

## **Dados ambientais em sistemas de informação geográfica: da aglutinação à desnaturação**

Carlos Hiroo Saito<sup>1</sup>

Ana Paula Ferreira de Carvalho<sup>2</sup>

Osmar Abílio de Carvalho-Junior<sup>3</sup>

Laércio Leonel Leite<sup>4</sup>

### **Resumo**

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), como qualquer instrumento, sofrem limitações impostas pela concepção de pesquisa proposta e a forma de organização da base de dados. Para evidenciar a influência da estrutura de dados no resultado das análises nos SIGs, tomamos como exemplo dados sobre áreas de preservação permanente para a Bacia do Ribeirão do Gama (DF), Brasil, e procedemos a algumas simulações com diferentes graus de aglutinação de dados. Conclui-se que, em virtude das propriedades da hierarquia dos sistemas, uma base de dados que parta inicialmente de uma aglutinação de dados leva a uma perda de informação e, portanto, de poder diagnóstico.

**Palavras-chave:** Sistemas de Informação Geográfica, Dados ambientais, Hierarquia de sistemas

---

<sup>1</sup> Professor do Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília (saito@unb.br).

<sup>2</sup> Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade de Brasília

<sup>3</sup> Professor Substituto junto ao Departamento de Geografia, Universidade de Brasília

<sup>4</sup> Professor da Universidade Católica de Brasília – Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Gestão Ambiental

## **Abstract**

The Geographic Information Systems (GIS) are submitted to limitations posed by the research conceptions and their database organization structure. The objective of this study is to demonstrate the influence of the database structure in the environmental analysis by GIS. As example, permanent preservation areas in Ribeirão do Gama Watershed (DF), Brazil, are analysed by simulations of different level of data agglutination. It is possible to conclude, based on hierarchical systems theory, that a database produced by an initial data agglutination process leads to a loss of information and diagnosis capacity.

**Key-words:** Geographic Information Systems, Environmental data, hierarchical systems theory

## **Introdução**

O incremento populacional e a conseqüente expansão urbana, aliada à busca de novas fronteiras pelos setores dominantes da economia tem levado a uma ocupação “desordenada” do espaço, com sérias conseqüências ambientais como a erosão acelerada das margens dos rios, poluição das águas, perda de fertilidade do solo, entre outras.

A crescente consciência dos problemas ecológicos tem levado à formulação de diversas leis de preservação do meio ambiente e à realização de diagnósticos e prognósticos que permitam orientar políticas de ocupação racional do espaço. O próprio impacto negativo que estes problemas ambientais tem gerado para as atividades produtivas tem levado a que setores economicamente dominantes na nossa sociedade assumam também o discurso da necessidade de planejar e gerir racionalmente os recursos naturais. Assim, a natureza passa a ser revalorizada como um “capital de realização futura” e a “sustentabilidade” passa a adquirir *status* de paradigma do consenso (Saito, 1997c).

Neste contexto, muitos órgãos públicos tem se ocupado da aquisição e sistematização de dados ambientais, de forma a produzir diagnósticos e traçar cenários que permitam subsidiar as ações políticas com ares de “racionalidade”. São estas políticas que hoje recebem a denominação de “gestão ambiental”, tanto pelo estímulo a alguns processos de uso e ocupação do solo, como pela coibição de atividades conflitivas ou degradadoras.

A necessidade de gerir o espaço - o que implica em conhecimento dos processos ambientais em curso - contribuiu para o desenvolvimento dos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), apoiados em tecnologia computacional, que se destinam à entrada, armazenamento, tratamento e exibição de dados espacializados (Tomlinson & Boyle, 1971; Teixeira *et al.*, 1992; Xavier-da-Silva, 1992; Rosa & Brito, 1996). Os SIGs conseguiram rápida disseminação em virtude da sua velocidade e enorme capacidade de manipulação dos dados, que lhe conferem o status de sistemas de apoio à decisão, além do fato de possibilitarem a produção de diversos mapas temáticos resultantes das análises com acabamento visual de alta qualidade.

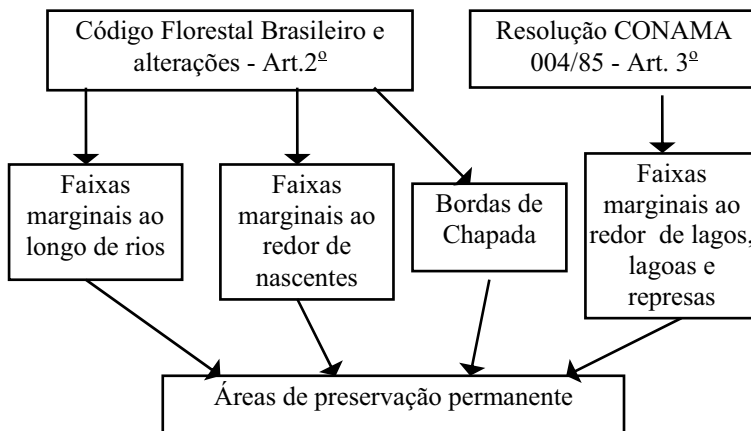
No entanto, o fascínio pelos SIGs pode levar a um apego “cego” à nova tecnologia (“fetichização da tecnologia”) por parte dos diversos usuários, na crença de que basta promover a entrada de dados e o SIG produzirá as respostas desejadas, obscurecendo a necessidade de um domínio e constante reflexão conceitual e metodológica acerca dos problemas ambientais (Saito, 1995). Um dos itens fundamentais dessa reflexão sobre o trabalho investigativo refere-se à modelagem dos dados ambientais, como parte do processo de planejamento da pesquisa a ser executada. Dependendo da forma como os dados forem dimensionados e armazenados, surgirão limitações quanto às possibilidades de análise. Portanto, o objetivo deste trabalho é apresentar algumas reflexões sobre a importância da qualidade dos dados ambientais no planejamento e gestão do espaço, analisando as implicações da aglutinação de dados em categorias mais abrangentes para os processos investigativos sobre a realidade ambiental.

## **Metodologia**

A manutenção de florestas e de outras formas de vegetação natural, como áreas de preservação permanente, está prevista na legislação ambiental brasileira (Lei no 4.771/65 – Novo Código Florestal, Lei 7803/89, Resolução do CONAMA nº 04/85 e Medida Provisória nº 1.605-30, de 19/11/98, que deu nova redação ao artigo 3º do Código Florestal). São consideradas áreas de preservação permanente (APP) as florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto, ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios de água naturais ou artificiais; nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados olhos d'água, no topo de morros, montes, montanhas e serras; nas encostas ou partes destas com declividade superior a 45º, equivalente a 100% na linha de maior declive; nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangue; nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais; e em altitudes superiores a 1.800 (mil e oitocentos) metros. Também, por ato do Poder Público, podem ser declaradas áreas de preservação permanente a vegetação natural destinada a: atenuar a erosão das terras; fixar dunas; formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias; auxiliar a defesa do território nacional, a critério das autoridades militares; proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico; asilar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção; manter o ambiente necessário à vida das populações silvícolas; e a assegurar condições de bem estar público. Para fins deste trabalho, limitaremos as áreas de preservação permanente apenas às faixas marginais de rios, nascentes, lagos, lagoas, represas e bordas de chapadas, conforme Figura 1.

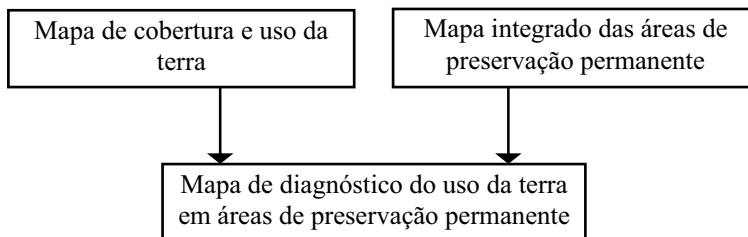
Técnicas de geoprocessamento e de sensoriamento remoto constituem-se em importantes ferramentas que podem ser aplicadas para delimitar e acompanhar a evolução do uso da terra nas áreas de preservação permanente. É importante lembrarmos, no entanto,

que o planejamento da estrutura de armazenamento dos dados ambientais é fundamental e determina os tipos de mapas que podem ser gerados pelos SIGs, bem como as informações que podem ser obtidas a partir da análise dos dados através de geoprocessamento. Para atender aos objetivos de refletir sobre a qualidade de dados ambientais em SIGs, elaboraremos, neste trabalho, três possíveis cenários de armazenamento de dados sobre áreas de preservação permanente e avaliaremos as possibilidades que cada cenário oferece para responder a doze perguntas que julgamos relevantes neste contexto.



**FIGURA 1:** Diagrama dos procedimentos para delimitação das áreas de preservação permanente.

O primeiro cenário parte de um mapa das áreas de preservação permanente sem apresentar uma discriminação interna (Figura 2). O mapa final objetivado é obtido a partir do cruzamento de dois mapas iniciais - o mapa de cobertura e uso da terra e o mapa de áreas de preservação permanente. Constituem estes dois os mapas primários.

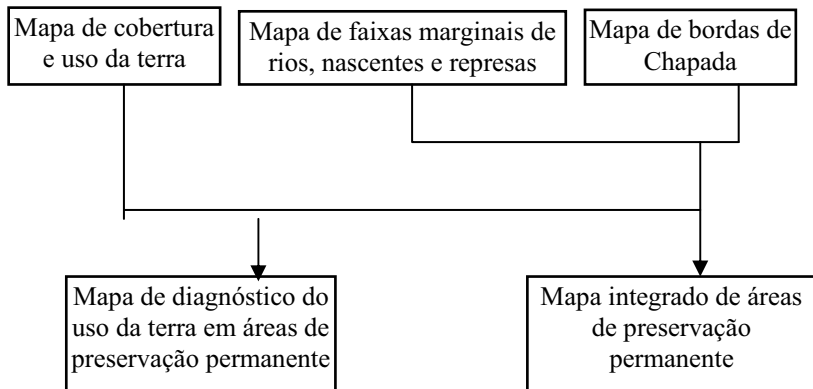


**FIGURA 2:** Estrutura de dados e de análise (cenário 1).

O segundo cenário parte de dois mapas, um de faixas marginais de rios, nascentes e represas, e um de bordas de chapada, cujo cruzamento resultará no mapa das áreas de preservação permanente do primeiro cenário (Figura 3). Neste caso, são considerados como mapas primários, além do mapa de cobertura e uso da terra, o mapa das faixas marginais de rios e nascentes e o mapa de bordas de chapada, pelo fato destes últimos terem sido gerados separadamente, e terem, por sobreposição, produzido um novo mapa que é o de áreas de preservação permanente. Isto se deve ao fato de, ao não se dispor de um mapa inicial de áreas de preservação permanente, sermos obrigado a produzir tal mapa a partir do que a legislação prevê. Neste sentido, o artigo 2º do Código Florestal Brasileiro define a largura das faixas marginais de rios e nascentes segundo suas características, e que podem facilmente ser demarcadas pelo SIG a partir do traçado de rios e a localização de nascentes em mapas digitais.

Quanto ao mapa de bordas de chapada, a legislação é menos precisa na sua definição (foi regulamentado pela Lei 7803/89 que estabelece como áreas de preservação faixas com largura mínima de 100m a partir da linha de ruptura do relevo nas bordas de chapada sem definir, no entanto, o que é uma linha de ruptura). Além disso, os procedimentos para sua delimitação não são tão imediatos como no caso das faixas marginais de rios e nascentes, pois trata-se não de questões puramente topológicas mas

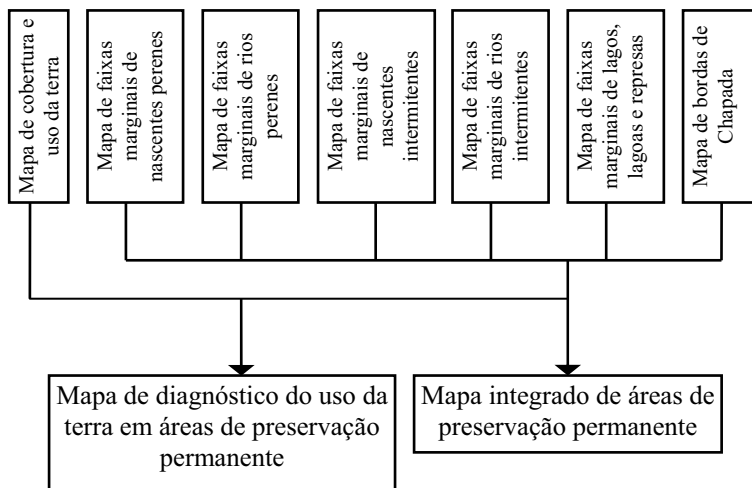
principalmente topográficas, requerendo o apoio de um mapa de declividade. Assim, Ferreira (1998) sugere a utilização do conceito de ruptura de declive de Christofolletti (1980), que coincide com o(s) ponto(s) de inflexão da vertente, e o estabelecimento de uma faixa de 50m ao redor desses pontos, de modo a se assegurar a faixa mínima de 100m prevista na legislação. Foi seguindo estes critérios que Ferreira (1998) gerou o mapa de bordas de chapada para a área da Bacia do Ribeirão do Gama (DF), Brasil, aqui utilizado para fins de ilustração.



**FIGURA 3:** Estrutura de dados e de análise (cenário 2).

O terceiro cenário parte de vários mapas temáticos, cada qual representando as diferentes áreas de preservação permanente definidas em lei (faixas marginais de rios perenes, faixas marginais de nascentes perenes, faixas marginais de rios intermitentes, faixas marginais de nascentes intermitentes, faixas marginais de lagos, represas e lagoas, e bordas de chapada), que combinados, formam o mapa das áreas de preservação permanente do primeiro cenário (Figura 4). Neste caso, além das bordas de chapada terem sido identificadas separadamente pela especificidade, constituindo

portanto um mapa temático à parte, todos os demais tipos de áreas de preservação permanente foram particularizados em mapas temáticos específicos, caracterizando-se como variáveis independentes para fins de análise. O mapa integrado de áreas de preservação permanente passa a ser um produto do cruzamento destes que são, neste cenário, os dados primários da investigação.



**FIGURA 4:** Estrutura de dados e análise (cenário 3).

Em cada cenário serão discutidos os limites e possibilidades de análise em um SIG a partir da tentativa em responder a 12 perguntas formuladas com o objetivo de efetuar um diagnóstico das formas de uso e ocupação do solo visando a tomada de decisão. As 12 perguntas são:

1. Qual a extensão total das áreas de preservação permanente?
2. Qual o percentual das áreas de preservação permanente efetivamente preservadas?



3. Que tipo de atividades antrópicas ocupam áreas de preservação permanente?
4. Qual o tipo de atividade antrópica que mais avança sobre as áreas de preservação permanente?
5. Qual a área total de preservação das bordas de chapada?
6. Qual a área total de preservação das faixas marginais de rios?
7. Destas faixas marginais de rios, quanto se refere a rios perenes e quanto se refere a rios intermitentes?
8. Qual a área total de preservação das faixas marginais de lagos, lagoas e represas?
9. Qual a área total de preservação das faixas marginais de nascentes?
10. Qual a categoria de áreas de preservação permanente mais afetada pelas atividades antrópicas?
11. Será que os cultivos avançam mais em áreas de nascente do que ao longo dos rios?
12. A urbanização se expande mais sobre que tipo de área?

Os conceitos de "aglutinação" e a metáfora da "desnaturação" de dados ambientais discutidos em Saito (1995), serão retomados neste ensaio e os dados sobre o uso da terra em áreas de preservação permanente, para ilustrar a discussão proposta, serão extraídos e adaptados da dissertação de mestrado apresentada ao Departamento de Ecologia da Universidade de Brasília por um dos autores (Ferreira, 1998). Naquele estudo, Ferreira buscou avaliar e quantificar os diferentes tipos de uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia do ribeirão do Gama, no Distrito Federal, que compreende áreas de preservação, áreas urbanizadas e áreas agrícolas, cuja foz apresenta expressiva deposição de sedimentos (assoreamento), um problema crônico nesta unidade da federação (GDF, 1996). Essa bacia ocupa 137 km<sup>2</sup> e está localizada a sudoeste do centro de Brasília, na zona suburbana da cidade (Figura 5).

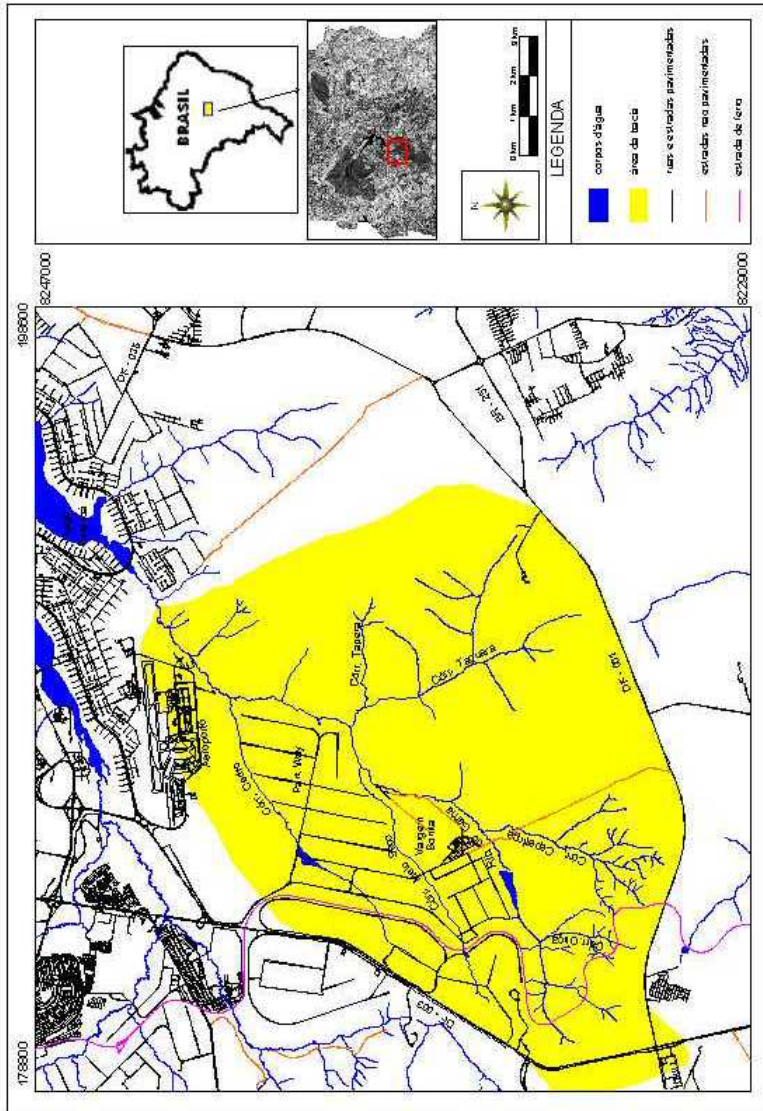


FIGURA 5: Localização da área de estudo.

## **Aglutinação dos dados nos cenários 1 e 2: as perguntas que podem ser respondidas**

A aglutinação dos dados é uma tendência até certo ponto corrente na condução de pesquisas e trabalhos técnicos de gestão do espaço, justificada segundo os seguintes pontos:

- 1) atendem às necessidades do trabalho;
- 2) representam economia de tempo e espaço de armazenamento de dados.

No exemplo aqui tratado, em ambos os cenários 1 (Figura 2) e 2 (Figura 3), o objetivo final é a obtenção de um mapa que retrate as diferentes formas de uso da terra nas áreas de preservação permanente. Neste sentido, uma vez que toda a atividade do diagnóstico ambiental requer que sua finalidade explícita seja alcançada, a aglutinação dos dados não constitui, à primeira vista, um problema para esta situação.

Baseado na Tabela 1, confeccionada a partir do cálculo de extensão das classes de legenda do mapa proporcionado pelo SIG, obtemos a informação de que 113,45 ha (12,99%) de um total de 873,36 ha de áreas de preservação permanente são ocupados por atividades antrópicas (pergunta 1). Assim, temos, para esta região, 87,01% das áreas de preservação permanente preservadas (pergunta 2). Dentre as atividades antrópicas existentes na área, os dados permitem apontar as seguintes: vegetação de substituição da vegetação nativa, tais como jardins, pomares e hortas (Ferreira, 1998), cultivos e pastagens, exposição de solos constituída por áreas de empréstimo de terra, aterro e cascalheira, e urbanização (pergunta 3). Podemos inclusive reconhecer que, dentre as atividades antrópicas, a urbanização se destaca sobre as demais no que tange à ocupação dos sítios delimitados como áreas de preservação permanente (pergunta 4).

**TABELA 1: Uso da terra em áreas de preservação permanente (extraído de Ferreira, 1998).**

Uso da terra	áreas de preservação permanente (ha)	
Campo	373,53	(42,77%)
Campo Cerrado	10,08	(01,15%)
Cerrado	0,15	(00,01%)
Cerradão	-----	-----
Mata de galeria	357,32	(40,91%)
Campo úmido	18,83	(02,16%)
Veg. subst. veg. nativa	22,59	(02,59%)
Reflorestamento	-----	-----
Cultivos e Pastagens	22,93	(02,63%)
Solo exposto	18,94	(02,17%)
Urbano	48,99	(05,61%)
TOTAL	873,36	(100,00%)

No cenário 2, apoiado na Tabela 2, ainda podemos quantificar a área total de preservação permanente constituída por bordas de chapada, que totaliza 229,22 ha (26,25% do total de áreas de preservação permanente - pergunta 5). Podemos, neste cenário, verificar que os cultivos e pastagens ocupam preferencialmente as bordas de chapada (12,77 ha) em relação às demais categorias de áreas de preservação permanente, onde avança sobre uma área de 10,16 ha.

Em todos estes casos (cenários 1 e 2), os mapas iniciais, expressando os dados primários para esta situação, constituem apenas elementos que concorrerão para a obtenção do resultado final, objetivando o diagnóstico proposto. A metodologia é reconhecida como sendo adequada, uma vez que permitiu alcançar, com sucesso, os objetivos que se resumem, nestes casos, a expressar cartograficamente a ocupação das áreas de preservação permanente por atividades antrópicas, e discriminando-as segundo as suas diferentes classes, tal que se identifique aquela classe que

mais contribui para o descumprimento da legislação ambiental na área de estudo.

**TABELA 2: Uso da terra em faixas marginais de rios, nascentes e represas e em bordas de chapada (extraído de Ferreira, 1998).**

Uso da terra	faixas marginais de rios, nascentes e represas		bordas de chapada		áreas de preservação permanente	
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
Campo	189,78	29,47	183,75	80,17	373,53	42,77
Campo Cerrado	9,92	1,54	0,16	0,06	10,08	1,15
Cerrado	0,15	0,02	-----	-----	0,15	0,01
Cerradão	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Mata de galeria	349,52	54,26	7,80	3,40	357,32	40,91
Campo úmido	18,83	2,92	-----	-----	18,83	2,16
Veg.subst.veg.nativa	14,79	2,30	7,80	3,40	22,59	2,59
Reflorestamento	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Cultivos e Pastagens	10,16	1,58	12,77	5,58	22,93	2,63
Solo exposto	9,35	1,45	9,59	4,18	18,94	2,17
Urbano	41,64	6,46	7,35	3,21	48,99	5,61
TOTAL	644,14	100,00	229,22	100,00	873,36	100,00

### **Desnaturação de dados nos cenários 1 e 2: as perguntas que não podem ser respondidas**

Para planejamento e gestão do território é preciso conhecer a dinâmica de ocupação/ação antrópica, em suas diferentes modalidades. Isto porque não apenas as decisões políticas dependem da natureza da atividade humana como também a forma e o grau de impacto diferem de uma atividade para outra. Conforme Machado *et al.* (1997), é possível atribuir diferentes classes ou níveis de impacto potencial sobre o meio ambiente para urbanização, agricultura, pastagens, reflorestamento, bem como

diferentes custos de reversibilidade das ações antrópicas para cada uma dessas classes de atividade.

Além deste fato, as diferentes modalidades de ações antrópicas apresentam tendências diferenciadas de ocupação do espaço, dependendo de sua natureza e requisitos. Assim, Ferreira (1998) diagnostica para a Bacia do Ribeirão do Gama (DF), entre outras, tendência de ocupação preferencial das faixas marginais de nascentes perenes e ao redor de lagos, lagoas e represas pelas atividades urbanas, e das faixas marginais de rios perenes e bordas de chapada por atividades de cultivo e pastagens.

Baseado neste conhecimento, formulamos as perguntas de 5 a 12 que acreditamos serem importantes de vermos respondidas para que o diagnóstico proposto para a área de estudo possa ser um instrumento efetivo de apoio à decisão. Partindo da base de dados estruturada nos cenários 1 (Figura 2) e 2 (Figura 3) anteriormente apresentada, procederemos à análise quanto a possibilidade de atender a esta demanda de informação.

As perguntas acima referidas não podem ser respondidas, na sua integralidade, segundo a estruturação de dados feita nos cenários 1 e 2 porque, em ambas as situações, os dados primários foram aglutinados num nível hierárquico superior (áreas de preservação permanente), que acaba por vedar o acesso ao estado original. A única ressalva a ser feita é que no cenário 2 é possível responder a pergunta 5, conforme já apresentado, e discriminar as bordas de chapada na tentativa de responder, de forma apenas parcial e incipiente, as perguntas 10, 11 e 12.

Como dissemos anteriormente, estas formas de estruturação não podem ser consideradas errôneas do ponto de vista do atendimento aos objetivos do diagnóstico, haja vista que as perguntas formuladas para aquele fim (perguntas de 1 a 4) podem ser perfeitamente respondidas por estas estruturas. Mas podemos ponderar que se trata de uma concepção imediatista que, ao privilegiar os objetivos da investigação em andamento leva ao que Saito (1995) chama de “desnaturação” dos dados ambientais, por processos de aglutinação e categorização, que acabam por torná-los

inutilizáveis para pesquisas futuras e desperdiçam assim os recursos gastos no seu inventário.

A metáfora da desnaturação, utilizada por Saito (1995), e retomada aqui, é extraída do processo de desnaturação de proteínas, por ação externa como o calor, por exemplo, em que as proteínas tem sua conformação espacial alterada e que, uma vez assim procedido, não se pode mais retornar à conformação original. Ou seja, a reação é unidirecional e irreversível - os dados desagregados permitem uma agregação futura, mas uma vez agregados, não é possível desagregá-los novamente, residindo aí a sustentação lógica de todo e qualquer esforço taxonômico (Saito, 1997b). Na alegoria metafórica aqui empregada, os dados, ao sofrerem aglutinação e totalizações e daí serem elevados à categoria de novo dado “básico” ou “primário”, perdem de vez os elementos informacionais do estado anterior de desagregação. Depois que as faixas marginais de rios, nascentes, lagos, lagoas e represas, e as bordas de chapada forem aglutinadas numa única legenda de áreas de preservação permanente, não se tem como identificar os limites de cada uma das faixas marginais ou bordas de chapada, porque acabam se constituindo em faixas contíguas e muitas vezes até com faixas de sobreposição entre uma faixa marginal e outra, ou entre faixas marginais e bordas de chapada.

O problema da perda de informação devido à aglutinação já foi objeto de comentário em Xavier-da-Silva *et al.* (1991) e Saito (1995) ao se analisar como as agregações de legenda do mapa de vegetação do RADAMBRASIL em escala de 1:250.000 prejudicaram a tentativa de estabelecimento de correlações entre as formações vegetais particulares e outras variáveis, bem como de reconhecimento da distribuição espacial de espécies vegetais presentes de forma marcante em cada uma destas formações. Também em Saito (1997b) encontramos breves reflexões sobre as conseqüências da agregação/desagregação de dados ambientais ao abordar metodologicamente o diagnóstico da concorrência espacial de poluentes atmosféricos de origem industrial e seus efeitos sobre a saúde populacional.

Em todas estas situações analisadas, a aglutinação de dados leva a uma perda de informação e ao aprisionamento das possibilidades de investigação às mesmas perguntas feitas no passado, aos mesmos interesses que as nortearam, e é por causa desta característica dos processos de “desnaturação” de dados ambientais que não podemos responder as perguntas anteriormente formuladas (5 a 12) sobre as tendências de cobertura e uso da terra nas áreas de preservação permanente da Bacia do Ribeirão do Gama (DF).

### **Preservação dos dados no cenário 3: como responder as perguntas necessárias?**

Analisando a estrutura de dados projetada no cenário 3 (Figura 4), e a Tabela 3 confeccionada a partir da base de dados geocodificado no SIG com esta estrutura, observamos que todas as 12 perguntas feitas anteriormente passam a ter respostas, permitindo chegar às análises conclusivas que encontramos em Ferreira (1998).

Além das primeiras 5 perguntas já respondidas nos cenários 1 e 2, cuja capacidade este cenário 3 incorpora, podemos ainda informar que a área total das faixas marginais de rios constituem 558,72 ha, correspondendo a 63,97% do total de áreas de preservação permanente (pergunta 6). Desta área, 484,57 ha (86,73%) pertencem a faixas marginais de rios perenes e 74,15 ha a faixas marginais de rios intermitentes (pergunta 7). Temos ainda o equivalente a 21,09 ha de faixas marginais de lagos, lagoas e represas (pergunta 8) e um total de 64,36 ha de faixas marginais de nascentes, englobando as nascentes perenes e intermitentes (pergunta 9).

Analisando a Tabela 4, construída a partir de reestruturação da Tabela 3, podemos concluir que as faixas marginais de lagos, lagoas e represas são as mais degradadas por atividades antrópicas, que ocupam 13,89 ha do seu total, correspondendo a 65,86% (pergunta 10). As faixas marginais de



**TABELA 3: Uso da terra em diferentes categorias de áreas de preservação permanente (extraído de Ferreira, 1998).**

Uso da terra	faixas marginais de nascentes perenes		faixas marginais de nascentes intermitentes		faixas marginais de rios perenes		faixas marginais de rios intermitentes		faixas marginais de lagos, lagoas e represas		bordas de chapada	
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
Campo	15,02	47,07	25,35	78,12	92,29	19,05	54,56	73,57	2,56	12,14	183,75	80,17
Campo Cerrado	4,55	14,25	-----	-----	5,37	1,11	-----	-----	-----	-----	0,16	00,06
Cerrado	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0,15	00,72	-----	-----
Cerradão	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Mata de galeria	7,41	23,22	0,81	2,50	331,50	68,41	9,63	12,99	0,17	00,82	7,80	03,40
Campo úmido	-----	-----	-----	-----	14,52	3,00	-----	-----	4,31	20,44	-----	-----
Veg.subst.veg.nat	-----	-----	0,78	2,40	11,96	2,47	1,78	2,40	0,27	01,28	7,80	03,40
Reflorestamento	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Cultiv. e Pastag.	0,81	2,54	-----	-----	9,35	1,93	-----	-----	-----	-----	12,77	05,58
Solo exposto	0,79	2,48	3,21	9,89	1,72	0,35	2,31	3,12	1,32	06,27	9,59	04,18
Urbano	3,33	10,44	2,30	7,09	17,84	3,68	5,87	7,92	12,30	58,33	7,35	03,21
TOTAL	31,91	100,00	32,45	100,00	484,55	100,00	74,15	100,00	21,08	100,00	229,22	100,00

nascentes intermitentes também merecem atenção, uma vez que 6,29 ha (19,38%) de sua área foram ocupadas por atividades antrópicas (Tabela 4). Identificamos também que os cultivos e pastagens, totalizando 22,93 ha, ocupam preferencialmente as bordas de chapada (12,77 ha, correspondendo a 55,69% do total de áreas de cultivo e pastagens) e as faixas marginais de rios perenes (9,35 ha, correspondendo a 40,78% do total de áreas de cultivo e pastagens).

**TABELA 4: Ocupação das áreas de preservação permanente por atividades antrópicas (extraído de Ferreira, 1998).**

Categorias de áreas de preservação permanente	área ocupada pelas atividades antrópicas (ha)	total da área de preservação permanente (ha)	percentual da área ocupada pela atividade antrópica em relação à área total de preservação permanente
Faixas marginais de nascentes perenes	4,93	31,39	15,45%
Faixas marginais de nascentes intermitentes	6,29	32,45	19,38%
Faixas marginais de rios perenes	40,87	484,57	08,43%
Faixas marginais de nascentes intermitentes	9,96	74,15	13,43%
Faixas marginais de lagos, lagoas e represas	13,89	21,09	65,86%
Bordas de chapada	37,51	229,22	16,36%

A resposta à pergunta 11, desta forma, é que os cultivos avançam mais sobre áreas ao longo dos rios. No entanto, é lícito supor que o objetivo desta pergunta era verificar se os riscos de contaminação da bacia hidrográfica por fertilizantes, pesticidas e herbicidas se localizam mais à jusante ou se, iniciando-se à montante, poderiam afetar o conjunto da bacia hidrográfica. Da mesma forma, há que se contabilizar os riscos de transporte de solo por erosão. Interpretado desta forma, pelo fato dos cultivos avançarem sobre bordas de chapada, onde a declividade é mais

acentuada, os riscos de erosão do solo são grandes, comprometendo gravemente a estabilidade morfológica da bacia hidrográfica.

Em relação à pergunta 12, podemos dizer que a urbanização, ocupando uma área de 48,99 ha em áreas de preservação permanente, apresenta tendência de ocupação preferencial por faixas marginais de rios perenes (17,84 ha, correspondendo a 36,42% do total de área urbanizada em áreas de preservação permanente) e por faixas marginais de lagos, lagoas e represas (12,30 ha, correspondendo a 25,11% do total de área urbanizada em áreas de preservação permanente). No entanto, analisando a Tabela 3 do ponto de vista não da extensão das áreas urbanizadas, mas do percentual de área que ela ocupa em relação ao total de cada categoria de área de preservação permanente, observamos que a urbanização ocupa 58,33% das faixas marginais de lagos, lagoas e represas, e 10,44% das faixas marginais de nascentes perenes, ocupando, por outro lado, apenas 3,68% das faixas marginais de rios perenes. Sob este ponto de vista, o diagnóstico de Ferreira (1998) apontando a tendência de ocupação preferencial das faixas marginais de nascentes perenes e ao redor de lagos, lagoas e represas pelas atividades urbanas, na Bacia do Ribeirão do Gama (DF), está correta e é extremamente oportuna.

Baseado nestas análises, podemos verificar que uma estrutura de dados projetada de forma adequada deve incorporar a) os dados *de fato* primários, tal como foram obtidos da realidade, e armazenados separadamente conforme a temática de que tratam, e b) os dados secundários, originados pela combinação dos primários, armazenados também separadamente, sem que se sobreponha aos dados primários.

Nestas condições, a estrutura de dados reconhece a existência de níveis hierárquicos segundo a abordagem sistêmica, respeitando as duas propriedades do encadeamento hierárquico de sistemas que são a *emergência* (resultante da interação organizativa das partes) e a *restrição* (enquadramento que a interação organizativa impõe às partes), citados por Morin (s/d) e

analisados por Saito (1997a) no contexto da estruturação de dados em SIGs. As interações entre as diferentes faixas marginais e as bordas de chapada permitem fazer emergir as áreas de preservação permanente como uma entidade cognoscitiva que traduz as fragilidades ambientais merecedoras de atenção e ação normatizadora e protetora por parte do Poder Público. Por outro lado, vistas neste nível hierárquico como uma categoria genérica de “áreas de preservação permanente”, tem restringidas suas características particulares, que exigem resgate quando da definição das políticas de gestão do espaço. A totalidade, dentro da visão de hierarquia dos sistemas, significa, desta forma, muito mais que se utilizar de uma categoria generalizante, adquirir a capacidade de migrar constantemente entre um nível hierárquico e outro (Saito, 1998).

Uma estrutura de dados projetada tal como no cenário 3 num ambiente de SIG, que opera com planos de informação independentes (Dangermond, 1989), permite migrar de um nível hierárquico a outro, tal que no nível superior se reconheça os dados emergentes e resultantes de restrições, e no nível abaixo se reconheça os dados originais que foram objeto de restrição quando vistos no nível hierárquico imediatamente acima.

## **Conclusão**

A aglutinação de dados, se é requerida por questões de economia de tempo ou espaço, pode, futuramente, comprometer os resultados e as possibilidades de análise do ambiente.

Muitos podem ser levados a optar pela aglutinação de dados, ainda que não estejam premidos pela necessidade de poupar tempo ou espaço de armazenamento de dados, apenas por uma ilusão de que a tecnologia permite operar transformações “milagrosas” nos dados e oferecer resultados de análise antes difíceis. Toda a tecnologia tem limitações, e por trás dos procedimentos de ação apoiados na tecnologia existe sempre uma lógica de produção do conhecimento que não podemos ignorar.

Em nossa sociedade cada vez mais impregnada de tecnologia, corremos o risco de obscurecer, inclusive, a atividade científica, submetendo a atividade de investigação da realidade ambiental às funções cristalizadas em sistemas computacionais, “fetichizando” a tecnologia.

As simulações apresentadas nos permitem demonstrar como o modelo de coleta e armazenamento de dados interfere nas análises dos fenômenos ambientais e, sobretudo, que a aglutinação de dados compromete níveis de análise que podem ser importantes para a tomada de decisão.

Concluimos, portanto, que é preciso sempre preservar a natureza dos dados ambientais, de modo que se possa permitir responder perguntas diversas, mesmo aquelas que não nos interessam no momento.

### **Referências bibliográficas**

- CHRISTOFOLETTI, A. (1980) – **Geomorfologia**. Edgard Blücher, São Paulo.
- DANGERMOND, J. (1989) – GIS Data Structures: objects vs. layers. In: **The GIS Sourcebook**. GIS World Inc., Colorado:18-26.
- FERREIRA, A. P. M. (1998) – **Avaliação do uso da terra em áreas de preservação permanente na Bacia do Ribeirão do Gama-DF, por meio de geoprocessamento**. Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia/PPGE, Brasília (Dissertação de Mestrado).
- GDF-GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL (1996) – **Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal - Proposta**. Instituto de Planejamento Territorial e Urbano do Distrito Federal, Brasília.
- MACHADO, R. B.; L. M. S. AGUIAR; C. A. BIANCHI; R. L. VIANNA; A. J. B. SANTOS; C. H. SAITO; J. F. TIMMERS (1997) – Um método de análise das áreas de risco no entorno de Unidades de Conservação: estudo de caso da Estação Ecológica

- Águas Emendadas, Brasília (DF), Brasil. **Anais do Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação vol. 2.** Curitiba:447-459.
- MORIN, E. (s/d) – **O método I - a natureza da natureza.** Ed. Europa-América.
- ROSA, R.; J. L. S. BRITO (1996) – **Introdução ao Geoprocessamento: Sistema de Informação Geográfica.** Ed. UFU, Uberlândia.
- SAITO, C. H. (1995) – Geoprocessamento e pesquisa ambiental: da dependência tecnológica ao desafio metodológico. **Sociedade & Natureza** 7 (13 e 14), Uberlândia:19-24.
- SAITO, C. H. (1997a) – Geoprocessamento e Modelagem de Dados: uma visão crítica da concepção de orientação a objeto. **Sociedade & Natureza** 9 (18), Uberlândia:41-52.
- SAITO, C. H. (1997b) – Considerações teórico-metodológicas acerca do potencial heurístico no uso de Sistema de Informação Geográfica integrado a Banco de Dados Relacional em Diagnósticos de risco à saúde populacional devido a poluição industrial. **Revista Brasileira de Ecologia** 1(2), Rio Claro:15-21.
- SAITO, C. H. (1997c) – Sustentabilidade como novo paradigma do consenso: crise e resgate da utopia. **GEOSUL** 12(23), Florianópolis:18-45.
- SAITO, C. H. (1998) – O Estruturalismo na Ecologia da Paisagem. **Revista Brasileira de Ecologia** 2(1), Rio Claro:47-56.
- TEIXEIRA, A. A.; E. MORETTI; A. CHRISTOFOLETTI (1992) – **Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica.** Edição do autor, Rio Claro.
- TOMLINSON, R.; R. BOYLE (1971) – The state os development of systems of handling natural resources inventory data. **Reprinted from Cartographica** 18(4): 65-95.
- XAVIER-DA-SILVA, J. (1992) – Geoprocessamento e Análise Ambiental. **Rev. Bras. Geografia** 54(3), Rio de Janeiro:47-61.
- XAVIER-DA-SILVA, J.; C. H. SAITO; J. R. BRAGA-FILHO; O. M. OLIVEIRA; N. F. PINHEIRO (1991) – Um banco de dados ambientais para a Amazônia. **Rev. Bras. Geografia** 53(3), Rio de Janeiro:91-124.