro seria diferente do segundo? Afinal, o universo da natureza pode ser apreendido pela lógica formal; o social comporta dialética, ideologia, contradição...

Monteiro (1987) advoga que a apreensão do ambiente requer integração e seus diversos componentes devem ser considerados como elementos de um sistema. Fica clara a sua orientação no sentido da produção de estudos que comportem uma visão “sistêmica”. Sendo assim, propõe a utilização do construto dos geossistemas como mediador da análise ambiental, uma vez que ele proporciona uma ótica conjuntiva dos elementos que compõem e constroem o meio ambiente.

Fournier (2001, p. 104) defende que é “extremamente complexo estabelecer uma análise global dos meios; justapor as diferentes pressões não é suficiente, é necessário realizar um estudo integrado que levante problemas de escalas, de métodos e de finalidades”.

Consideraremos que, para a Geografia, o meio ambiente deverá ser apreciado como um todo integrado, onde os processos sociais interagem com os naturais e vice e versa. O próprio termo ambiental, como já professamos anteriormente em comum acordo com Suertegaray (2002), para além de todas as conceituações expressas, indica a compreensão do ser na relação com o seu entorno. E, embora estejamos tratando de um espaço socialmente produzido, é indissociável por excelência.

Assim, ao pensarmos na representação da relação sociedade-natureza, estamos pensando numa representação onde haja um diálogo contínuo entre sujeito-objeto. Consideramos, pois, que o método a ser utilizado para auxiliar qualquer tipo de investigação que comporte esse binômio deva estar constantemente sendo reavaliado, readequado.

Uma terceira premissa que se delineia a partir da segunda é a de que os produtos da cartografia ambiental, os mapas ambientais, devem conter a síntese (do grego *synthesis*, que significa composição, fusão) do mundo observado, ou seja, a união dos vários conteúdos dos fenômenos que estão na pauta de estudo, num produto global que deverá compor o mapa ambiental.

Da mesma forma, essa cartografia da qual falamos deverá estar assentada sob as bases da semiologia gráfica, ser capaz de representar diferentes níveis de organização e complexidade e múltiplas escalas de espaço e tempo.

Vários autores elaboraram propostas metodológicas para cartografia ambiental. Dentre tantos, de várias partes do Mundo, destacaremos Jean François Dobremez, André

Journaux, Paul Ozenda, Carlos Augusto de F. Monteiro, Jerzy Ostrowski e Jerzy Kondracki, Jean-Paul Tricart, Helmut Troppmair, Alfredo Asensi Marfil, Ferreira, Franco Pedrotti, Ettore Orsomando, José Manuel Mateo Rodriguez e Edson Vicente da Silva, Marcello Martinelli, Balleli et. al..

Pautados nas premissas expostas, passaremos a revisar a seguir algumas delas. Salientamos que elas serão inicialmente identificadas pelo nome de seu autor. A escolha da disposição dos nomes não foi aleatória; ela levou em conta a data em que as metodologias foram propostas.

3.1 André Journaux

Foi no Laboratório de Geomorfologia do *Centre Nationale de Recherches Scientifiques* (CNRS) em Caen, na França, que André Journaux (1915-2006) coordenou os primeiros trabalhos que originaram a sua metodologia voltada à cartografia ambiental. Mais precisamente, com cartas de uso da terra orientadas às decisões de planejamento territorial na escala 1:50 000 que representavam os fenômenos físicos, humanos e as relações entre ambos.

Posteriormente a Comissão Nacional de Cartografia do Meio Ambiente e de sua Dinâmica, do Comitê Nacional Francês de Geografia, adotaria a legenda elaborada pela equipe do CNRS como padrão para todos os mapas elaborados pelo governo francês voltados aos trabalhos de planejamento territorial.

Journaux presidiu também o Grupo de Trabalho sobre a Cartografia do Meio Ambiente e de sua Dinâmica, que foi criado pelo Programa Intergovernamental sobre o Homem e a Biosfera (MAB – *Man and Biosphere*) da UNESCO, em 1970, e promovido pela União Geográfica Internacional (UGI) com o objetivo de desenvolver uma base racional para o uso e conservação do meio ambiente, além de oferecer informação sobre as potencialidades e tendências evolutivas dos componentes ambientais.

Sua metodologia prevê a elaboração de três níveis de mapas distintos: de análise, de sistemas e de síntese.

Os mapas de análise fazem parte do primeiro nível. Eles têm a finalidade de cartografar elementos e processos simples que são observados no ambiente. Como *elementos* temos as formações geológicas, distribuição da vegetação, espaços agrícolas, tipos de construções urbanas, densidades populacionais, rejeitos, poluição atmosférica e hídrica, entre outros. Quanto aos *processos* pertencentes a este nível temos os morfoclimáticos, uso da terra, degradação ambiental, etc.

Os mapas de sistemas pertencem ao segundo nível. Devem representar associações de elementos ou de processos para definir sistemas e estabelecer mapas de aptidão ou de potencialidade – aqueles que apresentam zoneamento de regiões adequadas a uma atividade (agrícola, industrial, comercial, social, etc.) ou propensas a riscos naturais (inundações, deslizamentos, avalanches, etc.). Os mapas de sistemas agrários, os mapas geotécnicos e os de planejamento são exemplos de mapas de sistemas.

Ao terceiro nível ficam reservados os mapas de síntese, que têm por finalidade sensibilizar sobre os problemas ambientais e instrumentalizar o usuário na tomada de decisões na gestão e planejamento territorial. Assim, os mapas do meio ambiente e de sua dinâmica são elaborados por meio da superposição ou justaposição dos vários elementos que participam do ambiente – naturais e antrópicos – no sentido de captar obstáculos impostos pelo ambiente bem como a tendência evolutiva de seus componentes.

O uso dessa metodologia para a elaboração de mapas ambientais “pode representar uma contribuição importante para a avaliação das condições de vida da população, como também para avaliação da qualidade ambiental, como um instrumento de conscientização”, como bem observa Archela et. al. (2002, p. 65).

Este formato permite que se represente o meio ambiente de modo a remetê-lo ao conceito da perspectiva sistêmica, ou seja, possui um caráter integrativo dos seus elementos e processos constitutivos – físicos, biológicos, sociais, econômicos e técnicos.

No entanto, mesmo Journaux tendo tido a preocupação de levar em conta não só os já citados elementos e processos responsáveis pela constituição e organização ambiental, como também a estrutura, a dimensão e o grau de interferência das atividades humanas – exatamente como já havia recomendado Christofolletti (1981) para os trabalhos que envolvessem a idéia de geossistemas – percebemos que sua metodologia gera ainda um produto cartográfico que apenas justapõe os vários temas abordados.

Embora mencione a necessidade de se alcançar uma apreciação global do Meio Ambiente através de uma síntese mais completa e de se conseguir uma cartografia prospectiva, o mapa resultante, ao nosso ver, se configura eminentemente analítico. (MARTINELLI, 1994, p. 69)

Em sua metodologia, Journaux (1975, 1985) propõe que a legenda seja composta em partes ou, duas categorias de signos: a dos dados do meio ambiente e a da dinâmica ambiental.

A legenda referente aos dados do meio ambiente deve comportar os elementos naturais – ar, água e solo –, divididos em seis subcategorias, cada qual com sua coloração característica:

1. Toponímia e topografia: cinza aplicado a signos convencionais (cotas de altitude, curvas de nível etc.).
2. Hidrografia e hidrologia: azul para domínio fluvial, lacustre e marítimo (tipos de cotas, acumulação, curvas batimétricas, etc.).
3. Ar: traços pretos sobre fundo branco para os elementos climáticos (os diagramas e croquis são apresentados nos comentários que acompanham os mapas).
4. Espaços construídos: laranja para os tipos e evolução das habitações. Os traços paralelos estreitos ficam reservados às habitações contínuas e de grandes conjuntos e os pontilhados para habitações descontínuas; as zonas industriais são representadas por uma trama quadriculada; os espaços em construção, ou planejados, por outro símbolo, de mesma cor; as habitações isoladas são representadas separadamente, utilizando a mesma base laranja. Os estabelecimentos industriais importantes podem ser distinguidos – eles são representados em zonas industriais, por tipo de poluição (com especificação diferente para poluição da água, do ar e trabalhos de defesa e melhoramento do meio ambiente).
5. Espaços cultivados: marrom com sobreposição ao mapa em tramas finas.
6. Espaços verdes: verde claro e verde escuro representam as formações vegetais. Os tons claros para antes da data de referência e os escuros para depois desta

data, permitindo que se compare, assim, a sua modificação ao longo de um determinado período.

A segunda parte refere-se à dinâmica do meio ambiente, ou seja, às modificações e degradações e os trabalhos de proteção ambiental. Ela é subdividida em quatro subcategorias, com suas respectivas cores representativas:

7. Degradação do solo: vermelho para apresentar as modificações e degradações naturais (uso de fertilizantes, erosão de margens, inundações, deslizamentos, desabamentos, etc.); e as degradações provocadas pelo homem (depósitos de lixo, pedreiras, cascalhos, corredores de alta tensão, habitações provisórias, etc.). As modificações e degradações naturais aceleradas pelo homem se distinguem das degradações naturais pelo símbolo específico, porém de mesma cor. O cartógrafo deve assinalar todas as modificações da paisagem natural, mas não deve ter como objetivo o julgamento de valor, quanto à degradação ambiental. As exceções deverão ser justificadas no texto que acompanha o mapa.
8. Poluição das águas: lilás é a cor indicada para representar as formas de poluição dos cursos d'água e o grau de poluição nos rios e canais públicos. Dependendo das normas oficiais do país em questão pode-se eventualmente adotar outros critérios (devendo, o cartógrafo, justificar a adoção no texto que acompanha o mapa). As fontes de poluição das águas também são cartografadas: usinas, pedreiras, afluentes nas cidades, resíduos, pesticidas etc.
9. Poluição do ar: violeta. As formas de poluição do ar são representadas por setores mais ou menos amplos e orientados segundo a direção do vento. Entre os agentes poluidores encontram-se as poeiras, pós, fumaças, agentes químicos, odores e sons. Na mesma cor estão indicadas as fontes de poluição do ar: indústrias, depósitos de lixo, concentrações urbanas, meios de transporte etc.
10. Trabalhos de proteção e melhoria do meio ambiente: preto para cartografar os trabalhos que têm por objetivo a luta contra as degradações do solo, da água e do ar, de origem natural ou provocada pelo homem. Os símbolos utilizados são

os mesmos apresentados anteriormente, porém aparecem na cor preta. Os sinais pontuais e seus limites definem as áreas de proteção dos espaços naturais ou parques, e mesmo as áreas sensíveis, de interesse relevante, turístico ou científico.

A legenda proposta por Journaux (1975, 1985) pode ser apresentada, esquemática e sinteticamente, na figura 25.

Figura 25. Esquema da legenda proposta por André Journaux.

Fonte: Martinelli (2006a), adaptado pela autora.

Um exemplo emblemático do emprego desta metodologia no Brasil é a Carta do Meio Ambiente e de sua Dinâmica da Baixada Santista à escala 1:50 000 (figura 26) – trabalho coordenado pelo próprio Journaux e que, originalmente, fez parte de um projeto que previa a elaboração do diagnóstico das condições ambientais do estado de São Paulo levado a cabo pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB).

Neste trabalho podemos notar que, em relação ao dinamismo – evocado de modo tão específico que chegou a reservar uma parte da legenda a ele (*II - Dinâmica do Meio Ambiente*) –, concordamos com a observação feita por Martinelli (1994, p. 69):

o mapa mostra representações estáticas, mesmo se reportando a ‘elementos indicadores das principais alterações do meio-físico, decorrentes, principalmente, da ação antrópica na Região’ (CETESB, 1985). As rubricas acenam situações detectadas na ocasião dos levantamentos. Fazem exceção apenas aquelas onde flechas indicam a direção, sentido e intensidade do movimento, como é o caso da erosão do litoral e dos escorregamentos.

Outros trabalhos também podem ser citados como usuários desta metodologia.

Entre eles, a Carta do Meio Ambiente e sua Dinâmica na Região da Represa Billings⁴² à escala 1:25 000, que apresenta a dinâmica da evolução da ocupação do solo no período de 1962 a 1983 na periferia sul da cidade de São Paulo e o recente estudo para a elaboração do Atlas Urbano Ambiental da cidade de Londrina⁴³.

3.2 Jean Tricart

Mundialmente conhecido por seus trabalhos de pesquisa teórica e aplicada nos domínios da Geomorfologia Dinâmica, Geomorfologia Climática, Geomorfologia Estrutural, Ecogeografia e Geografia Regional, Jean Léon Françoise Tricart (1920 - 2003) exerceu cargos de monta em diversos organismos internacionais, como as presidências da Comissão de Geomorfologia Aplicada da União Geográfica Internacional e do Comitê Nacional Francês da INQUA (Associação Internacional do Estudo do Quaternário), além de ter sido conselheiro em inúmeras pesquisas de diversos países em, pelo menos, três continentes (África, Europa e América).

Lastreado em uma abordagem sistêmica, Tricart buscou estudar os fluxos de matéria e energia existentes nos fenômenos, em suas relações e nos diversos elementos constituintes do meio ambiente, para estimar o impacto que as atividades humanas exercem sobre o meio.

O autor utiliza os fluxos de energia e matéria entre os fatores indutores dos processos que originam a forma do relevo e a formação do solo – processos morfogenéticos e pedogenéticos – como critério de análise para compreender a dinâmica ambiental. Defende, assim, a necessidade do estabelecimento de uma taxonomia dos tipos de unidades ambientais,

⁴² Cf. GUTBERLET, J.; QUEIROZ NETO, J. P.. Evolution et Dynamique de L'Environnement dans une Région Périphérique de La Ville de Sao Paulo: Santo Amaro-Barragem Billings. In: SIMPOSIO UGI CARTOGRAPHIE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE SA DYNAMIQUE, 1984, Caen. **Anais...** Caen: Centre de Géomorphologie, CNRS, 1984. p. 9-20.

⁴³ Cf. ARCHELA, R. S.; ROSOLÉM, N. P.. Legenda geral do mapa ambiental de Londrina: ensaio metodológico de cartografia. **Revista Franco-Brasileira de Geografia**. n. 6, jun. 2008. Disponível em <<http://confins.revues.org/index5900.html>>. Acesso em: 08 jul. 2009.

por ele denominadas de unidades de paisagem ou ecodinâmicas, fundamentada no seu grau de estabilidade/instabilidade morfodinâmica, distinguindo três classes em função da intensidade dos processos atuais, tendo por base os padrões de temporalidade humanos, que atuam nas unidades ambientais:

- a. Meios estáveis – a principal característica desses meios é a lenta evolução do modelado terrestre, com ausência de incisões violentas, catastróficas. Normalmente se apresentam em regiões com cobertura vegetal cerrada que naturalmente se opõem aos processos morfodinâmicos; de dissecção moderada, com vertentes de lenta evolução; com ausência de manifestações vulcânicas.
- b. Meios intergrades – representam a transição entre os meios estáveis e os instáveis e têm como principal característica a coexistência da pedogênese e da morfogênese em um mesmo espaço.
- c. Meios instáveis – são aqueles em que a morfogênese é predominante. Estes meios são configurados pela atuação de geodinâmica interna e deformações tectônicas e são favorecidos por alguns fatores: condições bioclimáticas agressivas, relevo com vigorosa dissecção, presença de solos cujas partículas possuem baixo grau e coesão, ausência de cobertura vegetal florestal densa, planícies e fundos de vales sujeitos a inundação, geodinâmica interna intensa.

A morfodinâmica passa a ser o elemento chave, determinante, para o entendimento do processo de dinâmica do meio ambiente. Analisar o ambiente sob essa perspectiva implica necessariamente em se fazer um inventário do quadro ambiental, bem como em se caracterizar os diversos fatores que exercem influência sobre o ambiente, tais como material rochoso, hidrografia, relevo, clima, solos, cobertura vegetal, ação antrópica, entre outros, quanto ao tipo, densidade e distribuição.

O documento cartográfico resultante da análise morfodinâmica foi denominado, por Tricart (1977), de Carta Ecodinâmica. Segundo suas próprias palavras, ele

tem por objetivo evidenciar as modalidades de funcionamento do meio ambiente, dos seres vivos, inclusive o Homem. Visa definir a inserção das intervenções de um ponto de vista dinâmico, evolutivo e, assim, fornecer elementos de apreciação para a interferência dessas intervenções. De

qualquer modo, ele tem por fim contribuir para definir o grau de sensibilidade do meio em face dos fenômenos espontâneos e de nossas intervenções. (Op. cit., p. 89)

Sendo assim, o mapa ecodinâmico deve representar certas informações que não tomam parte da dinâmica em si mesma, mas nela influem:

- Declives devem estar explicitamente representados em número de classes que não prejudique a visualização de outras informações constantes do mapa;
- Litologia, por ser de fundamental importância para a cobertura vegetal. Certos relevos menores (pirambeiras, lajes, pedregulhos) também devem ser representados, pois constituem nichos ecológicos dignos de interesse.
- Morfodinâmica. O mapa deve evidenciar o grau de estabilidade do meio ambiente, bem como a natureza dos processos nele atuantes.
- Pedogênese. A definição das unidades ambientais a partir do grau de estabilidade morfogênica determina a relação morfogênese-pedogênese. Portanto, este elemento deve figurar não em forma de tipos de solos definidos, mas em *tendências de pedogênese*, subdivididas em graus de intensidade.
- Regime hídrico, por permitir avaliar fatores ecológicos que tenham grande importância. Podem ser representados levando-se em conta a profundidade em que se apresentam – superficial, hipodérmico, freático.

O autor salienta que, como os declives e a litologia servem de fundo para todas as outras informações que compõem o quadro ambiental representado, eles devem estar figurados em cores neutras para evitar a competição visual com os outros elementos. Além disso, o arranjo do território, como as áreas edificadas, as vias de comunicação e o uso das terras também devem estar representados nos mapas ecodinâmicos.

Tricart (1977), em sua Carta Ecodinâmica da região de Sainte-Maxime, litoral sul da França (Figura 27), utiliza-se dos preceitos de Jacques Bertin para a elaboração de cartas temáticas – a semiologia gráfica. Isso é claramente percebido quando lemos a legenda do mapa. Nela, o autor representa as várias classes de informações que considera imprescindíveis

para a elaboração desse tipo de mapa ambiental: litologia e condições edáficas se diferenciam pelo tipo de trama; a declividade e topografia, pela variação de tonalidade na cor sépia, do claro ao escuro; os recursos hídricos, por símbolos lineares em azul e preto; a dinâmica também por listras, símbolos lineares e setas na coloração sépia e azul; as obras e benfeitorias em símbolos pontuais e lineares pretos e azuis.

Embora Tricart (1977) tenha feito um trabalho minucioso, destacando a dinâmica da unidade ambiental – nas vertentes, nos leitos fluviais e até no litoral – e utilizando com propriedade a gramática da representação gráfica de J. Bertin, ele produz um trabalho que superpõe os signos que representam os vários elementos considerados na análise ambiental – litologia, declividade, recursos hídricos, dinâmica e obras de benfeitorias –, delineando uma representação exaustiva, que foge ao que consideramos como cartografia de síntese.

Este exemplo, encarte da obra “Ecodinâmica”⁴⁴, está acompanhado de um texto onde é exposto analiticamente cada elemento que nele está figurado, esmiuçando a região representada. Percebemos que ele auxilia a leitura do mapa, facilitando a sua compreensão. É por meio dele que vamos, pouco a pouco, “enxergando” o mapa e desvendando o que ele contém. Sinal claro de que há uma elevada densidade de informações dispostas em superposição no mapa. Fica difícil decifrar, onde estaria a síntese. Parece-nos que esta seria entendida como “Dinâmica” sobreposta por traços vermelhos consoantes aos três “meios”.

⁴⁴ A obra está referenciada como TRICART (1977).

Figura 27. Carta Ecodinâmica

Fonte: Tricart (1977).

3.3 Helmut Troppmair

O acadêmico Helmut Troppmair tem dedicado sua vida profissional ao ensino e à pesquisa. Desde 1965 atua como docente na Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho (UNESP), onde leciona disciplinas relacionadas com a organização do espaço – Biogeografia, Geossistemas, Geografia do Estado de São Paulo – no campus de Rio Claro (SP), cidade onde exerceu também o cargo de Secretário Municipal da Educação entre 1993 e 1996. É um estudioso do assunto *Geossistema*, possuindo inúmeros trabalhos acadêmicos relacionados com essa temática.

Incomodado com o fato de serem raros, no início dos anos 1980, os estudos que trouxessem dados concretos em relação ao território paulista sobre a estrutura, a organização, a pressão antrópica sobre o espaço e a reação deste representado através da sua organização, bem como sobre a cobertura vegetal, Troppmair propôs um estudo que buscava integrar os vários elementos do ambiente – bióticos e abióticos.

Justificou o autor em artigo que apresenta o Mapa dos Ecossistemas e Geossistemas do Estado de São Paulo:

Face a quase inexistência de uma bibliografia básica abrangente, o presente trabalho tem por objetivo oferecer contribuição para o conhecimento da distribuição dos eco e dos geossistemas atuais do Estado de São Paulo. (TROPMAIR, 1983, p. 28)

Como seu estudo envolvia conceitos – ecossistema e geossistema – que, não raro, provocavam confusões, decidiu expor algumas considerações preliminares sobre o assunto.

Ambos nasceram sob o manto da Teoria Geral dos Sistemas de L. V. Bertalanffy e, portanto, possuem um enfoque que privilegia a integração dos elementos que participam do universo da pesquisa. O primeiro, o ecossistema ou biogeocenose, é um conceito fundamental para a ecologia e biologia, pois permite integrar, sob uma perspectiva vertical, as interrelações dos organismos com o seu meio. O segundo, o geossistema, consoante ao que já foi exposto em nossa pesquisa, compreende as interrelações entre os fenômenos naturais e sociais sob uma ótica de horizontalidade, espacialidade, das expressões decorrentes dessa dinâmica.

A proposta metodológica de Troppmair para elaboração de mapas ambientais, em seu estudo pioneiro que deu origem ao Mapa dos Ecossistemas e Geossistemas do Estado de

São Paulo, prevê que o mapeamento deve partir de imagens de satélite do ambiente a ser representado.

A segunda providência é o estabelecimento de categorias de compartimentação dos ecossistemas. Troppmair (1983) optou pela adoção da classificação do botânico finlandês Jaakko Jalas⁴⁵ (1920-1999) a qual leva em consideração o grau da interferência das ações humanas em quatro classes de hemerobia⁴⁶:

1. Ahemeróbio – ecossistema natural (mata tropical, mata galeria, mangue jundú).
2. Oligohemeróbio – ecossistema com nítida interferência antrópica que conserva características mais naturais do que artificiais (cerrado, campo sujo, mata secundária).
3. Mesohemeróbio – ecossistema com vestígios de espécies e componentes naturais com maiores características de componentes artificiais do que naturais (pastagem).
4. Euhemeróbio – ecossistema artificial (micro campo de cultura de subsistência, macro campo de cultura comercial, área de reflorestamento, higricultura, horticultura, espaço urbanizado).

A esta classificação associam-se os nomes das formações vegetais e a legenda da classificação funcional dos ecossistemas proposta pelo biólogo, botânico e ecologista alemão Heinz Ellenberg⁴⁷ (1913-1997).

Para os corpos hídricos, Troppmair (Op. cit.) utiliza a classificação fixada pela Portaria nº 13 do Ministério do Interior em 1976⁴⁸, que estabelece quatro classes de acordo

⁴⁵ JALAS, J. **Hemeokorit ja hemeorobit**. Luonnon Tutkija, v. 57, 1953.

_____. Hemerobe und hemerochrome Pflanzenarten. Ein terminologischer Reformversuch, **Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica**, v. 72, n. 11, 1955, pp. 1–15.

⁴⁶ O conceito de hemerobia carrega a idéia de dominação e/ou alteração das paisagens, bem como a totalidade dos efeitos das ações, voluntárias ou não, do ser humano sobre as paisagens. Segundo MOLETTA; NUCCI; KRÖKER (2005), ele “pode ser utilizado para classificar as paisagens urbanizadas ou não em relação aos graus de naturalidade ou artificialidade, o que forneceria base para a formulação de princípios para um bom planejamento e adequada gestão”.

⁴⁷ Cf. ELLENBERG, H. **Oekosystemforschung**. Berlin, 1973.

⁴⁸ A Portaria GM 0013 de 15 de janeiro de 1976, editada pelo extinto Ministério do Interior, estabeleceu o primeiro sistema de classificação brasileiro das águas interiores e determinou o enquadramento das águas federais. Posteriormente, a Resolução CONAMA nº 3, de 5 de junho de 1984, determinou que ela fosse reformulada e, em 18 de junho de 1986, ela foi revogada pela Resolução CONAMA nº 20 que estabeleceu nova classificação dos corpos d’água.

com o emprego da água pela comunidade, aliado ao que Hans Liebmann⁴⁹ (1962, 1969 apud Troppmair, 1983) estabeleceu: corpos hídricos oligosaprófitos, mesosaprófitos e polisaprófitos.

Em relação ao mapeamento dos geossistemas, foram analisados sete fatores em cada unidade geossistêmica:

1. Atuação das massas de ar – classificação climática e respectivos elementos;
2. Temperaturas – máximas, mínimas e absolutas;
3. Precipitação – anual, época seca e chuvosa, dias de precipitação, máximo de precipitação em 24 horas;
4. Altitude e geomorfologia;
5. Declividade do relevo;
6. Tipos e solos – textura, profundidade e pH;
7. Falta e excesso de água do solo.

A partir desses elementos, o autor estabeleceu as classes de interrelações da paisagem de cada geossistema. Para o exemplo específico do Estado de São Paulo foram estabelecidas as seguintes unidades⁵⁰: Planície Costeira Sul, Planície Costeira Norte, Escarpa da Serra do Mar, Planalto da Bocaina, Vale do Paraíba, Bacia de São Paulo, Mar de Morros, Contrafortes e Serra da Mantiqueira, Depressão Sul, Depressão Norte, Cuestas, Serrinhas, Planalto Paulista e Sudeste, Planalto Paulista Central, Planalto Paulista de Noroeste.

No entanto, o autor deixa em aberto a sua compartimentação para futuros rearranjos, conforme o avanço das próprias pesquisas que estavam àquela época em curso. Ele atenta para o fato da compartimentação do relevo estar intimamente relacionada com a delimitação dos geossistemas.

⁴⁹ LIEBMANN, H. **Handbuch der Frischwasser und Abwasserbiologie**, v. 1. 2. ed., München, 1962. _____ **Der Wassergueteatlas**. Seine Methodik und Anwendung, München, 1969.

⁵⁰ Cf. Figura 1 à página 26.

Além disso, também alerta para a dificuldade da utilização das classes previamente estabelecidas para determinadas escalas, visto que há enorme complexidade no uso e ocupação das terras.

O mapa resultante exige uma leitura exaustiva dos detalhes nele contidos, posto que há a superposição de duas sínteses – a dos ecossistemas e a dos geossistemas. Para o caso específico do Mapa dos Ecossistemas e Geossistemas do Estado de São Paulo (Figura 28) e a título de exemplificação, “o ecossistema Euhemeróbio registra a ocorrência espacial de micro campos de culturas comerciais, de café, de cana, de laranja, além de reflorestamentos, horticulturas, higroculturas, e áreas urbanizadas/loteamentos”, que deveriam ser abordados numa cartografia analítica (MARTINELLI, 1994, p. 70).

Outrossim, os geossistemas construídos, também de ocorrência em área, são legendados por letras e representados apenas pelos seus limites, o que ocasiona grande número de caracteres no mapa e consequente dificuldade de visualização e apreensão da informação.

Figura 28. Ecossistemas e Geossistemas do Estado de São Paulo.

Fonte: Troppeimair (1983, p. 30-31)

3.4 Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro

Figurando entre a galeria dos principais geógrafos e climatologistas da atualidade, considerado o “pai” da análise rítmica para os estudos climáticos, o professor Carlos A. de F. Monteiro lecionou por quase meio século, entre 1955 e 1990, diversas disciplinas da ciência geográfica (Geografia Física, Fundamentos de Climatologia, Climatologia Sistemática e Regional, Fisiologia da Paisagem, Geomorfologia Climática e Litorânea, Climatologia Agrária, Climatologia Urbana, Conservação dos Recursos Naturais, Biogeografia e Geomorfologia Estrutural) para alunos de graduação e pós-graduação em várias universidades no Brasil e exterior.

Autor de “Geossistemas: a história de uma procura”⁵¹, dispôs a cronologia dos vários estudos efetuados sobre o conceito geossistema, desde a década de 50 – quase uma “autobiografia acadêmica” tendo esse construto como fio condutor.

Elaborou pesquisas em várias regiões brasileiras ao longo da década de 1980 sobre articulações dos elementos naturais, sociais e qualidade ambiental. Estes estudos se propunham a originar mapas de qualidade ambiental voltados a diagnosticar, prognosticar, dar sugestões relativas ao ordenamento territorial para, enfim, subsidiar o planejamento e a intervenção no ambiente.

Entre a galeria de trabalhos dedicados a essa temática figuram os mapas da “Compatibilização dos Usos do Solo e a Qualidade Ambiental na Região Central da Bahia”; o da “Qualidade Ambiental na região de Ribeirão Preto (SP)” e o da “Qualidade Ambiental no Recôncavo Baiano e regiões limítrofes” (BAHIA, 1981; MONTEIRO, 1982, 1987).

A título de exemplificação, a metodologia apresentada por Carlos Augusto de F. Monteiro para a confecção do Mapa da Qualidade Ambiental na Bahia: Recôncavo e regiões limítrofes revela a utilização do conceito teórico fundamentado nos geossistemas. Ele fez questão de deixar isso claro no item dedicado ao Referencial Teórico: “[...] as elações entre a natureza e a sociedade, a despeito de qualquer dificuldade, devem ser encaradas como elementos integrantes de um sistema, no qual o desenvolvimento se realiza de forma concomitante e inseparável” (Id., 1987, p. 13).

E avisa de antemão que esse estudo não privilegiou

⁵¹ Obra referenciada como MONTEIRO (2000).

a geomorfologia, a hidrologia, a climatologia, o povoamento, o uso da terra, a urbanização ou qualquer outro tema setorial imprescindível a uma análise desta natureza, uma vez que visa exatamente a integração das diversas esferas (atmosfera, litosfera, biosfera e antroposfera) (Ib., p. 12).

Dessa forma, buscou encarar a relação sociedade x natureza de forma sistêmica e integrada.

O mapa da Qualidade Ambiental do Recôncavo Baiano e regiões limítrofes foi elaborado à escala 1:250.000. A adoção dessa escala de análise se deu, segundo justificativa do próprio Monteiro (1987, p.12), devido ela ser “compatível com a especialização da problemática ambiental do ‘core’ econômico do Estado, a nível regional”.

Assim, o Roteiro Metodológico por ele apresentado visa a integração dos elementos naturais e antrópicos na chamada ‘etapa análise’; fundindo recursos, usos e problemas, na ‘etapa integração’; em unidades homogêneas, na ‘etapa síntese’ (Figura 29).

Figura 29. Fluxograma do roteiro metodológico do mapa da Qualidade Ambiental na Bahia: Recôncavo e regiões limítrofes.

Fonte: Monteiro (1987, p. 14).

Ele segue, assim, quatro grandes etapas de execução: 1. Levantamento de dados e informação básica; 2. Análises tópicas nos diferentes setores; 3. Integração das variáveis básicas; 4. Dinâmica da avaliação da qualidade ambiental.

A primeira fase busca levantar o máximo de informação sobre a área de estudo por meio de levantamento bibliográfico, trabalhos e campo, consultas diversas a órgãos públicos e privados, arquivos de jornais, entre outros.

A segunda etapa tem caráter analítico e forma a base da investigação. Ela diz respeito ao nível elementar de elaboração de cartas temáticas das variáveis investigativas – naturais e antrópicas –, tais como a cobertura vegetal, os elementos climáticos, hídricos, geológicos, geomorfológicos, pedológicos, adensamentos populacionais, industrialização, urbanização, entre outros.

A terceira etapa refere-se à montagem de sínteses parciais onde são valoradas, condensadas e correlacionadas as informações extraídas das cartas temáticas elaboradas na etapa anterior. Nesta fase diagnóstica, pode-se perceber os problemas ambientais emergentes, os riscos, conflitos de uso e perdas de recursos, bem como as intervenções corretivas no meio ambiente.

A última etapa fica reservada à elaboração da síntese final, onde a preocupação é com a sincronização das relações e interações entre as variáveis que foram valoradas na terceira fase. Atribui-se, aqui, uma ponderação segundo o grau de importância dessas variáveis sob o ponto de vista da qualidade ambiental.

A técnica utilizada para o correlacionamento das variáveis foi a do cruzamento matricial entre a distribuição espacial dos atributos e as associações entre eles. O produto gerado revela padrões espaciais de qualidade ambiental ou, ainda, “unidades ambientais homogêneas”, que são, assim, apontadas por um código de letras e números que levam aos graus de comprometimento ambiental e, por fim, ao mapa de qualidade ambiental (Figura 30). Monteiro (1987) recomenda que este último deva ser considerado parte indissolúvel do “Quadro Geral de Correlações” e também deva ser lido à luz da “organização geossistêmica”.

Figura 30. Recorte do Mapa da Qualidade Ambiental na Bahia: Recôncavo e regiões limítrofes, com respectiva legenda.

Fonte: Monteiro, 1987.

O autor adverte, de antemão, que o mapa produzido por este estudo embora trate de “um espaço extremamente dinâmico”, configura-se em uma representação estática que necessita de avaliações subsequentes.

Para além do mapa fim desta proposição – o mapa da Qualidade Ambiental –, foram gerados mapas intermediários – o das Unidades Ambientais, para o caso do estudo de 1987 na Bahia; e o da Organização Natural, para o de 1982 em Ribeirão Preto.

Consideramos, em comum acordo com Martinelli (1994), que estes dois subprodutos estão mais próximos de uma concepção de síntese cartográfica que os próprios mapas finais das pesquisas, posto que aqueles apresentam a fusão dos elementos temáticos em unidades taxonômicas, mantendo, assim, os fenômenos que ocorrem nos planos da natureza e da sociedade contextualizados, enquanto que o mapa de Qualidade Ambiental se mostra analítico, apresentando uma vasta legenda das rubricas referentes aos elementos que integram o ambiente.

Uma última observação de nossa parte quanto a essa metodologia merece destaque: o uso, por parte do autor, de um novo conceito – o das “derivações antropogênicas”, ou seja, as alterações positivas ou negativas provocadas pelo homem.

Este conceito implica na noção de escala de alterações, ou graus de modificações e transformações sofridas pela paisagem devido à ação humana. Ele foi aplicado por Monteiro (1982) no mapa da Qualidade Ambiental na região de Ribeirão Preto (SP), onde foram identificadas 20 categorias de padrões espaciais da qualidade ambiental agrupadas em itens que expressavam o grau de derivação da paisagem (do menor ao maior)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde remotas eras a geografia tem buscado estudar a complexa relação sociedade-natureza e vem paulatinamente sedimentando-se como ciência explicativa dessa equação. Ela tem aberto múltiplas vias para a reflexão da temática ambiental e, em especial, para estudar o binômio homem - meio.

Dentre as várias escolas e construções conceituais, o construto dos geossistemas tem auxiliado a ciência geográfica no sentido de ela poder lidar melhor com os princípios de interdisciplinaridade, síntese, abordagem multiescalar e dinâmica de processos. Elementos indispensáveis no trato das questões relativas ao ambiente.

A cartografia tem sido grande aliada da geografia em seu intento de desvelar os elementos, fenômenos, e respectivas interrelações existentes entre eles no mundo vivido. As descrições e representações gráficas reordenam as informações, exprimindo variedades mais abstratas, ampliando a compreensão e o gerenciamento do espaço e de seus componentes.

Os mapas dedicados a indicar distribuições e padrões espaciais de um ou mais fenômenos – os mapas temáticos – produzem representações que vão ao encontro do anseio de pesquisadores de várias áreas extra e intra acadêmicas, pois geram conhecimento de suporte ao raciocínio espacial que é, cada vez mais, pré-requisito para o entendimento e para a organização do espaço geográfico.

A apreensão e a desejável compreensão conjuntiva dos componentes presentes no ambiente e, em instância maior, ele próprio, não é tarefa fácil. Os mapas ambientais tentam realizá-la.

Inúmeros são os desafios metodológicos que perpassam a Cartografia Ambiental. Um deles tem sido o de propor a representação de um ambiente em que sociedade e natureza estejam profundamente interconectadas. Neste sentido ela tem efetivamente produzido contribuições, dando suporte aos mais variados estudos em que a questão ambiental se manifesta. Contudo, ao mesmo tempo em que tem gerado representações cartográficas imbuídas de crítica, incorporando todos os processos e contradições da relação sociedade-

natureza, também tem se mostrado como um desafio a estudiosos e pesquisadores, pois nela persiste ainda certa indefinição quanto a sua sistematização e, principalmente, quanto às metodologias utilizadas.

Convencidos estamos, contudo, que o paradigma semiológico defendido por Jacques Bertin deve ser adotado para esse tipo de cartografia. Ele apregoa que a informação deve ser transmitida sem que haja ambiguidades e que haja a prevalência da relação entre os signos e não entre esses e seus respectivos significados.

Outrossim, o conceito de processo aderente a esse tipo de cartografia, que adota a visão sistêmica, envolve questões escalares de tempo e espaço, posto que remete à idéia de sequência de eventos conectados por algum mecanismo. Os processos possuem capacidade explicativa intrínseca. Na cartografia ele deve ser representado de forma que mostre, ou sugira, as transformações do fenômeno.

Um outro desafio que se faz também presente refere-se à indissociabilidade dos eixos de espaço e tempo. Como expor de forma coerente esse binômio em mapas ambientais? Não basta apenas representar uma realidade estática e imutável visto que há uma enorme complexidade no mundo real: ele está repleto de contradições e movimento.

A legenda, por sua vez, auxilia o leitor a desvendar o mapa; hierarquiza as categorias de fenômenos representados, bem como a relação entre os signos e seus significados. Deve ser, portanto, imediata e perfeitamente legível.

Como já professamos no transcorrer de nossa dissertação, os mapas analíticos ou seja, aqueles elaborados por mera justaposição de elementos, geralmente são muito confusos e respondem apenas à questão “em tal lugar, o que há?”. Os mapas de síntese, ao contrário, apresentam a fusão dos elementos temáticos em conjuntos espaciais como unidades taxonômicas, mantendo, assim, os fenômenos que ocorrem nos planos da natureza e da sociedade contextualizados. Eles devem ter, portanto, a preferência para as representações dos mapas que se intitulam como ambientais.

A cartografia que dá conta de apreender integrada e sinteticamente os diversos componentes do ambiente, a cartografia dos mapas ambientais, deve, a nosso ver, comportar esses pré-requisitos. A metodologia de execução de mapas ambientais dessa natureza, que possibilita aproximar a representação cartográfica ao plano da intrincada realidade – o espaço geográfico com a sua indissociabilidade de objetos e ações – está, atualmente, na fronteira do conhecimento científico.

Após ter passado em revista algumas propostas metodológicas para confecção de mapas ambientais, pudemos notar que os autores visitados – André Journaux, Jean Tricart, Helmut Troppmair e Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro – buscaram contemplar os vários componentes e fenômenos que fazem parte do ambiente com vistas à produção de uma cartografia não apenas de síntese como fecho da pesquisa acadêmica, mas também prospectiva aplicável ao planejamento e ordenação do território.

Cada qual com suas peculiaridades: Journaux enfatizou a dinâmica concernente ao solo, ar, água e respectivas tendências evolutivas; Tricart evidenciou as relações entre o solo e a morfologia do relevo; Troppmair ressaltou a íntima relação existente entre a compartimentação do relevo e os limites dos geossistemas; e Monteiro, por sua vez, os níveis de qualidade ambiental.

A cartografia da questão ambiental, mesmo muitas vezes denominada de “síntese”, tem sido resolvida quase sempre de forma exaustiva, isto é, desafiando a complexidade da realidade por meio da superposição de representações analíticas, afastando-se dos fundamentos da correta sintaxe de uma linguagem da representação gráfica para compor uma acertada elaboração de síntese.

Devemos lembrar que, diante de uma visão sistêmica, não cabe traçarmos mapas de caráter analítico ou que representem meras justaposições de dados. Para fazer jus a um posicionamento que preze pela integração, deveremos amalgamar os elementos dos fenômenos observados e espacialmente representá-los em mapas de síntese, tendo em vista a identificação e delimitação de conjuntos espaciais que são agrupamentos de unidades espaciais elementares de análise caracterizadas por agrupamentos de atributos ou variáveis.

O mapa ambiental de síntese é o produto final da pesquisa científica elaborada no contexto acadêmico, como já apontado. Na pesquisa aplicada, este produto será insumo para o traçado de zoneamentos para as diferentes expectativas do planejamento, indicando as ações a serem tomadas e, onde o pesquisador do trabalho de base poderá continuar participando.

Faz-se necessário, então, que o cartógrafo fique atento em relação à qualidade dos mapas, para que eles possam servir não somente para inventariar dados ou instrumentalizar pesquisas, mas que também ajudem a revelar ampla e inequivocadamente o conteúdo da questão ambiental, conscientizando cada cidadão do seu real papel na sociedade, uma vez que tal problemática não é algo alheio às pessoas, e sim sua própria prática existencial.

Apesar de todo o desenvolvimento tecnológico experimentado em plena época Pós-moderna, persistem, ainda, questões metodológicas na cartografia ambiental. Os atuais métodos informatizados de produção cartográfica agregam rapidez e precisão ao trabalho. No entanto, como nos recorda Taylor (1994), os próprios Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) não passam de técnicas a serviço da Cartografia. Essa, por ser uma disciplina, é mais do que uma coleção de técnicas e necessita de um desenvolvimento epistemológico próprio. Igualmente, o conjunto de dados, ou ainda, as informações que alimentam o sistema precisam ser iluminados por idéias, conceitos e pelas questões que interessam àqueles que são servidos pelos produtos que os cartógrafos criam.

Por fim, se os mapas normalmente têm tido a obrigação de responder às clássicas questões “onde?”, “o quê?”, “em que ordem?” e “quanto?”, na época Pós-moderna eles também devem explicitar outros questionamentos: “por quê?”, “quando?”, “por quem?”, “para quem?” e “para que finalidade?”.

REFERÊNCIAS

ALONSO, J. J. G. Cartografía Ambiental. Desarrollo y propuestas de sistematización. **Observatorio Medioambiental**, Madri, v.5, p. 47-78, 2002.

ARCHELA, R. S. Imagem e representação gráfica. **Revista Geografia**, Londrina, v.8, n.1, p.5-11, jan./jun. 1999.

_____. **A Cartografia no Pensamento Geográfico**. Disponível em: <<http://br.geocities.com/cartografiatematica/textos/Pensamen.html>> Acesso em: 20. ago. 2008.

ARCHELA, R. S. et. al. Abordagem metodológica para Cartografia Ambiental. **Revista do Departamento de Geociências**, Londrina, v. 11, n. 1, p. 57 - 65, jan/jun. 2002.

ARCHELA, R. S.; THÉRY, H. Orientação metodológica para construção e leitura de mapas temáticos. **Revista Franco-Brasileira de Geografia**. n. 3, jul/out 2008. Disponível em <<http://confins.revues.org/document3483.html>>. Acesso em: 08 abr. 2009.

ARNBERGER, E. Problems of an International Standardization of a Means of Communication through Cartographic Symbols. **International Yearbook of Cartography**, XIV, 1974. p. 19 – 35.

BAHIA, Centro de Estudos e Informações (CEI). **Compatibilização dos Usos do Solo e a Qualidade Ambiental na Região Central da Bahia**. Salvador: Secretaria de Planejamento, Ciência e Tecnologia (SEPLANTEC), Recursos Naturais, n. 5, 1981.

BALLESTEROS, A. G. La cuestión ambiental en la geografía del siglo XX. **Anales de Geografía de la Universidad Complutense**. 2000, 20, p. 101-114.

BEROUTCHACHVILI, N.; BERTRAND, G. Le geosysteme ou systeme territorial natural. **Revue Géographique des Pyrénées et Du Sud-ouest**, Toulouse, v. 49, n. 2, p. 167-180, 1978.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Rios de Janeiro: Vozes, 1973.

BERTIN, J. Théorie de la communication et théorie graphique. Tradução Marcello Martinelli. In: **Mélanges Charles Morazé**. Toulouse: Privat, 1978.

_____. Ver ou ler. **Seleção de Textos (AGB)**, São Paulo, n. 18, p. 45-62, maio, 1988.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. Trad. Olga Cruz. **Caderno de ciências da terra**, IGEO-USP, São Paulo, n. 13, p. 1-27, 1972.

BERTRAND, G. e BERTRAND, C. **Une géographie traversière: l'environnement à travers territoires et temporalités**. Paris: Éditions Arguments, 2002.

BOARD, C. Os mapas como modelos. In: CHORLEY, R. J.; HAGETT, P. (org.). **Modelos físicos e de informação em Geografia**. São Paulo: EDUSP, 1975. p. 139 - 184.

BOCHICCHIO, V. R. **Atlas atual de geografia**. São Paulo: Atual, 1983.

BORNHEIM, G. A. (Org.). **Os Filósofos Pré -socráticos**. 2. ed. São Paulo: Cultrix, 1972.

BRASIL. **Manual Técnico de Convenções Cartográficas T34-700** – Parte 1. 2. ed. Brasília: Ministério da Defesa/Estado Maior do Exército, 1998.

CANALI, N. E. Geografia Ambiental. Desafios epistemológicos. In: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. (Orgs.) **Elementos de epistemologia da geografia contemporânea**. Curitiba: UFPR, 2002, p. 165-186.

CAPRA, F. **A teia da vida**. São Paulo: Cultrix, 1996.

CARON, R. As escolhas do cartógrafo. Tradução Margarida M. de Andrade. In: **Cartes et figures de la Terra**. Paris: Centre George Pompidou, 1980. p. 9 - 15.

CASSETI, V. A natureza e o espaço geográfico. In: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. (Orgs.) **Elementos de epistemologia da geografia contemporânea**. Curitiba: UFPR, 2002, p. 145-163.

CASTRO, I. E. de. Problemas e alternativas metodológicas para a região e para o lugar. In: SOUZA, M. A. A.; SANTOS, M. et. al. **Natureza e sociedade de hoje: uma leitura geográfica**. São Paulo: Hucitec, 1993. p. 56 - 63.

_____. O problema da escala. In: _____. GOMES, P. C. da C.; CORRÊA, R. L. (Orgs) **Geografia: Conceitos e Temas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil S.A., 1995, p. 117-140.

CETESB. Orientação para a produção de material cartográfico para avaliação de impacto ambiental – AIA. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/daia/doc/rap/orientacao_cartogr.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2009.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas de Geografia**. São Paulo: Hucitec/EDUSP, 1979.

_____. Geografia Física. **Boletim de Geografia Teorética**, Rio Claro, v. 11, n. 21-22, p. 5-18, 1981.

_____. A geografia física no estudo das mudanças ambientais. In: BECKER, B. K et al. (Orgs.) **Geografia e meio ambiente no Brasil**. São Paulo/Rio de Janeiro: Hucitec, 1995, p. 334-345.

CIRES. Future Stability of U.S. High Plains Land Use. Disponível em <<http://cires.colorado.edu/cses/research/landuse/landsat7/approach.html>>. Acesso em: 25 mai. 2009.

CLAVAL, P. **História da Geografia**. Tradução José Braga Costa. Lisboa: Edições 70, 2006.

CLUTTON, E. On the nature of thematic maps and their history. **The Map Collector**, n. 22, p. 42-43, mar. 1983.

DE MARTTONE, E. Evolução da Geografia. In: _____. **Panorama da Geografia**. Tradução e organização Vitorino Magalhães Godinho. v. I, Lisboa: Cosmos, 1953. p. 1 - 22.

DI BIASE, D. et al. Animation and the role of map design in scientific visualization. **Cartography and Geographic Information Systems**, v. 19, n. 4, 1992.

FOURNIER, J. A natureza da geografia e a geografia da natureza. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 78, 97-115, 2001. (AGB).

GIMENO, R. **Apprendre à l'école par la graphique**. Paris: Retz, 1980.

GLOBALIZAÇÃO. Altura: 409 pixels. Largura: 416 pixels. 49,8 Kb. Formato: image/jpeg. Disponível em: <<http://dissidentex.files.wordpress.com/2008/04/mapa-de-trafego-de-telecomunicacoes-2000.jpg>>. Acesso em: 03. abr. 2009.

GONÇALVES, C. W. P. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. 4. ed. São Paulo: Contexto, 1993.

GOULD, P.; BAILLY, A. **Le pouvoir des cartes**. Brian Harley et la cartographie. Paris: Anthropos, 1995.

HARLEY, B. J. A nova história da Cartografia. **O Correio da Unesco**, v.19, n. 8, p.4-9, ago. 1991.

IBGE. **Atlas Geográfico Escolar**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002, p. 67.

JOLY, F. **A Cartografia**. Campinas: Papirus, 1997.

JOURNAUX, A., **Légende pour une Carte de l'Environnement et de sa Dynamique**. Faculté des Lettres et Sciences Humanines, Caen, 1975.

_____. **Cartographie intégrée de l'environnement**: un outil pour la recherche et pour l'aménagement. Notes Techniques du MAB, 16, UNESCO, 1985

KANAKUBO, T. O desenvolvimento da Cartografia teórica contemporânea. **Geocartografia, Geografia - USP**, São Paulo, n. 4, p. 3-23, 1995.

KARNAUKHOVA, E.; LOCH, C. Proposta de cartografia geoecológica aplicada ao planejamento territorial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 21., 2003, Belo Horizonte.

KEATES, J. S. Cartographic communication. In: INTERNATIONAL GEOGRAPHICAL CONGRESS, 20, 1964, Londres. **Abstract n. 1034**. Londres, 1964, p. 9.

KÖHLER, H. C. A escala na análise geomorfológica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, v. 2, n. 1, p. 21-33, 2001.

KOLACNY, A. Informação cartográfica: conceitos e termos fundamentais na cartografia moderna. **Geocartografia**, São Paulo, n. 2, p. 3-11, 1994.

KOUSSOULAKOU, A. **Computer-assisted cartography for monitoring spatio-temporal aspects of urban air pollution**. Delft: Delft University Press, 1990.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 1994.

LACEY, H. M. **A linguagem do espaço e do tempo**. São Paulo: Perspectiva, 1972.

LACOSTE, Y. Os objetos geográficos. **Seleção de Textos** (AGB), São Paulo, n. 18, p. 1- 16, maio, 1988.

_____. **A Geografia** - Isso Serve, em Primeiro Lugar, para Fazer a Guerra. Campinas: Papirus, 1989.

LE SANN, J. G. Mapa: um instrumento para apreender o mundo. **Revista Geografia e Ensino**, Belo Horizonte, v. 6, n. 1, p. 25-30, mar. 1997.

LÉVY, J. ; LUSSAULT, M. (Orgs.). **Dictionnaire de la Géographie et de l'espace des sociétés**. Paris: Belin, 2003.

MACEACHREN, A. M. **How maps work**: representation, visualization and design. London: The Guilford Press. 1995.

MARTINELLI, M. **Curso de cartografia temática**. São Paulo: Contexto, 1991.

_____. Cartografia ambiental: uma cartografia diferente? **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 7, p. 61-78, 1994.

_____. A Cartografia do meio ambiente: a cartografia de tudo?. In: **Encontro Nacional de Geógrafos**, Recife, Cadernos de Resumos. Mesas redondas, v. 1, p. 61-62, 1996.

_____. **As representações gráficas da geografia**: os mapas temáticos. Tese de Livre Docência. São Paulo: Ed. do autor, 1999.

_____. Cartografia do turismo e imaginário. In: RODRIGUES, A. B. (org.). **Turismo rural**. São Paulo: Contexto, 2001.

_____. **Atlas geográfico**: natureza e espaço da sociedade. São Paulo: Editora do Brasil, 2003a.

_____. Os mapas da Geografia. In: **XXI Congresso Brasileiro de Cartografia** – 2003b. Disponível em: <http://www.cartografia.org.br/xxi_cbc/041-C11.pdf>. Acesso em: 08 out. 2006.

_____. Cartografia dinâmica: tempo e espaço nos mapas. **GEOUSP** - Espaço e Tempo, São Paulo, n. 18, p. 53 - 66, 2005.

_____. **Cartografia Ambiental**. Propostas Metodológicas. Aula proferida na FFLCH-USP, São Paulo, out., 2006a.

_____. **Mapas da geografia e cartografia temática**. São Paulo: Contexto, 2006b.

_____. O Atlas Geográfico para escolares e o ensino de cartografia. In: Reunião de Consulta sobre Cartografia - Painel de Ensino de Cartografia, 4, 2008, Rio de Janeiro. **Comunicação Oral...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto, 2008.

MARTINELLI, M.; PEDROTTI, F. Le unità ambientali del Parco Nazionale dello Stelvio. **L'umo e L'ambiente**, Camerino, v. 28, 1997.

MARX, K. **O Capital**. v. 6. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1976.

MENDONÇA, F. **Geografia Física: ciência humana?** 3. ed. São Paulo: Contexto, 1992.

MONTEIRO, C. A. de F. **The Environmental quality in the Ribeirão Preto Region, SP** - an attempt. Commision on Environmental Problems, São Paulo, UGI, 1982.

_____. (Coord.). **Qualidade ambiental na Bahia: Recôncavo e regiões limítrofes**. Salvador: CEI, 1987.

_____. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2000.

MORAES, A. C. R. **Meio ambiente e ciências humanas**. São Paulo: Hucitec, 1994.

_____. **Geografia Pequena História Crítica**. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 1995.

NUCCI, J. C. Resgate de textos geográficos. **Revista RA'E GA**, Curitiba, n. 8, p. 137-139, Ed. UFPR, 2004.

MOLETTA, I. M.; NUCCI, J. C.; KRÖKER, R. Carta de hemerobia de uma área de extração de areia no bairro do Umbará, Curitiba/PR/Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 11, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s. n.], 2005. CD-ROM.

OLIVEIRA, C. **Curso de cartografia moderna**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

ORMELING. Disponível em: <<http://cartography.geog.uu.nl/ica/Madrid/ormeling.html>>. Acesso em: 01 mai. 2009.

PECH, P. et al. **Lexique de Geographie Physique**, Col Synthèse. Paris: Armand Colin, 1998.

QUEIROZ FILHO, A. P. de. A escala nos trabalhos de campo e de laboratório. In: VENTURI, L. A. B. (Org.). **Praticando Geografia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p. 55-67.

QUEIROZ FILHO, A. P.; MARTINELLI, M. Cartografia de análise e de síntese na geografia. **Boletim Paulista de Geografia**, n. 87, dez. 2007.

QUERCUS. Altura: 412 pixels. Largura: 415 pixels. 40,2 Kb. Formato: image/jpeg. Disponível em: <<http://www.quercus.pt/scid/webquercus/defaultArticleViewOne.asp?categoryID=632&articleID=1759>>. Acesso em: 30 abr. 2009.

RATAJSKI, L. **Metodika kartografii spoleczno-gospodarezej**. Varsóvia: PPWK, 1973.

_____. Loss and gain of information in cartographic communication. In: **Festschrift für Erik Arnberger** – Beiträge zur theoretischen kartographie. Viena: Deuticke, 1977, p. 217-227.

RODRIGUES, C. A Teoria Geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 14, 2001, p. 69-77.

RODRIGUEZ, J. M. M. La cuestión ambiental desde una visión sistêmica. **Revista Idéias Ambientales**, Universidad Nacional de Colombia, Manizales, n. 2, p. 1-35, 2005.

SALES, V. de C. Geografia, Sistemas e Análise Ambiental: abordagem crítica. **Geosp – Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 16, p. 125-141, 2004.

SALICHTCHEV, K. A. **Kartografia ogólna**. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1984.

_____. Algumas reflexões sobre o objeto e método da Cartografia depois da 6ª Conferência Cartográfica Internacional. **Seleção de Textos** (AGB), São Paulo, n. 18, p. 17-23, maio, 1988.

SANTOS, M. **Metrópole corporativa fragmentada: o caso de São Paulo**. São Paulo: Nobel, 1990.

_____. **Técnica, Espaço, Tempo**. Globalização e meio técnico-científico informacional. Hucitec: São Paulo, 1994.

_____. A questão do meio ambiente: desafios para a construção de uma perspectiva transdisciplinar. **Anales de Geografía de la Universidad Complutense de Madrid**, n. 15, p. 695 - 705, 1995.

SIGNOS/LEGENDAS. Disponível em: <<http://www.uff.br/geoden/figuras/colecao02.gif>>. Acesso em: 15 abr. 2009.

SILVA, J. X. da. A pesquisa ambiental no Brasil: uma visão crítica. In: BECKER, B. K et al. (Orgs.) **Geografia e meio ambiente no Brasil**. São Paulo/Rio de Janeiro: Hucitec, 1995, p. 346-370.

SOCHAVA, V. B. O estudo dos Geossistemas. **Métodos em Questão**, São Paulo, v. 16, 1976, p. 1-52.

_____. Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre. **Biogeografia**, São Paulo, IGEO-USP, n.14, 1978.

SODRÉ, N. W. Introdução à Geografia (Geografia e Ideologia). Petrópolis: Vozes, 1976.

SUERTEGARAY, D. M. A. Geografia Física (?) Geografia Ambiental (?) ou Geografia e Ambiente (?). In: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. (Orgs.) **Elementos de epistemologia da geografia contemporânea**. Curitiba: UFPR, 2002, p. 111-120.

TABLETTE DE GA-SUR, 2008. Altura: 2 475 pixels. Largura: 2 008 pixels. 239 Kb. Formato: image/jpeg. Disponível em: <http://fr.wikipedia.org/wiki/Figure_de_la_Terre_dans_l%27Antiquit%C3%A9>. Acesso em: 06. ago. 2008.

TAYLOR, F. Uma base conceitual para a cartografia: novas diretrizes para a era da informação. **Caderno de Textos**, Geografia – USP, São Paulo, v. 1, n.1, p.11-24, ago. 1994.

TERRA BRASILIS, 2008. Altura: 379 pixels. Largura: 516 pixels. 277 Kb. Formato: image/jpeg. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Imagem:Brazil-16-map.jpg>>. Acesso em: 07. ago. 2008.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977.

_____. Paysage et écologie. **Revue de Géomorphologie Dynamique**, Paris, XXVIII, n. 3, p. 81-95, 1979. Tradução preliminar Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro para revisão e publicação nos cadernos do IGEOG/USP.

TROPPMAIR, H. Ecossistemas e geossistemas do Estado de São Paulo. **Boletim de Geografia Teorética**, Rio Claro, v. 13, n. 15, p. 27-36, 1983.

_____. Geografia Física ou Geografia Ambiental? Modelos de Geografia Integrada. **Boletim de Geografia Teorética**, Rio Claro, v. 15, n. 29-30, p. 63-69, 1985.

_____. Geossistemas: enfoque de integração. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v. 2, n. 2-3, p. 34-40, 2000.

TROPPMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistemas. **Mercator** - Revista de Geografia da UFC, Fortaleza, ano 05, n. 10, p. 79-89, 2006

VICTOR, M. A. M. **A devastação florestal**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1975.

WEAVER, W.; SHANNON, C. E. **The mathematical theory of communication**. Illinois: University of Illinois, 1949.

WURMAN, R. S. Informação de referência: o mapa ou a melhor arte de perceber. In: _____. **Ansiedade de informação**. São Paulo: Cultura Editores Associados, 1991, p. 277-312.

ANEXOS

ANEXO A – Classificação taxonômica dos fatores geomorfológicos segundo Cailleux e Tricart

Ordem G	Unidade de superfície	Características das Unidades-Exemplos	Unidades Climáticas correspondentes	Mecanismos genéticos comandando o relevo	Ordem de grandeza de permanência T/
I	10^7	Continentes, Bacias oceânicas (configuração do globo)	Grandes conjuntos zonais, comandados por fatores astronômicos	Diferenciação da crosta terrestre, SIAL e SIMA	10^9 anos
II	10^6	Grandes conjuntos estruturais (Escudo Escandinavo, Tetis, B. do Congo)	Grandes tipos de clima (interferência de influências geográficas com fatores astronômicos)	Movimento da crosta terrestre como a formação dos geosinclinais, influências climáticas sobre a dissecação	10^8 anos
III	10^4	Grandes unidades estruturais (Bacia de Paris, Jura, Maciço Central)	Feições nos tipos de clima, mas sem grande importância para a dissecação	Unidades tectônicas tendo ligação com a Paleogeografia. Velocidade de dissecação influenciada pela litologia	10^7 anos
IV	10^2	Unidades tectônicas elementares: maciços montanhosos, <i>horsts</i> , fossas	Climas regionais de influência geográfica sobretudo nas regiões montanhosas	Influência predominante da tectônica, secundária da litologia	
SOLEIRA DE COMPENSAÇÃO ISOSTÁTICA					
V	10	Acidentes tectônicos: anticlinal, sinclinal, <i>mont</i> etc.	Climas locais influenciados pela disposição do relevo	Predominância da Litologia e Tectostática. Influências estruturais clássicas	10^7 anos 10^6 anos
VI	10^{-2}	Formas de relevo: crista, terraço, moraina, cone de dejeção etc.	Mesoclima diretamente ligado a forma (nicho de nivação, por exemplo)	Predominância do fator morfodinâmico influenciado pela litologia	10^4 anos
VII	10^{-6}	Microformas: lentes de solifluxão, solos poligonais, ravinas	Microclima diretamente ligado à forma por autocatalise (ex: lapíás)	Microclima diretamente ligado à forma por autocatalise (ex: lapíás)	10^2 anos
VIII	10^{-8}	Feições microscópicas: detalhes de corrosão, de polimento etc.	Microambiente	Influência da dinâmica e da textura da rocha	

Fonte: Cailleux; Tricart (1956, apud KÖHLER, 2001, p. 24)⁵².

⁵² Cailleux, A.; Tricart, J. Le problème de la classification des faits géomorphologiques. **Annales de Géographie**. N. 3490, LXV, année, p. 162-185, 1956.