

SIG na Análise da Vulnerabilidade Ambiental: Bacia do Rio Ceará-CE

Eder Mileno Silva De Paula¹
Marcos José Nogueira de Souza²
Maria Lúcia Brito da Cruz²
Janaina Melo Oliveira De Paula³

¹Universidade Federal do Pará
edermileno@ufpa.br

²Universidade Estadual do Ceará
mlbcruz@gmail.com

³Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Pará – SEMA/UNRE5
janauece@gmail.com

Resumo

Este artigo discute algumas das relações existentes entre as técnicas implementadas nos Sistema de Informação Geográficas – SIG e o método geossistêmico de análise da paisagem. Para tanto, apresenta-se percurso técnico metodológico adotado na análise da vulnerabilidade ambiental da bacia do rio Ceará – CE. A bacia do rio Ceará foi escolhida como área de estudo por ter tido seu equilíbrio natural comprometido, fato que reflete na capacidade de suporte ambiental da paisagem. A análise da vulnerabilidade ambiental da paisagem é realizada de acordo com o método geossistêmico pela necessidade de integrar todos os fatores e processos envolvidos. O geoprocessamento tem como objetivo principal fornecer ferramentas de suporte as análises das evoluções espaço-temporais dos fenômenos sócio-ambientais e suas inter-relações. De Paula e Souza (2007) consideram que de forma geral, os estudos ambientais com apoio do geoprocessamento permeiam o seguinte caminho metodológico, a saber: instituição, padronização e ponderação dos critérios. Os sistemas ambientais da bacia foram analisados quanto a sua vulnerabilidade ambiental, e se propôs alternativas de uso dos recursos naturais de acordo com Souza (1990, 1998 e 2000), Brandão (1995) e De Paula (2008). Estudos de vulnerabilidade ambiental como suporte analítico do geoprocessamento são imprescindíveis para o planejamento ambiental, pois em essência visa a convivência harmoniosa do homem com a natureza.

Palavras chave: Sistema de Informações Geográficas; Vulnerabilidade Ambiental; Lógica Fuzzy; Rio Ceará.

Abstract

This article discusses some of the relations between the techniques implemented in Geographic Information System - GIS and geosystemic method of landscape analysis. Present the methodological technical path adopted in the analysis of environmental vulnerability basin of the river Ceará – CE. The Ceará river basin was chosen as the study area for having compromised its natural equilibrium, which reflects the environmental capacity to support of the landscape. The environmental vulnerability analysis of the landscape is in accordance with the geosystemic method by the need to integrate all factors and processes. The geoprocessing has as main objective provide tools to support the analysis of spatio temporal evolution of the socio environmental the phenomena and their interrelations. De Paula e Souza (2007) consider that in general, the environmental studies to support geoprocessing permeate the following methodological approach: institution, standardization and weighting of the criteria. The environmental systems of the basin were analyzed for their environmental vulnerability, and proposed alternative use of natural resources according to Souza (1990, 1998, 2000), Brandão (1995) and De Paula (2008). Research of environmental vulnerability as analytical support

geoprocessing are essential for environmental planning, because in essence aims at the harmonious coexistence between man and nature.

Keywords: Geographical Information Systems; Environmental Vulnerability; Logic Fuzzy; Ceará River.

1. Introdução

Os estudos ambientais, assim como os demais estudos territoriais, utilizam técnicas de geoprocessamento em apoio a suas análises espaciais, e com o avanço da microinformática e da programação eletrônica tais técnicas foram implementadas e diversificadas nos Sistemas de Informação Geográfica-SIG, ampliando a capacidade e minimizado o tempo necessário de análise.

Nesses estudos percebe-se que as técnicas de geoprocessamento devem estar sempre atreladas a um método consolidado de análise espacial. Esse texto discute, de forma breve, os laços entre método geossistêmico e algumas técnicas de geoprocessamento, especificamente a álgebra de mapas baseada na lógica *Fuzzy*, e indica-se caminho técnico-metodológico para análise da vulnerabilidade ambiental da paisagem utilizando tais técnicas.

A bacia do Rio Ceará foi a área de estudo escolhida para análise da vulnerabilidade ambiental, a qual está localizada na porção Norte do Estado do Ceará, e pertence ao conjunto de bacias da Região Metropolitana de Fortaleza. O comprometimento do equilíbrio natural dessa bacia, reflete-se na capacidade de suporte ambiental da mesma, fato que se agrava, pois vastos espaços da bacia são urbanizados ou participarão do processo de expansão urbana sem um devido planejamento ambiental.

2. Pressupostos Teóricos

2.1 Análise da Vulnerabilidade Ambiental

A análise da vulnerabilidade ambiental da paisagem é realizada de acordo com o Método Geossistêmico pela necessidade de integrar todos os fatores e processos envolvidos.

A vulnerabilidade ambiental é identificada com base na dinâmica do meio ambiente. Tricart (1977) apontou três tipos de meios dinâmicos, em função de processos morfogênicos e pedogênicos atuais, a saber: os meios estáveis, *intergrades* ou de transição e os fortemente instáveis.

Segundo Tricart *op. cit.* os meios estáveis possuem evolução do modelado lenta, e somente medições difíceis de serem realizadas poderiam colocar a evolução em evidência. Os fortemente instáveis tem a morfogênese como elemento predominante da dinâmica. Já os meios de transição representam uma passagem gradual entre os meios estáveis e os fortemente instáveis.

De acordo com Rodrigues (2001), a noção da dinâmica possibilita a classificação da paisagem de acordo com o seu estado ou estados sucessivos, sendo possível propor hipóteses sobre sua dinâmica futura, característica essencial para o planejamento.

Para Souza (2000), ambientes com dinâmica ambiental alta possuem vulnerabilidade ambiental alta e sustentabilidade baixa, e ambientes com dinâmica ambiental baixa possuem vulnerabilidade ambiental baixa e sustentabilidade alta.

2.2 Álgebra de Mapas Baseada na Lógica Fuzzy

O geoprocessamento tem como objetivo principal fornecer ferramentas de suporte a análise das evoluções espaço-temporais dos fenômenos sócio-ambientais e suas interrelações para tomada de decisões.

Dentre as ferramentas ou técnicas vinculadas ao geoprocessamento identifica-se a álgebra de mapas cumulativa e não cumulativa, sendo que a cumulativa tem como produtos mapas fundidos, e a não cumulativa com mapas integrados. (SILVA, 2003)

A lógica ou possibilidade *Fuzzy* está contida na categoria de análises algébricas de mapas não-cumulativa (ou análises lógicas), junto com a simultaneidade Booleana e a probabilidade Bayesiana (SILVA, 2001).

Conforme Katinsky (1994), a lógica *Fuzzy* pode ser definida como parte da lógica matemática que se dedica aos princípios formais do raciocínio incerto, a qual se aproxima do pensamento humano e da linguagem natural.

Nos componentes naturais os limites entre superfícies contínuas não ocorrem bruscamente na grande maioria das vezes, por exemplo na distinção de relevo suave e íngreme, percebe-se uma gradual passagem de uma característica para o outro, por vezes não ocorrendo essa mudança bruscamente, criando-se as áreas descontínuas, de transição.

Para Silva (2001), a lógica *Fuzzy* fora concebida para análise das áreas onde se observam as descontinuidades, as incertezas. Acrescenta-se que as áreas de transição nas paisagens deixam de ser colocadas à margem do processo de análise com o uso da lógica *Fuzzy*.

Elaborar análises tendo como princípio a lógica *Fuzzy* permite um aumento na possibilidade de acerto nas áreas de transição, contribuindo para o aumento da certeza na tomada de decisão.

A lógica *Fuzzy* tem sido largamente utilizada em trabalhos de análise espacial desenvolvidos em SIG. As vantagens do modelamento *Fuzzy* são inúmeras quando comparadas aos modelamentos convencionais, como a lógica booleana, que forçam os especialistas a definir em regras dicotômicas rígidas com contatos normalmente artificiais, diminuindo a habilidade de articular eficientemente soluções para problemas complexos, tão comuns em processos naturais.

3. Percusso Técnico Metodológico

De Paula e Souza (2007) consideram que de forma geral, os estudos ambientais que têm em sua metodologia de integração de mapas a lógica *Fuzzy*, permeiam o seguinte caminho metodológico, a saber: instituição, padronização e ponderação dos critérios.

Os critérios instituídos para a identificação da vulnerabilidade ambiental são de limitação relativa. O especialista, de acordo com método utilizado, poderá acrescentar ou suprimir critérios enfatizando-se com isso a importância de existir um