
GEOPROCESSAMENTO E MODELAGEM DE DADOS: UMA VISÃO CRÍTICA DA CONCEPÇÃO DE ORIENTAÇÃO A OBJETO*

Carlos Hiroo Saito
Prof. do Dep. de Ecologia - UnB

RESUMO: *Duas concepções divergentes guiam atualmente o debate sobre a melhor configuração de Sistemas Geográficos de Informação no mercado: a primeira, tradicional, de planos de informação independentes, com uma concepção livre e aberta para denominação e hierarquização dos dados; a segunda, mais recente e ainda em construção, de orientação a objeto, que estipula uma tipificação e hierarquização prévia dos dados. É propósito deste trabalho realizar uma análise mais aprofundada dos pressupostos subsistentes neste novo enfoque e um confronto com a natureza dos dados ambientais de modo a se poder julgar preliminarmente sua adequação à pesquisa ambiental.*

Palavras Chaves: *geoprocessamento, orientação a objeto, heurística*

ABSTRACT: *Two different conceptions guide presently the debates about the best configuration of Geographic Information Systems: the first one, traditional, based on independent data layers, with an open and free conception for naming and hierarchizing data; the second one, more recent and still in consolidation, based on object orientation, defines rules to previously make groups and hierarchies of the data. It is the purpose of this article to make a deeper analysis of the subsistent principles to this new look and to make a confront with the nature of environmental data such a way to be able to judge preliminarily its adequacy to environmental research.*

Key Words: *geoprocessing, object orientation, heuristics*

INTRODUÇÃO

Todo trabalho científico, seja pesquisa básica ou aplicada, e sua conversão em tecnologia, carrega em si uma concepção de mundo, de sua organização. Paralelamente, reforça ou reformula o modo como se define a relação entre o sujeito investigador e o objeto em investigação. O reconhecimento ou não desta interação como determinante no tipo de informação produzida está muito relacionada com a forma como se vê e se utiliza a tecnologia, sobretudo de informática. Particularmente esta merece maior atenção, haja vista que traz um forte apelo de “eficiência”

e “maravilhamento”, fruto da adoção do paradigma de “modernidade”, em que o “novo”, o “moderno”, é “superior” ao “antigo”.

O presente é, de certa forma, continuidade das reflexões apresentadas em Saito (1995), onde se chama a atenção para os riscos da dependência científico-tecnológica no campo da pesquisa ambiental através de geoprocessamento, dependência esta que carrega a marca de uma “*fetichização da tecnologia*”. Neste sentido, procura-se apresentar reflexões sobre as vinculações filosóficas e metodológicas identificáveis nos debates sobre a adoção da orientação a objeto

* Este artigo é uma adaptação de uma pequena parte do capítulo 2 de minha Tese de Doutorado intitulada “*Contribuição metodológica para planejamento urbano de pequeno e médio porte através de SGI e Banco de Dados Relacional*”, Programa de Pós-graduação em Geografia/UFRJ, Rio de Janeiro, 1996.

como critério de modelagem e implementação de Sistemas Geográficos de Informação, uma vez que *“quando o pesquisador faz ciência, com suas atitudes, conceitos a respeito de si e do seu trabalho, e seus procedimentos investigatórios, estará mesmo que inconscientemente, vinculando-se a um sistema filosófico de caráter geral”* (Santiago & Saito, 1996, p.50).

É, neste sentido, útil recorrermos a Alvaro Vieira Pinto, muito esclarecedor sobre este ponto:

“o pesquisador que se ocupa de esclarecer um problema (...) de extrema particularidade está ao mesmo tempo contribuindo para a constituição do pensamento teórico que se destina a explicar a totalidade do universo. Inversamente, os pensadores, (...) ao intentar racionalizar o conjunto da realidade, (...) estão igualmente compondo um sistema lógico de pensamento que resultará, por decorrência e como efeito de sua aplicação a problemas concretos, uma metodologia da investigação empírica. Não é admissível, portanto, a desvinculação e o desconhecimento recíproco, entre o homem de ciência e pensador filosófico, pois um não existiria sem o outro” (Pinto, 1979, p.74-75).

É preciso esclarecer, ainda, que não se pode desvincular a concepção de um Sistema de Informação da própria concepção de dado e informação, sua natureza e gênese, de tal forma que introduziremos reflexões sobre este último aspecto antes de passarmos à análise do modelos de orientação a objeto em Sistemas Geográficos de Informação.

1. Dado e Informação

Simplificadamente, pode-se dizer que **dado** corresponde a um registro de uma

ocorrência, e que **informação** é um conteúdo transmitido, ou seja, o dado transformado para atender a uma finalidade.

Um Sistema Geográfico de Informação pode ser entendido, em consequência, como uma estrutura de armazenamento, transformação e exibição de dados capaz de gerar informação sobre situações ambientais, situações estas que, por definição, têm expressão territorial, ou seja, geográfica.

O dado pode ser entendido, também, através do recurso à formação da palavra que o expressa - “dado” é particípio passado do verbo “dar”. Uma vez que alguém dá alguma coisa (e algo é dado por alguém), pergunta-se, então, quem dá (o dado)? Conclui-se, logicamente, que este “alguém” é a realidade, ou seja, dado é aquilo que a realidade oferece para registro. Nesta concepção, atribui-se ao dado uma existência própria e, portanto, absoluta, devendo o homem aprimorar-se na capacidade de apreender, de reconhecer, de receber o dado ofertado pela natureza. Este empenho humano é normalmente chamado de ciência, que além de obter os dados, os interpreta (cria informação). Costuma-se, muitas vezes, supor que o dado, *por si*, pouco representa, ganhando importância quando de sua utilização social como informação. Dissocia-se, desta forma, dado e informação.

No entanto, a relação do homem com a realidade (relação sujeito-objeto) nem sempre pode ser desta forma e, de fato, há que se reconhecer que tal relação é histórica, socialmente determinada. Em função dos objetivos, o próprio dado e o modo pelo qual vai-se buscá-lo é modificado. A finalidade, o conteúdo social, já se encontra presente desde a busca do dado e seu reconhecimento, e não apenas na fase de interpretação e utilização dos dados. Determinados dados são buscados porque se quer investigar algo, e é em vista dos objetivos de conhecimento que se atua sobre a realidade. Mesmo quando se organiza um Banco de Dados e se armazenam nele dados para análises posteriores, a seleção dos

dados a serem armazenados e a sua estruturação (forma de representação, interdependência, etc.) é previamente definida, ou seja, é guiada pelos objetivos sociais (de pesquisa). Ainda que se diga tratar-se o dado de mero registro de ocorrência (a árvore mede um metro de altura), sua forma de representação, a classificação nominal ou unidade de mensuração já supõe uma decisão prévia, marcada pelo estágio de evolução da ciência.

A diferença entre dado e informação, após estas considerações, situa-se mais na explicitação de interdependências (reorganização contextual na busca de correlações e causalidades específicas) que na presença ou ausência de um uso social. Advogar uma neutralidade dos dados não é cientificamente correto e ainda se presta ao estabelecimento de uma forma de comunicação vertical entre os homens, em que o dado, não podendo ser questionado, pode levar a uma impossibilidade de questionamento da informação social dele derivado.

Deve-se dizer, então, tanto para os SGIs como para os Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados - SGBDs (Alfanuméricos), que os dados são armazenados e que, ao serem recuperados, transformados (combinados, comparados, reordenados, etc.), geram as informações buscadas, mas que os próprios dados já contêm em si os limites e as possibilidades de investigação pelo conteúdo social que carrega desde sua obtenção, na interação da razão com a realidade.

Feitas estas considerações iniciais sobre dado e informação, pode-se agora analisar a problemática do confronto entre os modelos "orientados a objeto" e "por planos de informação independentes" no que diz respeito aos SGIs.

2. Orientação a objeto e Inteligência Artificial

Dentro da cultura informática, o conceito de orientação a objeto, baseada na

Inteligência Artificial, tem revolucionado o mercado de softwares, levando inúmeros fabricantes a adotarem este novo "paradigma" nas atualizações de versões dos seus pacotes comerciais. Esta mesma concepção tem penetrado o mundo dos Sistemas Geográficos de Informação, iniciando o debate em torno das possibilidades de superação por esta do conceito anterior de sobreposição de planos de informação independentes (mapas), conforme relata Dangermond (1989).

O enfoque de orientação a objetos provém de um ramo da Ciência da Computação conhecido por Inteligência Artificial, que pode ser definido aqui como o ramo da ciência da computação que procura compreender e simular tecnologicamente procedimentos lógicos que apoiam decisões (Rich, 1988). Segundo o enfoque de orientação a objeto, aquilo que se busca conhecer através dos dados obtidos é tratado como um conjunto de "objetos" organizados segundo uma estrutura hierárquica de relações a que se pode atribuir propriedades e operações sobre ela possíveis (Gahegan & Roberts, 1988; Dangermond, 1989; Egenhofer, 1995). Segundo Egenhofer (1995):

"a descrição de um objeto consiste de um nome para seu tipo, um conjunto de operações que são aplicáveis ao objeto, e um conjunto de axiomas que definem o comportamento das operações."
(p. 181).

No caso dos SGIs, que se apóiam em mapas como fonte original de dados para efetuar análises ambientais (sentido amplo que denota não apenas os aspectos físico-químico-biológicos mas também os sócio-econômicos), ao se aplicar o enfoque de orientação a objeto, estes mapas seriam estruturados em classes e subclasses de objetos. Por exemplo, uma área residencial urbana como objeto conteria classes de objeto tais como vias públicas, praças, quadras e subclasses tais como ruas, alamedas, avenidas, tipos de praças, tipos de quadras, etc. Já uma região

costeira poderia conter como classes de objetos a praia, a terra firme, a faixa de variação da maré e o mar; e para cada classe, subdivisões como tipo de praia, tipo de faixa de variação da maré, diferentes tipos (usos) da área de terra firme, etc.

Para Engenhofer (1995), pode-se fundamentar uma modelagem da realidade orientada a objetos com base em três noções básicas:

“... qualquer entidade, independente de qualquer complexidade e estrutura, pode ser representada por exatamente um objeto;

(...)

... operações sobre objetos complexos são possíveis sem necessitar decompor os objetos em um número de objetos simples;

(...)

... um sistema deve permitir que seus objetos sejam acessados e modificados somente através de um conjunto de operações específicas para um tipo de objeto.” (p. 181).

Acrescenta este autor ainda a necessidade de classificar os objetos em classes, generalizar os objetos agrupando diversas classes de objetos que apresentam operações comuns em superclasses e, finalmente, agregar diversos objetos formando objetos de nível semântico mais elevado chamados objetos agregados ou compostos, onde cada parte mantém sua própria funcionalidade. Observa-se, pois, que neste tipo de enfoque, a estrutura de dados - com a caracterização de todas as classes de objetos imaginados e seus interrelacionamentos - é pré-definida e hierárquica. Desta forma,

“os dados são fisicamente capturados para um sistema de objetos pela adição de feições a uma

rede singular de relacionamentos mapeados (...).” (Dangermond, 1989, p.18).

Ou seja, não se contará com o fator “novidade”. Tudo é previamente conhecido e referido a um sistema simbólico estruturado e estruturante.

3. Planos de informação independentes

O enfoque de planos de informação independentes, ou nas palavras de Dangermond (1989), nomeado como “*relational map layer approach*”¹, procura abstrair as informações ambientais em uma série de planos ou camadas independentes, cada qual representando um conjunto de feições que em seu todo compõem um temário fenomenológico. Correspondem aos tradicionais mapas temáticos de vegetação, geomorfologia, uso do solo, etc, e se encontram vinculados ao processo histórico de registro e investigação da realidade.

Cada uma destas feições, segundo Dangermond (1989), se constitui de três tipos de dados:

- dados geométricos - representam a localização espacial;
- dados topológicos - representam a rede de relações entre as feições;
- dados de atributo - descrevem as características nominais das feições.

Estes três tipos não diferem, em seus fundamentos, das características dos dados ambientais apresentadas por Xavier-da-Silva et al. (1991) e retomadas por Saito (1995), estando incluídas naquele rol a localização espaço-temporal, evolução, proximidade, e identidade. Semelhante entendimento é descrito por Aronoff (1991).

¹ Podemos entender como “*abordagem relacional por planos cartográficos*”.

As funções de análise dos SGIs são executadas com base no princípio da localização, através do qual diferentes planos de informação, constituindo cada qual um mapa temático, podem ser sobrepostos para gerar um novo plano classificatório do ambiente investigado.

Sob este aspecto, a localização enquanto princípio ordenador da razão investigatória é desdobrada operacionalmente no atributo "*coordenadas geográficas de localização*", que se comportam à semelhança dos campos-chave identificadores de uma ocorrência (registro) nos Bancos de Dados Relacionais. Isto é verdadeiro tanto nos Sistemas Geográficos *strictu-sensu*, operando com um Banco de Dados Geográfico, cujo georreferenciamento é direto, ou nos simulacros de SGIs, operando apenas com um Banco de Dados Alfanumérico do tipo Relacional, cujo georreferenciamento é indireto e utiliza, portanto, um campo nominativo explícito (cujo nome remeta a um lugar - e portanto a uma localização geográfica - conhecido, como por exemplo, o Estado do Rio de Janeiro, o Oceano Atlântico, o município de São Bernardo do Campo) como identificador da localização espacial (sobre georreferenciamento direto e indireto, ver Xavier-da-Silva et al., 1991; Saito, 1995; especificamente sobre simulação de SGI, ver Saito, 1992).

Feito este esclarecimento, é possível concordar com Dangermond (1989) quando este afirma:

"As camadas (planos) em tais sistemas são gerenciados de modo similar às relações num Sistema Gerenciador de Banco de Dados Relacional." (p. 19).

As sobreposições de planos de informação permitem, "*ad hoc*", estabelecer infundáveis e complexas relações entre os mesmos, assegurando, no entanto, a preservação do dado original. Segundo ainda Dangermond (1989):

"o conceito fundamental da abordagem por camadas de bases de dados é que as modificações e atualizações podem ser feitas independentemente nas camadas em separado, que constituem a base de dados." (p. 19).

É preciso, no entanto, ir além desta afirmação mais imediata, desenvolvendo as discussões que foram apenas levemente erigidas por Dangermond (1989) sobre a rigidez do modelo orientado a objeto contra a flexibilidade do modelo de planos cartográficos relacionais, à luz da natureza dos dados ambientais e da realidade da pesquisa científica no campo das ciências da natureza e mesmo das ciências sociais, que também se valem das vantagens tecnológicas dos SGIs.

4. Imutabilidade e Essência

Dentro do enfoque de orientação a objeto existe a necessidade de pré-definir as classes de objetos e suas formas de interação, o que leva Dangermond (1989) a questionar, talvez maliciosamente:

"se nós armazenamos uma relação 'estrada-ponte-riacho' numa base de dados porque é útil na produção de um produto cartográfico específico, então por que não armazenar uma relação 'riacho-limite de escarpa - contorno' para uma outra aplicação potencial ?" (p.19-20).

Questiona-se, portanto, a absolutização dos critérios (interesses) que norteiam a construção da estrutura de dados (modelo), alertando-se para a possibilidade de existência de múltiplas visões da realidade.

Subjacente a esta breve ilustração, subsistem na verdade princípios filosóficos acerca do conhecimento e seu processo de produção pelo homem, que devem ser analisados com maior atenção.

Quando se exige a necessidade de estruturação prévia de objetos e seus relacionamentos, *se supõe que o conhecimento é fixo e imutável, cabendo a nós apenas recapitulá-lo*. Nestes termos, pode-se estabelecer uma forte correspondência com a dualidade conceitual entre *essência* e *aparência* de Platão, retomada pelo cristianismo na Baixa Idade Média (Eco, 1983). A dualidade referida servia inclusive de fator distintivo dos atores sociais, pois, conforme nos ensina Chauí (1995), os filósofos gregos afirmavam que alguns - o espírito 'bom' - tinham acesso à verdade plena por terem podido olhar de frente para esta (a 'verdade') no passado. Outros, tiveram acesso parcial e os demais, não tiveram esta oportunidade. Mesmo os "esclarecidos", ao reencarnarem em nova vida, teriam em sua maioria esquecido dela, daí a pedagogia da argumentação, que apenas pelo poder da lógica formal permitiria o reavivamento do esquecido.

Nesta forma de conceber a realidade, a verdade, situada no exterior - os objetos -, é ahistórica e, portanto, idealizada. É este recurso ao ideal que se revivifica na orientação-a-objeto. Pré-define-se, nesta concepção, todas as classes de objetos passíveis de existir no ambiente, assim como suas formas de relação. As pesquisas que se realizarem sobre esta estrutura só virão a confirmá-la, ilustrando-a de exemplos. Não haverá lugar para um novo objeto ou o reconhecimento de novos padrões de interação entre estes, acreditando-se que o conhecimento dos fenômenos ambientais se acha consolidado.

Numa crítica não tão radical no tempo, porém não menos consequente, é a plausibilidade da vinculação destas idéias com o estruturalismo como filosofia do conhecimento. O estruturalismo pode ser caracterizado como um esforço racional que visa reconhecer uma inteligibilidade por trás das aparências, da expressão fenomênica do objeto (Boudon, 1968; Lepargneur, 1972). Nesta busca de inteligibilidade, cria-se um modelo, que fixa um conjunto de elementos distinguíveis e sua

interação, estabelecendo um sistema consistente internamente em termos de lógica operacional e que, em vista desta coerência, se perpetua enquanto idéia (Lepargneur, 1972; Eco, 1982). Umberto Eco (1982), ao caracterizar um modelo estrutural transponível, aponta três pressupostos para sua aceitação:

- a universalidade, como modelos generalizáveis;
- a perenidade, como um modelo pré-existente;
- a exclusividade, como busca da essência e única forma de explicar a realidade.

Decorre desta compreensão a afirmação de Piaget (1979) de que "*a estrutura se basta a si própria e não requer, para ser apreendida, o recurso a todas as espécies de elementos estranhos à sua natureza.*" (p. 8)

No entanto, como todo processo de modelagem do real, a busca de estruturas se faz segundo critérios racionais valorados (Bertalanffy, 1975; Eco, 1982), o que aponta para a possibilidade de se desenharem diferentes configurações para um mesmo fenômeno de acordo com os interesses que norteiam o processo cognoscitivo (O'Neil, 1988; Saito, 1996). Particularmente, no que diz respeito a fenômenos ambientais, o reconhecimento de suas características dinâmicas, transicionais (gradação de características) e dependentes de escala (possibilidade de abordagem em diferentes escalas hierárquicas), (Schumm & Lichty, 1973; Klink, 1974; O'Neil, 1988), bem como da própria complexidade dos fenômenos investigados, tem levado a uma constante revisão do conhecimento estabelecido (Carson, s/d; Gonçalves, 1988; Capra, 1994), configurando o conjunto das ciências do ambiente como das mais dinâmicas na história recente da civilização humana.

Estes esclarecimentos permitem uma análise mais adequada dos princípios de modelagens orientadas a objeto, apresentados por Egenhofer (1995) ao descrever a

propriedade de hereditariedade, conforme palavras abaixo:

“Numa hierarquia de generalização, as propriedades e os métodos de uma subclasse dependem da estrutura e propriedades da superclasse ou superclasses. (...) As operações das superclasses são compatíveis entre os objetos da superclasse e todas as suas subclasses. Toda operação sobre um objeto de uma superclasse pode ser transposto para a subclasse, embora operações definidas especificamente para a subclasse possam não ser compatíveis para os objetos da superclasse.” (p. 183)

O modelo hierárquico defendido por este autor, ao conceber que propriedades no nível superior possam ser aplicáveis ao nível inferior, concebe o primeiro como um somatório do segundo, justificando então o fluxo vertical de propriedades e operações. Desta forma, descartam-se nesse modelo duas características fundamentais da teoria de encadeamento de sistemas complexos, a **emergência** e a **restrição**, de que nos fala Morin (s/d). A emergência é a existência de propriedades únicas em cada nível hierárquico, resultante da interação organizativa das partes que, simplificada, pode ser definida como sendo **“o todo maior que as partes”**. Já a restrição é o enquadramento que a interação organizativa impõe às partes, anulando algumas de suas propriedades que se manifestariam em situações isoladas, que simplisticamente, pode ser definida como sendo **“o todo menor que as partes”**.

Nesse sentido, Egenhofer (1995), ao afirmar que o modelo orientado a objeto é superior **“porque reforça a integridade através das restrições”** (p. 186), clareia o nosso entendimento sobre as consequências desta concepção para a pesquisa ambiental: o reforço da integridade pode tornar-se uma espécie de “camisa-de-força”, no mínimo

dificultando a emergência de novas categorizações fenomênicas, recapitulando as mesmas estruturas classificatórias e operatórias uma vez concebidas.

Finalmente, o mesmo Egenhofer (1995), ao afirmar que a orientação a objeto procura modelar os objetos **“tal como os humanos os percebem na realidade”** (p. 180), está insinuando que sempre o processo de conhecimento segue os passos classificatórios da lógica formal, o que é negado desde a Gestalt até os estudos recentes sobre lógica nebulosa. Onde ficam então os procedimentos heurísticos? Mesmo Gahegan & Roberts (1988), no esforço de criarem um SGI orientado a objeto, admitem:

“Trata-se de um problema difícil a escolha da estrutura mais eficiente de armazenamento porque esta depende imensamente do tipo de consultas que serão efetuadas e faz parte da natureza dos sistemas de consulta ad hoc que estas não sejam previamente conhecidas.” (p. 107).

5. Heurística e pesquisa ambiental

A construção do conhecimento sobre o meio-ambiente tem sido feita por sucessivas análises dos dados apreendidos, à luz de concepções teóricas orientadoras do processo cognoscitivo. São estas pré-concepções que definem o processo de abstração da realidade, selecionando, no conjunto de dados provenientes do mundo real, aqueles que são relevantes para o objetivo perseguido, desprezando os demais. Ou seja, há sempre uma simplificação da realidade, segundo critérios valorados da razão. Os modelos da realidade assim constituídos têm produzido o que chamamos de conhecimento acumulado, que não significa um processo cumulativo contínuo. Observam-se muitas vezes rupturas ou “revoluções” em que os modelos são desfeitos para dar lugar a novos tipos de modelos. São as substituições de paradigmas,

conforme Kuhn (1982). Foi assim quando da mudança da concepção geocêntrica para a heliocêntrica do mundo.

Portanto, não se pode conceber que o conhecimento provém unicamente dos objetos, os quais devemos “interrogar” pela experimentação ou “registrar” pela observação rigorosamente neutra. Ao se conceber o modelo orientado a objetos, está-se, na verdade, atribuindo uma exterioridade ao processo cognoscitivo, ou seja, a “verdade” está nos objetos e não na interação sujeito-objeto.

No entanto, sendo o processo de construção do conhecimento dependente da interação sujeito-objeto, e principalmente, os objetivos e interesses da investigação que definem as formas dessa interação, é necessário reconhecer que o conhecimento não segue um método categórico. O processo de simplificação, nomeação e classificação que operamos durante a investigação são exclusivos da história social e individual, isto é, são efêmeros, temporários, por definição.

Há que se reconhecer também que os diferentes campos do conhecimento em que a ciência foi fragmentada tratam os objetos de formas diferenciadas. Embora a realidade complexa seja una, ela também é igualmente múltipla, forma um todo organizado e é passível de simplificações e fragmentações. Uma vez que cada especialista vê o mesmo objeto sob forma diferente, não se pode conceber uma estrutura única de ordenação, como a proposta na orientação a objeto. Faz-se necessário uma estrutura flexível, que permita o conflito e a cooperação destes especialistas, de modo que se produza conhecimento novo, pela superação do velho.

A identificação, classificação e ordenação são próprios do processo cognoscitivo, cuja comprovação de sua emergência e evolução desde os estágios infantis foi muito bem apresentada por Piaget (1983, 1985). É somente pela classificação e ordenação dos dados que podemos tomar

decisões acerca das ações sobre a realidade (por exemplo, classificando o espaço em diferentes classes de risco de desmoronamento e atribuindo-lhes uma ordem crescente de riscos, identificamos as áreas para as quais políticas públicas se fazem urgentes para salvaguardar a vida da população). Neste sentido, para cada tipo de dado procede-se a uma classificação e ordenação, que podem estar aferidas a uma das escalas de mensuração: nominal, ordinal, de intervalo e de razão (Xavier-da-Silva, 1992). Em termos teóricos, esta classificação e ordenação representam na verdade a instituição de um eixo abstrato classificatório, onde são lançadas as classes ou categorias de dados.

Para Xavier-da-Silva (1992), uma vez que a pesquisa ambiental, particularmente em SIGs operando sob a concepção de sobreposição de planos independentes, constitui-se numa análise combinada de diferentes tipos de dados (variáveis da pesquisa), cria-se no processo investigatório um “hiperespaço classificatório” em que diferentes planos de informação são organizados de modo a que tenham um ponto de origem comum (o mínimo de cada um dos eixos classificatórios) e gerem um espaço classificatório onde se lançará o resultado da análise feita. No entanto, em virtude dos interesses circunscrevidos e a própria necessidade de cotejar os resultados do processo investigatório com a realidade, este hiperespaço classificatório recebe ainda o adjetivo “heurístico” (Xavier-da-Silva, 1992). Não há, neste caso, objetos pré-definidos, com regras de combinação, propriedades operatórias e hierarquias estruturadas. Para cada situação ou problema, riscos de enchente, potencial turístico, riscos de epidemia de cólera ou dengue, diferentes variáveis ou planos de informação concorrem com importância relativizada. O conhecimento é construído *ad hoc*, e os critérios norteadores do processo cognoscitivo podem vir a ser explicitados, de modo a se construir modelos que podem ou não servir de pontos de partida para

investigações futuras. O pesquisador move-se pelas variáveis em contínua dúvida sobre seu papel, podendo inclusive, verificar novas formas de interação insuspeitadas. Por exemplo, um mesmo conjunto de dados sobre vegetação permite diferentes agrupamentos (maior ou menor número de classes criadas) e diferentes ordenações, se for utilizado para avaliar a contribuição para o turismo, risco de desmoronamento ou potencial agropecuário. No último caso, justamente as áreas de vegetação rasteira terão maior preferência apresentando mesmo, possivelmente, uma hierarquização invertida com relação aos dois primeiros objetivos.

A título de ilustração, ainda com base nas argumentações teóricas apresentadas em Xavier-da-Silva (1992), apresenta-se a seguir uma representação do que seria o hiperespaço heurístico, na concepção deste autor, de forma simplificada, com três parâmetros apenas, devido à natural dificuldade de percepção visual de visualizar mais de três dimensões, utilizando como parâmetros o solo, declividade e vegetação para investigação das áreas de risco de desmoronamento (Figura 1).

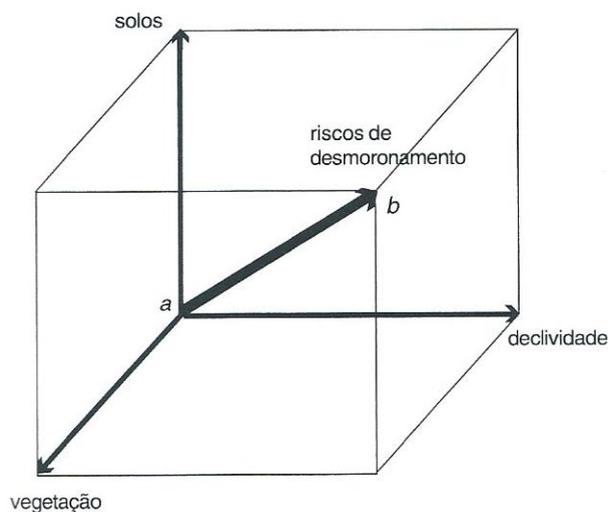


Figura 1. Hiperespaço classificatório heurístico

A abstração acima configurada cria um espaço classificatório que comporta um eixo único (eixo a-b) que vai de um mínimo a um máximo em termos de possibilidades de associação do conjunto de parâmetros com o evento de interesse (no caso, riscos de desmoronamento), sendo único para cada investigação proposta. Se este eixo for suficientemente subdividido em classes (0 a 100, por exemplo) poderá representar uma possível ordenação de cada associação de classes encontrada no estudo em andamento. Podem, assim, ser minimizadas, em casos reais de análise ambiental, as possibilidades de colisão (mesma posição projetada no eixo) entre pontos opostos em relação ao eixo ordenador, pontos estes definidos por suas coordenadas x, y e z (Xavier-da-Silva, 1992).

Outro aspecto a se ressaltar, com base na ilustração apresentada, é que a forma geométrica do espaço classificatório (neste exemplo com apenas três parâmetros) só será regular (forma de um cubo) se cada parâmetro contribuir igualmente para o evento investigado. Ao se lançar uma valorização diferenciada de um parâmetro com relação aos outros (maior peso ou contribuição de um fator para a concorrência do fenômeno) a forma geométrica será deformada, ficando a extensão de cada eixo classificador proporcional à sua contribuição (peso) estimada do respectivo parâmetro.

No entanto, lembramos que este modelo de hiperespaço heurístico pressupõe a ação independente das variáveis, o que não corresponde à realidade, exigindo, portanto, um esforço de relativização das contribuições de cada parâmetro ao resultado investigado. Isso não invalida o procedimento, e o fazer científico se constrói e evolui através da explicitação dos pressupostos metodológicos e o debate franco, de modo a não nos tornarmos, no caso dos SGIs, usuários ingênuos de uma metodologia tecnologizada, e reproduzimos seu uso mecanicamente. A margem de erro associável à premissa de

independência pode ser considerada não removível dado o estágio de conhecimento atual sobre os processos intrínsecos e as interações entre parâmetros ambientais. Seria lógico, razoável, invalidar este procedimento de aprendizagem sobre estas mesmas interações em nome de um suposto rigor de tratamento numérico dos dados? A lógica de ordenação das possibilidades de ocorrência do evento parece mantida com esta estrutura de investigação. Utilizando uma escala ordinal detalhada é razoável que esta estrutura de classificação se insira no conjunto de tratamento de dados que usam a chamada ***lógica nebulosa*** (Xavier-da-Silva, 1992 e 1995). É esta lógica que hoje ganha destaque crescente, como subsidiária do processo de construção do conhecimento, à medida que se reconhece ser a ciência muito mais imprecisa do que ela pretende ser (Moles, 1995), não só pela natureza da ciência e da relação sujeito-objeto, mas também pelo próprio estágio de desenvolvimento da ciência, em que se admite ainda muitas lacunas e equívocos no conhecimento por ela erigido.

Apenas a título de informação, pode-se dizer que a corporificação em tecnologia de muitas destas posições conceituais e metodológicas pode ser encontrada no Sistema Geográfico de Informação S.A.G.A./UFRJ.

Considerações Finais

Procurou-se aqui apresentar reflexões que tem por objetivo central chamar a atenção, de todos aqueles que lidam, direta ou indiretamente, com Sistemas Geográficos de Informação, sobre os riscos de uma modelagem rígida, seja em bases conceituais, gráficas ou estatísticas, do meio-ambiente. A rigidez, neste caso, sob o manto da “última novidade científica” ou, apenas, do “rigor matemático”, pode acabar prejudicando a compreensão da complexidade e dinamismo dos processos ambientais, graças a um aprisionamento da realidade em esquemas pré-concebidos.

Acabam, assim, ao invés de formar conhecimentos da realidade, conformando-a.

A complexidade da realidade ambiental e o estágio de nosso conhecimento acerca dela exigem, no mínimo, como prudência, o reconhecimento de que procedimentos heurísticos, flexíveis, oferecem contribuição para esta caminhada. Mais importante se torna este alerta tendo em vista o estágio atual da pesquisa científica, em que muitos confundem ciência com tecnologia, e só realizando ciência através da e ditada pela tecnologia. Neste sentido, exige-se de qualquer pesquisador da área ambiental, e mesmo de usuários de SGIs que atuam na área de diagnóstico e planejamento, que tenha consciência dos pressupostos e implicações da modelagem adotada. É o que procuramos evidenciar, ao criticar a concepção de orientação a objeto e apresentar ressalvas quanto à concepção de planos independentes de informação.

Para concluir, trago as palavras de Gonçalves (1988):

“A ciência se move do conhecido para o desconhecido, tentando revelar as regularidades, as leis, os processos que se acham por trás das aparências. Para os gregos, método significava caminho a ser seguido. Qual o caminho, o método, que nos conduz ao desconhecido? Eis o paradoxo” (p.12).

Bibliografia

- ARONOFF, S. *Geographic Information System: a management perspective*. Ottawa, WDL Publications, 1991.
- BERTALANFFY, Ludwig von. *Teoria Geral de Sistemas*. Petrópolis, Vozes, 1975.
- BOUDON, R. *A quoi sert la notion de “structure” - Essai sur la signification de la notion de*

- structure dans les sciences humaines*. Paris, Gallinanrd, 1968.
- CAPRA, Fritjof. *O Ponto de Mutação*. São Paulo, Cultrix, 1994.
- CARSON, Rachel. *Primavera Silenciosa*. São Paulo, Melhoramentos, s/d.
- CHAUÍ, Marilena. *Convite à Filosofia*. São Paulo, Ática, 1995.
- DANGERMOND, Jack. GIS Data Structures: objects vs. layers. In: *The GIS Sourcebook*. Colorado, GIS World Inc., 1989.
- ECO, Umberto. *A estrutura ausente*. São Paulo, Perspectiva, 1982.
- _____. *O Nome da Rosa*. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1983.
- EGENHOFER, Max J. Object-oriented GISs: the principles. *Anais do III Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento*. São Paulo: 1995. p.175-203.
- GAHEGAN, M.N. & ROBERTS, S.A. An Intelligent object-oriented geographical information system. *International Journal of Geographical Information Systems*, 2(2):101-110, 1988.
- GONÇALVES, Carlos Walter Porto. Possibilidades e limites da ciência e da técnica diante da questão ambiental. *Revista GEOSUL*, 3(5):7-40, 1988.
- KLINK, H.J. *Geoecology and natural regionalization - bases for environmental research*. Applied Sciences and Development v.4: p.48-74, 1974.
- LEPARGNEUR, Hubert. *Introdução aos Estruturalismos*. São Paulo, Ed. Herder/USP, 1972.
- KUHN, T.S. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Perspectiva, São Paulo, 1982.
- MOLES, Abraham A. *As Ciências do Impreciso*. Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 1995.
- MORIN, Edgar. *O método I - a natureza da natureza*. Ed. Europa-América (Portugal), s/d.
- O'NEILL, Robert. Hierarchy theory and global change. In: ROSSWALL, T.; WOODMANSEE, R.G. & RISSER, P.G. (editor). *Scales and global change*. John Wiley & Sons, 1988, pp.29-45.
- PIAGET, Jean. *O Estruturalismo*. São Paulo, Difusão Européia do Livro, 1979.
- _____. *A epistemologia genética*. São Paulo, Abril Cultural, 1983.
- _____. *Seis estudos de psicologia*. Rio de Janeiro, Forense-Universitária, 1985.
- PINTO, A. V. *Ciência e Existência*. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1979.
- RICH, E. *Inteligência Artificial*. McGraw-Hill, São Paulo, 1988.
- SAITO, Carlos H. *Organização & Método para planejamento urbano: improvisando um SGI com um banco de dados convencional*. 44a. Reunião Anual da SBPC, São Paulo, 1992.
- _____. Geoprocessamento e pesquisa ambiental: da dependência tecnológica ao desafio metodológico. *Revista Sociedade & Natureza*, 7(13 e 14):19-24, 1995.
- _____. O Estruturalismo na Ecologia da Paisagem. *Revista Brasileira de Ecologia*, 1(1), 1997 (no prelo).
- SANTIAGO, S. H. M. & SAITO, C. H. Quatro temas sobre o formalismo e a dialética na ciência em Alvaro Vieira Pinto. *Scientia (UNISINOS)*, 7(1):45-58, 1996.
- SCHUMM, S.A. & LICHTY, R.W. Tempo, espaço e causalidade em Geomorfologia.

Not. Geomorfol., Campinas, 13(25):43-62, jun.1973.

XAVIER-SA-SILVA, Jorge. Geoprocessamento e Análise Ambiental. *Revista Brasileira de Geografia*, 54(3):47-61, jul/set, 1992.

_____. A pesquisa ambiental no Brasil: uma visão crítica. In: BECKER, B; CHRISTOFOLLETI, A.; DAVIDOVICH, F. & GEIGER, P. *Geografia e Meio-Ambiente no Brasil*. São Paulo, HUCITEC, 1995, p.346-370.

XAVIER-DA-SILVA, J.; SAITO, C.H.; BRAGA-FILHO, J.R.; OLIVEIRA, O.M. & PINHEIRO, N.F. Um banco de dados ambientais para a Amazônia. *Revista Brasileira de Geografia* 53(3):91-124, 1991.w