

Sistemas de Informação Geográfica e os Estudos Ambientais

- Os Sig's como um Instrumento de Gestão Cadastral -

Eugenia Karnaukhova, Geógrafa - Mestre em CTM, Doutoranda ¹

Prof. Dr. Carlos Loch, Orientador ²

Universidade Federal de Santa Catarina
CTC - Dpto. de Engenharia Civil
Laboratório de Fotogrametria, Sensoriamento Remoto
e Geoprocessamento
Caixa Postal 476
88040-900 Florianópolis SC

¹ ✉ genikar@bol.com.br

² ✉ loch@ecv.ufsc.br

Resumo: *Amplas pesquisas bibliográficas realizadas no âmbito da fundamentação teórica do projeto "Criação do Banco de Dados Geoambientais para a Região Carbonífera de Santa Catarina" permitiram levantar algumas questões relevantes à aplicação e utilização dos Sistemas de Informação Geográfica na prática das pesquisas ambientais sistêmicas. A variedade de definições encontradas e a diversidade das aplicações possíveis dos SIG's no campo dos estudos ambientais, assim como as tendências mundiais atuais e a problemática do uso das tecnologias modernas na prática da administração territorial abordam-se no presente artigo.*

Palavras chave: *Sistemas de Informação Geográfica, Definições de SIG, Tendências, Estudos Ambientais Sistêmicos*

A análise e a gestão ambiental requerem inventários e o monitoramento de amplas áreas das paisagens naturais nas escalas apropriadas. Cada vez mais a modelagem está sendo utilizada como ferramenta de pesquisa e para a avaliação dos processos espaciais-temporais, tais como a evolução do uso da terra, perturbações naturais, esgotamento de recursos e a dinâmica das espécies. As características funcionais complexas das informações ambientais e dos atributos cadastrais demonstram que a manutenção e o monitoramento do CTM – é um processo complexo e difícil, necessitando de poderosas ferramentas de automação não só para o processamento de dados, como também de metodologias eficientes e de recursos humanos qualificados para a recolha e a análise dos dados. Além disso é também um processo de altos encargos financeiros, que constitui um dos obstáculos para a Gestão Municipal.

A análise de algumas experiências da criação do CTM demonstra que uma das ferramentas que permite em parte minimizar os problemas organizacionais e tecnológicos, – são os Sistemas de Informação Geográfica.

Os sistemas de informações geográficas (SIG's) começaram a ser criadas a mais de trinta anos. O primeiro SIG funcional surgiu no início dos anos 60 no Canadá (CGIS). Apesar de relativamente curto o tempo do seu desenvolvimento os SIG's entraram em vários tipos de atividades científicas e práticas como ferramentas indispensáveis a sua operacionalização. A nosso ver a diversidade destas aplicações e o seu recente surgimento condicionaram a enorme variedade de definições dos SIG's como mostra o quadro a seguir:

Tabela 1 : As definições mais frequentes dos Sistemas de Informação Geográfica

AUTOR:	DEFINIÇÃO:	FONTE:
Alber R.	SIG isto é "o complexo de meios de programação e aparelhos e da atividade humana para armazenamento, manipulação e relação dos dados geográficos (atributos espaciais)".	The National Science Foundation National Center for Geographic Information and Analysis.- In: <i>J. of Geographical Information Systems</i> , 1987, v. 1, N° 4, p. 302-306.
Berry J.	SIG isto é " o sistema informativo-espacial automatizado e internamente orientada, criado para gestão de dados, seu processamento cartográfico e análise".	Fundamental operations in computer-assisted map analysis. In: <i>International Journal of Geographical Information Systems</i> , 1987, v. 1, p. 119-136.
Clarce K. C.	SIG isto é "um caso particular de sistema informativo, onde a base de dados consiste de observações de fenômenos espaciais, de processos ou de acontecimentos, que podem ser definidos como pontos, linhas e áreas (contornos)".	Geographic information systems: definitions and prospects. In: <i>Bull. Geographical and Map Div. Spec. Libr. Assoc.</i> , 1985, N° 142, p.12-17.

Degani A.	SIG isto é "um conjunto de dados dinamicamente organizados (base dinâmica de dados ou banco de dados), interligados através de um número de modelos realizados em sistemas computacionais para à transformação numérica, gráfica e cartográfica destes dados em informação espacial conforme a estrutura das concepções e tecnologias científicas e com objetivo de satisfação das necessidades específicas dos consumidores".	Methodological observation on the state of geocartographic analysis in the context of automated spatial information systems. -In: <i>Map Data Process</i> . Proc. NATO Adv. Study Inst. Maratea, June 18-29, 1979, Acad. Press. 1980, p. 207-220.
Konecny M.	SIG isto é "o sistema composto de pessoas, meios técnicos e organizativos, que realizam a recolha, transformação e introdução de dados com objetivo do processamento da informação conforme o seu futuro uso para as investigações geográficas e outras aplicações práticas".	Geograficke informacni systemy. In: <i>Folia prirodoved. Fak. UJEP v Brne</i> , 1985, v. 26, N° 13, 196 p.13.
Koshkarov A.	SIG isto é "o complexo de aparelhos, programas, homens e maquinas que garante: a recolha, transformação, reflexão e distribuição de dados espaciais coordenados; a integração de dados e conhecimentos sobre o território para a sua utilização efetiva, quanto a solução de problemas geográficos práticos e científicos, ligados à análise do inventário, à modelagem, ao prognóstico e a gestão do meio ambiente e da organização territorial da sociedade".	<i>Cartografia e prirodovedenie: pyti vzaimodeistvia</i> . Izv. SSSR, ser geogr., 1990, N 1, p. 32.
MacDonald C. L. Clain I. K.	SIG isto é "o sistema programado para recolha, armazenamento, manipulação, procura e reflexão de dados geograficamente definidos".	Applied computer graphics in a geographic information system: problems and successes. In: <i>Computer graphics and application</i> , 1985, v. 5, N° 10, p. 34-39.
Teixeira A. L. A.; Christofoletti A.	SIG isto é "um sistema baseado em computador, que permite ao usuário coletar, manusear e analisar dados georeferenciados. Um SIG pode ser visto como a combinação de hardware, software, dados, metodologias e recursos humanos, que operam de forma harmônica para produzir e analisar a informação geográfica".	<i>Sistemas de Informação Geográfica</i> . Dicionário ilustrado. São Paulo: Ed. Hucitec. 1997, p.119.

Apesar da diversidade de opiniões a esse respeito podemos definir os principais componentes do SIG, que são: os dados, as metodologias da sua transformação, os recursos humanos, o Hardware e o Software. Sendo assim, os SIG's constituem uma fascinante tecnologia de processamento e análise de dados georeferenciados, que proporciona a visualização dos resultados da transformação aptos para as necessidades dos seus utentes (Vlasov et al., 1999). Os SIG's executam diversas funções de análise, representados na Figura 1.



Fig. 1 : SIG – Funções de Análise
(Fonte: TEIXEIRA et al., 1997)

Atualmente a tecnologia do SIG está sendo amplamente utilizada em múltiplos campos das ciências ambientais: climatologia, hidrologia, geologia, geomorfologia, ecologia, etc. As suas vantagens com relação ao uso aplicado nestas áreas científicas dizem respeito não somente à realização das tarefas de inventário, planejamento e gestão, senão também às proficiências que oferece em função da capacidade de integração para com os modelos específicos inerentes a cada uma delas. O grau de modelagem varia desde o simples emprego dos SIG's como modelos conceituais da realidade espacial até a adoção de modelos de análise (superposição de coberturas, análises de redes e áreas de influência ...) e do processamento de imagens (Ventura et al., 1998; Siber, 1998; Bartsch et al., 1997; Blaszczyński et al, 1997).

Entre as áreas de aplicações mais usuais neste âmbito figuram os estudos de proteção ambiental, a caracterização e a evolução dos riscos naturais (inundações, desmatamentos, degradação de solos...) e antrópicos (resíduos industriais e

contaminações, incêndios provocados...), a elaboração de modelos hidrológicos integrados e as análises morfológicas das paisagens de distinto nível territorial (por parâmetros em modelos 3D) (Franclin et al., 1996).

A integração e inter-compatibilização de modelos ambientais de componentes naturais distintos (sobretudo dos da dinâmica atmosférica) representa ainda sérias dificuldades, principalmente no que se refere a inter-relação entre os elementos, que não apresentam dependência fatorial nítida. O espaço múltiplo e a escala temporal representam os principais conceitos de modelos ambientais de sistemas integrados, cujo rápidos avanços tecnológicos permitirão no futuro mais próximo analisar e monitorar os processos ambientais mais complexos à todas as escalas espaciais (Bortsch et al., 1997).

Dentro de distintas áreas de aplicação dos SIG's, podem distinguir-se basicamente aquelas que se referem aos sistemas municipais, à gestão territorial ou regional e aos espaços continentais. À nível local normalmente realizam-se estudos da contaminação, das estruturas morfológica e funcional de geossistemas e ecossistemas, da problemática do uso do solo e da prevenção dos riscos naturais e antrópicos (neste caso os SIG's freqüentemente associam-se ao Sistemas de Apoio à Decisão (DSS). À nível regional

figuram os estudos de impacto ambiental, da qualidade dos componentes naturais, dos projetos de infra-estruturas, dos parques naturais, da gestão dos mananciais, etc. À escala global ou continental iniciados a partir dos anos 80, dos programas de controle ambiental subsidiados por distintas organizações internacionais tem sido necessária a automação do processamento de dados e das imagens do sensoriamento remoto, dando origem à dos chamados geossistemas técnicos de informação ambiental. À este nível destacam-se os SIG's: *Canadian Wildlife Service*; *UNEP- United Nation Environmental Program*; *CORINE - Coordinated Information in the European Environment*.

No planeamento ambiental o uso do SIG abrange o processamento de dados, a cartografia e o mapeamento de dados de entrada e a modelagem dos resultados. Na prática as estruturas dos SIG guardam maior relação com os mapas do que com os elementos finitos de modelos ambientais, pois na concepção destes últimos é aconselhável o uso de linguagens compatíveis com os dos SIG's (Blaszczynski et al., 1997; Franclin et al., 1996; Gallant et al., 1996).

Os SIG's oferecem numerosas vantagens perante a cartografia convencional, que de forma automática permitem manejar dados espaciais internamente referenciados, produzir mapas temáticos e processar informações do tipo digital, porém exigem o alto grau de competência profissional na área fundamentada nos conhecimentos profundos da cartografia convencional.

As principais particularidades dos SIG's como Sistemas de Informação são os que apresentam vantagens funcionais para o manuseamento do Cadastro Técnico Multifinalitário e em seqüência para o planeamento territorial, conforme (Vinocurov et al., 1999; Sieber, 1998; Goodchild, 1997; Koshkarov, 1995):

1. Uma escala extremamente ampla da recolha das informações onde cada nível territorial define os parâmetros funcionais do SIG.
2. A criação do SIG – é um processo interativo e longo que inclui o seu planeamento, projeto, realização e exploração. A implantação de um SIG por etapas permite que as finalidades e as metodologias de execução sejam modificadas, quer dizer proporciona a flexibilidade do sistema.
3. Os SIG's são programados para a adaptação rápida às necessidades dos usuários e para com às especificidades das fontes de dados. Isto é, são flexíveis com relação aos esquemas tecnológicos no processamento de dados.
4. Os SIG's têm como um dos princípios organizativos a compilação por blocos. O que pressupõe que determinados componentes do sistema podem ser criados de um modo autônomo e funcionar algum tempo com auto-suficiência, porém devem possuir a capacidade de integração simples nas estruturas mais complexas.
5. O SIG atende a necessidade da reflexão das características dinâmicas dos objetos, isto é, a reprodução em retrospectiva da sua evolução o que multiplica a laboriosidade da recolha de dados e de seu armazenamento. Assim, os SIG's estão capacitadas não somente de armazenar e atualizar os dados, como também realizar um monitoramento contínuo das informações georeferenciadas (Figura 2).



Fig. 2: O Monitoramento como o Grupo de Análise em Sig

6. O SIG permite a criação de bancos de dados e atributos de distinta orientação temática, bem como a manipulação temática, matemática e estatística de dados, contudo a conversibilidade de um sistema para outro apresenta ainda um obstáculo na manipulação mas ampla dos sistemas.
7. Como diversas aplicações computacionais permite o uso e a integração de imagens, de dados numéricos e de atributos, fontes da Internet, etc., e permite aumentar cada vez mais os horizontes da pesquisa.

A estrutura e as particularidades dos SIG's regionais são condicionadas pelo esquema de organização da informação geográfica visando a necessidade da resolução de um determinado tipo de problema econômico. Isto proporciona a possibilidade de gerar soluções viáveis para um vasto numero de problemas práticos...

Em função destas particularidades os SIG's – são o vínculo operacional através do qual o Cadastro e a informação georeferenciada podem entrar no mecanismo do planeamento e da gestão regional como um dos seus elementos substanciais (e não por contatos esporádicos), e possuir a participação real na organização da informação territorial.

Apesar de ser uma ferramenta poderosa e promissora o seu uso e aplicação prática na gestão ambiental dificilmente chegam ao aproveitamento global superior à 50-60 %, sendo a maioria das linguagens e os sistemas acessível somente para um círculo restrito de especialistas em informática ou nas áreas de suas aplicações (Sieber, 1998; Goodchild, 1997; Ventura et al., 1996). A integração da Internet neste contexto é vista como uma tendência positiva no treinamento, qualificação dos profissionais e na viabilização da gestão ambiental participativa.

Referencias Bibliográficas

- **Bartsch, H.V., Kens, J., Sbresny, J., Schneider, J.** *Soil information system as part of a municipal environmental information system* [on line]. V. 30, Issue 3/4 (1997) p. 189-197. Disponível na Internet formato PDF. URL: <http://link.springer.de/link/service/journals/00254/bibs/7030003/70300189.htm> Acessado em 28 outubro de 1999.
- **Blaszczyński, L. S.** *Landform Characterization with Geographic Information Systems* In: Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, V. 63, n.º 2, p. 183-191, February 1997.
- **Franklin J., Stephenson J.** *Integrating GIS and Remote Sensing Toproduce Regional Vegetation Databases: Attributes Related to Environmental Modeling.* In: *Third International Conference/Workshops on Integrating GIS and Environmental Modeling.* CD-ROOM, January 25-25. 1996
- **Godchilol, M. F., Egehafer, Max L., Fegeas, R.** *Interoperating GLS's.* Report of a Specialist Meeting Held under the Sponsors of the Varenus Regent Panel on Computational Implementations of Geographic Concepts, December 5-6, 1997, Santa Barbara, California, USA [on line] Disponível na Internet URL: <http://www.negia.uscb.edu/varenus/ppgis/interoperatingSIE.htm> Acessado em 06.08.1999.
- **Koshkarev, A. V., Karakin, V. P.** *Regionalnye Geoinformacionnye Sistemy.* Ed. "Nauka". Moskva. 1987. 126p.
- **Mickey, R., Lantowski, P.** *GIS and environmental decisionmaking to aid smelter reclamation planning.* In : *Environment and Planning A* 1997, volume 29, pp. 5-19, G. Britain.
- **Sieber, R.** *Geographic Information System in the Environmental Movement Objectives.* [on line] Disponível na Internet URL: <http://www.negia.uscb.edu/varenus/ppgis/papers/index.html>. Acessado em 10.09.1999.
- **Teixeira, A. L. A., Christofoletti, A.** *Sistema de Informação Geográfica.. Dicionário Ilustrado do SIG.* Ed. Hucitec, São Paulo : 244 p. (p. 119), 1997.
- **Ventura, S., Nieman, B., Sutphin T., Chenowet, R.** *GIS – Enhanced Land Use Planning in Dane County,* Wisconsin. [on line] Disponível na Internet URL: <http://www.negia.uscb.edu/varenus/ppgis/papers/index.html> Acessado em 10.09.1999.
- **Vinokryov, Y. I., Shirokova, S. L., Liovtckaia, O. V., Mikailidi, I. M.** *Utilização de tecnologias informativas na resolução de problemas ecológicos.* (Ispolzovanie informacionnih tehnologij pri reshenii ekologicheskikh zadach) (em russo), Sibirskoe (CORAN), Novosibirsk : 1998-1999.
- **Vlasov, M. Y., Gorbachev, V. G.** *Geoinformacionnye sistemy.* Centro de investigações sistêmicas "Integro" Ufa, (Centr sistemnih issledovanií –Ufa) (em russo). Avaliável pela Internet URL: <http://www.integro.rb.ru/projects/gis/byte1.htm>. Acessado em 10 de outubro de 1999.