

O USO DO GEOPROCESSAMENTO NA DETERMINAÇÃO DE ÁREAS FAVORÁVEIS A EXPANSÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA, ESTADO DO RIO DE JANEIRO, BRASIL

José Eduardo Dias¹

Olga Venimar de Oliveira Gomes²

Maria Hilde de Barros Goes³

RESUMO

O presente estudo geoambiental realizado no município de Volta Redonda, Estado do Rio de Janeiro, abrange as Áreas favoráveis a Expansão Urbana. A tecnologia utilizada foi o geoprocessamento, através do SAGA/UFRJ (Sistema de Análise Geoambiental). Foi adotada uma série de procedimentos convencionais de pesquisa: visitas de campo, interpretação de documentos cartográficos e imagem Landsat, finalizando com a elaboração dos mapeamentos temáticos básicos para a análise ambiental por geoprocessamento.

Palavras-chave: Expansão urbana, geoprocessamento, áreas potenciais.

THE USE OF GEOPROCESSING TO DETERMINATION OF THE AREAS FOR URBAN EXPANSION AT THE MUNICIPALITY OF VOLTA REDONDA, RIO DE JANEIRO STATE, BRAZIL

ABSTRACT

This geoenvironmental study, developed at the municipality of Volta Redonda, Rio de Janeiro State, Brazil, shows potential areas for urban expansion. Electronic data processing was done through SAGA/UFRJ software. A diagnosis study of the main issues at municipal level. Conventional techniques and methods such as field surveys, map and Landsat TM image interpretations were used. Thematic maps generated were, then, used to perform an environmental analysis.

Key words: Urban expansion, geoprocessing, potential areas.

INTRODUÇÃO

O município de Volta Redonda está situado às margens do Rio Paraíba do Sul, na Região do Médio Vale do Rio Paraíba entre as coordenadas geográficas 22°23' a 22°40' de latitude Sul e 44° a 44°12' de longitude Oeste no Médio Vale do Paraíba, no eixo entre Rio de Janeiro e São Paulo, abrangendo uma superfície de 181 km². A origem

¹ Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRuralRJ). BR 465, Km 7, 23890-000, Seropédica, RJ. E-mail: mstedias@yahoo.com.br

² Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).0-000, Seropédica, RJ. E-mail: mstedias@yahoo.com.br

do município deveu-se à instalação da Companhia Siderúrgica Nacional na década de 1940.

O desenvolvimento urbano-industrial mal planejado da cidade de Volta Redonda, sob o domínio da monoindústria, resultou na deterioração do ambiente natural, motivado pelo adensamento urbano associado à pobreza, tem refletido negativamente na conjuntura sócio-ambiental do município (PREFEITURA MUNICIPAL DE VOLTA REDONDA, 1994; DIAS, 1999).

A cidade repousa num cenário morfológico desfavorável, ocupando margens de rios, encostas de morros íngremes e fundo de vales, apresentando uma densidade populacional atípica para um município de interior, fruto de um modelo de desenvolvimento econômico adotado e baseado no crescimento a qualquer custo. Conforme Odum (1988) “o custo da perturbação social deve ser considerado juntamente com o ganho econômico projetado”, o que não foi levado em consideração no caso do município de Volta Redonda.

A implantação da Companhia Siderúrgica Nacional foi realizada sob a ótica nacionalista, imbuída de estereótipos e do “marketing” da industrialização tutelada pelo governo central, onde a prioridade de ocupação e expansão da usina foi sempre dominante, sem levar em conta um planejamento adequado, que buscasse um equilíbrio socio-ecológico. Com o estabelecimento da usina, esta foi responsável pelo lançamento, na atmosfera, de volumes significativos de gases e material particulado e também de efluentes industriais (poluentes químicos) despejados nas águas do Rio Paraíba do Sul. Neste sentido é válida a afirmação de Laroca (1995) de que “os trabalhadores e suas famílias são como que as grandes cobaias de uma desequilibrada ecologia urbana e industrial em um sistema cujo motor principal é a lucratividade”.

O uso de técnicas de geoprocessamento, apoiado num Sistema Geográfico de Informação, permitiu a geração de informações básicas para um planejamento territorial do município de Volta Redonda, criando subsídios para que o poder público possa direcionar políticas habitacionais, indicando as áreas vocacionais que propiciem uso compatível ao seu potencial, sem sujeitá-las a riscos ambientais como enchentes e desmoronamentos.

O Sistema de Informação Geográfica como ferramenta ao planejamento ambiental, tem sido muito utilizado para fins de planejamento e manejo de recurso

³ Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

natural a nível urbano, regional, estadual e nacional de órgãos governamentais (LIMA, 1996).

O uso do geoprocessamento em nível municipal permite mapear os recursos hídricos, as áreas de preservação ambiental, bem como a expansão urbana e a estrutura fundiária rural (LOBO, 2000).

O geoprocessamento como metodologia de pesquisa ambiental, apresenta procedimentos analíticos como Avaliações Ambientais para áreas potenciais à urbanização, necessários à obtenção de conclusões úteis para o apoio à decisão quanto ao controle ambiental. As áreas potenciais geoambientais são produtos de uma análise integrada e classificatória das variáveis originalmente levantadas e lançada numa escala ordinal (GOES, 1994; XAVIER-DA-SILVA, 2001).

Carvalho et al. (1996) analisando a evolução dos processos de urbanização argumenta que aplicação de técnicas de geoprocessamento, com verificação de campo, considerando as modificações oriundas da urbanização desordenada, permitem o diagnóstico do processo evolutivo do uso do solo, pela interpretação das informações relativas a dinâmica das transformações ocorridas na área mapeada e quantificada.

Conforme Anjos (1996) o uso de tecnologia de geoprocessamento permite representar os agentes estruturais com interferências na expansão do conjunto urbano e monitora a evolução espacial dos parcelamentos urbanos, principal agente propulsor do crescimento urbano.

O planejamento urbano representa uma das principais áreas de utilização dos Sistemas de Informações Geográficas, sendo responsável pelo controle e organização das cidades (AGUIAR e MEDEIROS, 1996).

O modelo adotado nesse trabalho, visando subsidiar um planejamento territorial a nível urbano, foi baseado em produtos gerados por uma análise ambiental alicerçada em um inventário ambiental, envolvendo os parâmetros físicos, antrópicos e bióticos. Com a criação de uma Base de Dados Georreferenciada, sendo adotada uma escala cartográfica regional 1:50.000 a nível municipal e consolidado por Avaliações Ambientais básicas, com a definição de áreas propícias para expansão urbana. Estes parâmetros serviram de base para estabelecer restrições ou indicar as áreas mais propícias quanto ao uso do solo, o que poderá oferecer segurança aos futuros ocupantes de áreas indicadas para a expansão urbana, propiciando investimentos financeiros em áreas sem riscos ambientais. Construiu-se um modelo digital para o município de Volta

Redonda, envolvendo uma série de procedimentos técnicos, como saídas de campo, interpretações de Imagens de Satélites Landsat, tomadas de fotografias e cartas topográficas.

Com auxílio da ferramenta de geoprocessamento através do software SAGA/UFRJ, gerou-se um cenário de ocupação urbana para o município, tendo como base a adequabilidade do terreno em função das características físicas (geomorfologia, declividade, solos), a influência da ação antrópica (uso e ocupação do solo, proximidades viária e urbana) e pelas características naturais/bióticas da paisagem (cobertura vegetal).

MATERIAL E MÉTODOS

Para o referido estudo foi construído um modelo digital do ambiente, contendo a Base de Dados Georreferenciada, gerado a partir de 11 planos temáticos, em escala nominal e de intervalo; envolvendo as Assinaturas Ambientais, considerado um plano temático de informação e constituído por Avaliações Ambientais em escala ordinal.

A técnica de geoprocessamento permitiu o tratamento dos dados, desde a sua entrada, passando pela edição, armazenamento e, finalmente, as análises ambientais, com a extração das informações registradas nos cartogramas digitais.

Foi utilizada a estrutura matricial “RASTER” para a montagem da Base de Dados Georreferenciada. A entrada de dados de caráter espacial foi realizada através de leitura ótica por "Scanner", que consistiu na leitura e captura dos registros espaciais. A fase operacional seguinte à edição dos dados foi procedida pelo reconhecimento das feições geométricas, realizadas pelo processo de vetorização interativa nestes dados escanerizados.

Criou-se a Base de Dados Digital, representando o Inventário Ambiental, consistindo do levantamento das condições ambientais vigentes, este levantamento é representados pelos 11 Cartogramas Digitais Básicos para o município de Volta Redonda:

1) Dados Básicos (1973); foi compilado da carta topográfica do IBGE, na escala básica de 1:50.000 (Folha SF-23-Z-A-11-4, Nossa Senhora do Amparo RJ-MG e Folha SF-23-Z-A-V-2, Volta Redonda RJ-SP). Este cartograma foi considerado, desde o início dos procedimentos metodológicos, o alicerce básico para a definição e elaboração dos

demais planos de informação, pois nele são registrados: linhas, pontos e áreas, representando entidades básicas para os demais mapeamentos temáticos.

2) Dados Básicos (1998): foi elaborado a partir da atualização do mapa temático Dados Básicos (1973) para o ano de 1998.

3) Proximidades (1973): elaborado posteriormente, na fase de geoprocessamento, por método automático associado ao SAGA, a partir do mapa temático Dados Básicos (1973). Trata-se de um mapa temático bastante útil ao poder público. Apresenta os principais níveis de acessibilidade a qualquer empreendimento ou investimento previamente georreferenciado (áreas urbanas, rodovias, ferrovias, etc.).

4) Proximidades (1998): o mesmo procedimento digital descrito acima aplicado ao mapa temático Dados Básicos (1998).

5) Cobertura Vegetal/Uso do Solo (1973): foi gerado a partir da carta topográfica do IBGE, na escala básica 1:50.000 (Folha SF-23-Z-A-11-4, Nossa Senhora do Amparo RJ-MG e Folha SF-23-Z-A-V-2, Volta Redonda RJ-SP), relativos à ocupação das unidades territoriais àquela época, a partir deste mapeamento foi realizada atualizações das unidades territoriais.

6) Cobertura Vegetal/Uso do Solo (1998): o mapeamento foi elaborado a partir de dados de campo, conjugados à interpretação de imagens Landsat TM, na escala de 1:100.000 e fotos convencionais, relativas ao ano de 1998.

7) Altitude ou Hipsometria: o mapeamento foi gerado a partir da carta topográfica do IBGE, escala básica 1:50.000 (Folha SF-23-Z-A-11-4, Nossa Senhora do Amparo RJ-MG e Folha SF-23-Z-A-V-2, Volta Redonda RJ-SP). As curvas de nível apresentam equidistância de 20 metros, com cotas variando entre 380 e 720 metros.

8) Declividades: foi gerado a partir da carta topográfica do IBGE, escala básica 1:50.000 (Folha SF-23-Z-A-11-4, Nossa Senhora do Amparo RJ-MG e Folha SF-23-Z-A-V-2, Volta Redonda RJ-SP), utilizando-se da metodologia proposta por De Biase (1970).

9) Geomorfologia: o mapeamento foi elaborado obedecendo aos seguintes critérios: 1) os elementos de forma e composição que, fisicamente, as identificam; 2) os processos geomorfológicos tidos como geradores e modificadores dessas entidades.

10) Solos: foi elaborado com base nos mapeamentos geomorfológico e litológico, com saídas de campo para a identificação de classes de solos, procedendo-se a abertura de

trincheiras. Elaborou-se um mapa expedito de solos para fins de planejamento ambiental.

11) Geologia: o mapeamento foi compilado da fonte DRM-RJ (1983) na escala básica 1:50.000 (Projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro, Folhas Nossa Senhora do Amparo SF-23-Z-A-11-4 e Volta Redonda SF-23-Z-A-V-2).

As Assinaturas Ambientais consistem da identificação e planimetria das áreas de expansão urbana para o período considerado. Constitui-se em importante ferramenta de investigação empírica, fornecendo segurança para o desenvolvimento dos processos avaliativos que definem as principais Situações Ambientais. Foram levantadas inferências quanto às associações causais e características relevantes das variáveis ou parâmetros que envolvem cada fenômeno natural ou antrópico, servindo de base para as Avaliações Ambientais. Suas informações foram fundamentais para as análises da área estudada, pois foram referenciadas geograficamente, constituindo-se no atributo de localização correspondente a situações ambientais “Áreas Potenciais para Expansão Urbana”.

O procedimento foi executado em nível de campo, através da delimitação das áreas de ocorrência do fenômeno ambiental (Planimetrias). Para as Áreas Potenciais para Expansão Urbana, foram registradas 10 planimetrias, a fim de constatar a presença de certas características no percurso de vários locais escolhidos e analisados. A partir desse procedimento foram possíveis as associações entre variáveis e eventos de interesse.

O uso do geoprocessamento e tecnologia do Sistema Geográfico de Informação, neste caso o SAGA/UFRJ, permitiu concatenar as tomadas de decisão. Os produtos oriundos da Base de Dados Georreferenciada e das Avaliações Ambientais podem contribuir como apoio ao desenvolvimento e aplicação de medidas mitigadoras dirigidas a esta questão ambiental em particular (Sistema de Apoio à Decisão).

As Avaliações Ambientais com o uso da ferramenta do geoprocessamento mostraram a realidade ambiental do município de Volta de Redonda em relação ao parâmetro áreas potenciais para expansão urbana, traduzida pela magnitude das áreas de potencialidades ambientais mapeadas.

Algoritmo do tipo média ponderada foi aplicado para a definição de posições territoriais ao longo de um eixo integrador das unidades territoriais, classificadas

segundo um conjunto de atributos (XAVIER-DA-SILVA e CARVALHO FILHO, 1993).

O algoritmo adotado no processamento da Avaliação Ambiental é aplicável a estrutura de matrizes, em que cada célula corresponde a uma unidade territorial.

Um algoritmo sugerido, aplicável a estruturas de matrizes ou matriciais, é apresentado a seguir:

n

$A_{ij} = \sum (P_k \cdot N_k)$ onde:

$k = 1$

A_{ij} = qualquer célula da matriz;

n = número de parâmetros envolvidos;

P = peso atribuído ao parâmetro, transposto o percentual para a escala de 0 a 1;

N = nota na escala de 0 a 10, atribuída à categoria encontrada na célula.

Para a realização das avaliações foi empregado o algoritmo classificador, aplicável a uma estrutura de matrizes, no qual cada célula corresponde a uma unidade territorial. A importância de cada evento analisado foi considerada em função do somatório dos produtos dos pesos relativos das variáveis escolhidas, multiplicado pelas notas das classes em cada unidade da célula.

Foram analisadas as situações ambientais mais relevantes, com as classes de potencial ambiental registradas em escala nominal nas categorias Altíssimo-Alto, Alto-Médio, Médio, Médio-Baixo e Baixo-Baixíssimo.

Para a geração das Avaliações Ambientais propiciando as áreas de potencialidades geoambientais (Cartograma Digital Classificatório de Potencial para a Expansão Urbana - Figura 1*), foram utilizados os seguintes parâmetros e respectivos pesos:

Geomorfologia (Peso 26%): o peso foi atribuído em função deste parâmetro representar o retrato da paisagem, mostrando a realidade morfológica, ou seja, o aspecto do relevo que é um indicador espacial para alocações urbanas.

Declividade (peso 24%): a atribuição do peso foi devida à representação do aspecto morfométrico das formas do terreno, ou seja, o gradiente topográfico do terreno,

* A figura 1 encontra-se em cores na edição eletrônica desta revista. Disponível em: <http://www.geo.uel.br/revista>

proporcionando condições de expansão urbana ou restrições de uso da terra para urbanização.

Solos (Peso 20%): O peso dado a este parâmetro foi em função de suas características físicas, destacando-se, a textura, a estrutura e a permeabilidade. Foram levadas em consideração as unidades pedológicas mais adequadas às fundações, bem como sua suscetibilidade a movimentos de massa.

Uso e Ocupação do Solo/Cobertura Vegetal 1998 (Peso 15%): este parâmetro representa os diferentes tipos de uso da terra, ou seja, o uso antrópico com destaques para locais ocupados por uso urbano, considerando, também, a sua interferência nos fatores naturais representado pela cobertura vegetal, fundamental ao crescimento urbano de forma ordenada.

Proximidades (Peso 15%): o peso dado a este parâmetro foi devido à influência da ação antrópica e da infra-estrutura da rede viária e urbana, por estar situado no eixo Rio-São Paulo, quanto à sua acessibilidade, contribuindo para o estabelecimento da urbanização.

Os pesos e notas foram atribuídos com base no conhecimento da área estudada e, fundamentada nas Assinaturas Ambientais executadas em nível de campo. As notas atribuídas às classes ou categorias dos mapas variaram de 0 a 10.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições propícias que o meio físico oferece, interagindo com um conjunto de fatores naturais, principalmente a morfologia e a morfometria, não induzem a geração de feições morfogenéticas (ravinas, voçorocas, etc.), o que permite a alocação e expansão de áreas urbanas. São as áreas mais baixas como os Terraços Fluviais, Terraços Alúvio-Coluvionares e Terraços Colúvio-Aluvionares de Vale Estrutural. Áreas com terrenos de baixa altitude e baixa declividade e com solos do tipo Argissolos Vermelho-Amarelo. Com base nestas características, associadas à infra-estrutura viária e urbana podem-se fornecer subsídios para a expansão urbana ordenada.

MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA

Mapa de Avaliação de Potencial para Expansão Urbana

7524;604

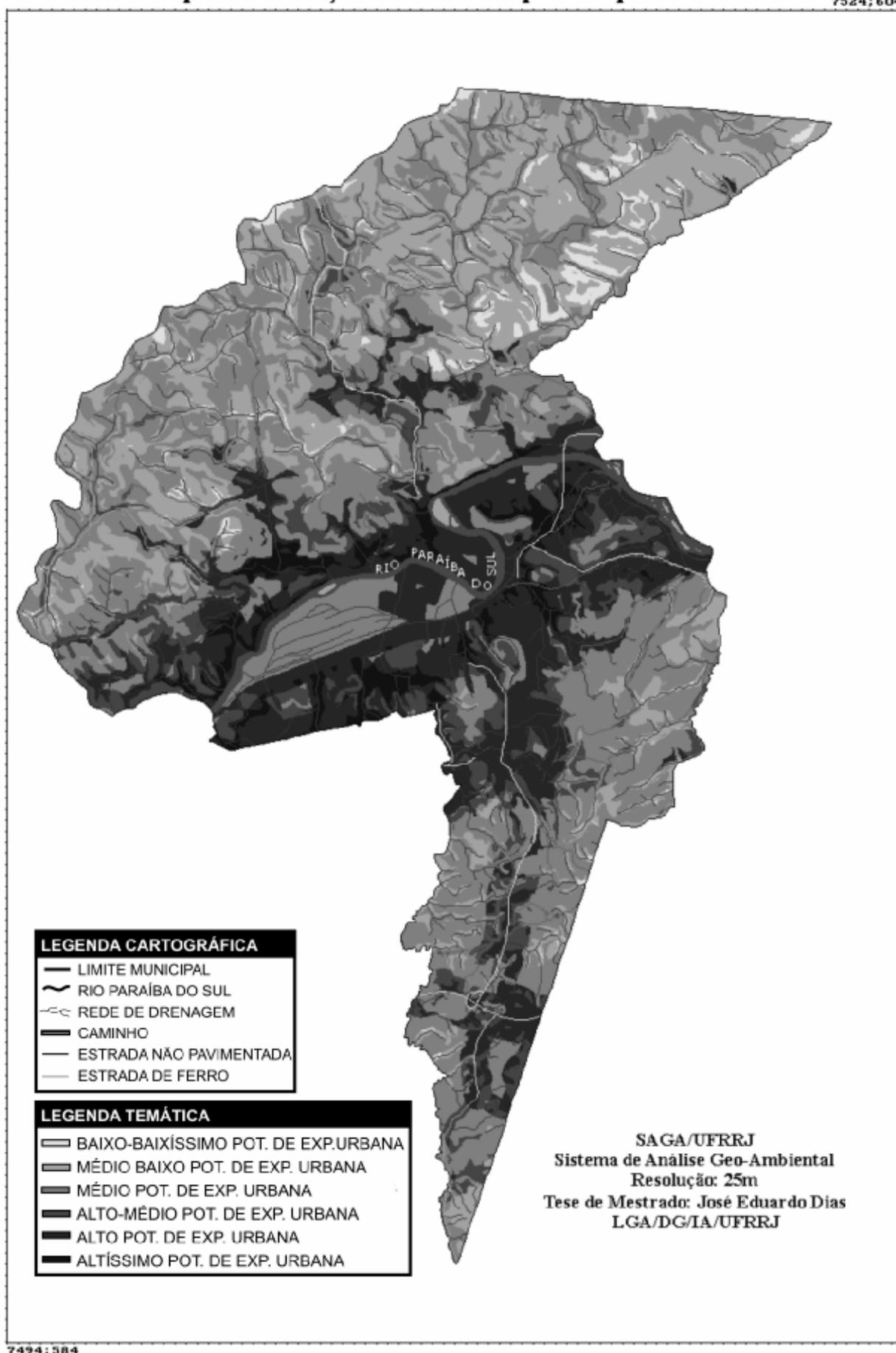


Figura 1: Cartograma Digital de Áreas Potenciais para Expansão Urbana

Com a criação da Base de Dados (utilizando-se os planos de informação) e do apoio integral das Assinaturas Ambientais, foi feita uma análise avaliativa aplicando-se o Sistema de Apoio a Decisão, correspondente ao módulo de Análise Ambiental do SAGA.

Para cada Situação Ambiental, foram apresentados: a) a influência dos planos de informação e b) a sua Análise Ambiental.

A partir das Avaliações Ambientais foi gerado um mapa de áreas potenciais para a expansão urbana no município de Volta Redonda, sendo adotado o sistema de pesos e notas para cada plano de informação ou parâmetro.

A seguir são discutidas as condições ambientais favoráveis específicas dos Parâmetros Influenciadores:

a) Geomorfologia (Peso 26%): as unidades geomorfológicas que mais influenciaram na avaliação “Áreas para Expansão Urbana” foram: Terraços Alúvio-Coluvionares (nota 10), Patamares Tabuliformes Dissecados (nota 9), Rampas de Colúvio (nota 9) e Terraços e Várzeas Fluviais (nota 8). Os baixos terraços Alúvio-Coluvionares são os mais propícios à alocação e expansão urbana pelo seu posicionamento geográfico, afastado das enchentes. Segue à sua retaguarda as Áreas Tabuliformes, um pouco mais altas e os Terraços e Várzeas Fluviais; foram nestas feições que se expandiu à cidade de Volta Redonda.

b) Declividade (Peso 24%): neste parâmetro, as classes que tiveram mais influência para as “Áreas para Expansão Urbana” no município de Volta Redonda foram: 0-2,5% (nota 10); 2,5-5% (nota 9) e 5-10% (nota 7). Este parâmetro é caracterizado pelo aspecto morfométrico das formas de relevo. A expansão urbana ocorre com segurança em declividade de até 30%. No caso da ocupação urbana em áreas com o gradiente topográfico acentuado (acima de 30%), há a necessidade de adoção de medidas preventivas.

c) Solos (Peso 20%): em relação a este parâmetro, as classes que mais influenciaram foram: Argissolos Vermelho-Amarelo (nota 9): apesar do gradiente textural acentuado propiciando alta susceptibilidade à erosão, esta classe de solo está associada às áreas morfologicamente inseridas em ambiente de baixas e médias encostas apresentando média e fraca declividade. A classe Neossolos Flúvicos (nota 8), mesmo inserida morfologicamente em ambiente de baixada, não é fator condicionante para as

inundações, pois estes solos encontram-se sob aterros. O tipo de solo é muito importante para a expansão urbana ordenada. Uma ocupação imprópria com assentamentos urbanos poderá resultar em áreas de instabilidades ambientais. As classes de solos Argissolos Vermelho-Amarelo foram as mais destacadas; correspondem às Baixas Encostas Tabuliformes. Os Neossolos Flúvicos, constituinte dos Terraços Fluviais, é também próprio para as fundações.

d) Uso e Ocupação do Solo/Cobertura Vegetal 1998 (Peso 15%): as classes relativas que apresentaram mais influência nas áreas com “Potencial para Urbanização” foram: Área Urbana (nota 10), Área em Urbanização (nota 10), Área Institucional (nota 10), Gramínea Rasteira (nota 10), Pastagem (nota 9) e Área de Lazer (nota 9). As primeiras categorias receberam nota máxima, pois estão associadas às edificações. A categoria Gramínea Rasteira, também com nota 10, favorece as alocações urbanas e institucionais; por sua vez acha-se vinculada a outros fatores naturais que a favorecem: solo, morfologia e morfometria.

e) Proximidades (Peso 15%): as classes dominantes das categorias que permitem uma maior influência antrópica para as áreas com “Potencial para a Urbanização” no município de Volta Redonda foram: Proximidade para Área Urbana (nota 10), Proximidade para Área em Urbanização (nota 10), Proximidade para Área em Urbanização com Proximidade para Área Urbana (nota 10), Proximidade Urbana com Estradas Pavimentadas (nota 10), Proximidade para Área em Urbanização com Estrada Pavimentada (nota 10), Proximidade para Área em Urbanização com Estrada não Pavimentada e Ferrovia (nota 9). Observa-se que todas as categorias que obtiveram nota máxima apresentam os dois principais tipos de ocupações urbanas (Proximidade para Áreas Urbanas e Proximidades para Áreas em Urbanização) ou associadas com outras categorias relevantes do Parâmetro Proximidade, como Estradas Pavimentadas e não Pavimentadas.

Análise Ambiental das Áreas Potenciais para a Expansão Urbana

A área urbana consolidada no município está situada, em maior parte, nas unidades morfológica terraços fluviais ao longo da planície do Rio Paraíba do Sul, ao redor da Companhia Siderúrgica Nacional e é circundada pela unidade morfológica

encosta estrutural dissecada, constituídas de formas estruturais serranas, de constituição eluvial ou saprolítica, dissecadas pela drenagem, a partir das áreas de topo interfluviais.

Das cinco classes ordinais geradas da combinação dos Planos de Informações com a aplicação do Sistema de Apoio a Decisão (SAD), foram extraídas informações relevantes sobre as áreas Potenciais para Expansão Urbana, para cada uma das categorias (Cartograma Digital Classificatório de Potencial para a Expansão Urbana - Figura 1).

a) Altíssimo-Alto Potencial para a Expansão Urbana: áreas dominadas por expressivo potencial para expansão urbana ordenada. Notas de 10 a 8 na escala ordinal de 0 a 10.

Condições ambientais: os melhores locais para a expansão urbana ordenada acham-se distribuídos nas baixas áreas dos Terraços Alúvio-Coluvionares, dos Patamares Tabuliformes Dissecados e dos Terraços Fluviais. O tipo de morfologia (áreas aplainadas), da morfometria (baixo gradiente), constituição do terreno (solos arenosiltosos ou siltico-argilosos), embasamento (rochas regolíticas) e a ocupação humana (gramíneas, área em urbanização, área urbana, pastagem), são fatores naturais e/ou antrópicos que favorecem as alocações urbanas.

Localização geográfica: nos Terraços ao longo da planície do rio Paraíba do Sul; Rampas de Colúvio, nos sopés das Baixas Encostas, e nos baixos Vales Estruturais.

Situação atual: as áreas potenciais acham-se ocupadas por pastagem, gramíneas rasteiras e por áreas em urbanização ordenadas e não ordenadas.

b) Alto-Médio Potencial para a Urbanização: áreas com bom potencial para a urbanização. Nota 7 na escala ordinal de 0 a 10.

Condições ambientais: as áreas propícias às ocupações e alocações urbanas posicionam-se nas Rampas de Colúvio e no sopé das baixas e médias encostas, ambas as feições apresentadas com baixo gradiente topográfico e solos adequados a fundações.

Localização geográfica: nas Rampas de Colúvio, nas baixas encostas e nos baixos vales. Estas áreas predominam no setor sul do município.

Situação atual: atualmente estas áreas estão ocupadas por urbanização já consolidada e também pela expansão urbana, por gramíneas rasteiras e por pastagem ao longo do trecho viário.

c) Médio Potencial para a Urbanização: áreas com condições razoáveis para a expansão urbana. Notas de 6 a 5 na escala ordinal de 0 a 10.

Condições ambientais: são áreas com topografia um pouco acentuada, como os Patamares Colinosos Aplainados e as Colinas Estruturais Isoladas. São constituídas por solos favoráveis para a alocação urbana (Argissolos Vermelho-Amarelo), apresentando gradiente topográfico ainda adequado (entre 5 e 15%).

Localização geográfica: nos Terraços Fluviais ao longo da planície do rio Paraíba do Sul e dos baixos cursos fluviais e nas médias encostas distribuídas ao longo do município.

Situação atual: áreas em franco processo de urbanização, avançando sobre a categoria natural gramíneas rasteira e áreas de pastagens decedentes.

d) Médio-Baixo Potencial para a Urbanização: as condições naturais e antrópicas são bastante fracas para a urbanização. Notas de 4 a 3 na escala ordinal de 0 a 10.

Condições ambientais: os principais fatores influenciadores para o fraco potencial de expansão urbana nessas áreas são representados pelo forte gradiente topográfico, destacando-se as Encostas Estruturais Dissecadas e os Interflúvios Aplainados e os Alvéolos Estruturais por sua localização imprópria, com dificuldades de acesso e implementação de estruturas de urbanização propiciadas pelo domínio geológico/geomorfológico relacionados a Serra da Mantiqueira, associados ao tipo de solo Argissolos Vermelho-Amarelo e à ocupação humana interagida com o uso pregresso (monocultura e pastoreio extensivo).

Localização geográfica: nas médias/altas encostas, com predominância na região norte do município.

Situação atual: atualmente estas áreas são ocupadas por pastagem, gramíneas rasteiras e alguns fragmentos florestais.

e) Baixo-Baixíssimo Potencial para a Urbanização: áreas com nulo potencial para urbanização. Notas de 2 a 0 na escala ordinal de 0 a 10.

Condições ambientais: suas condições ambientais não favorecem ocupação humana na forma de expansão urbana ordenada. Destacam-se as áreas mais baixas como os Bancos Fluviais e as áreas mais altas como Terraços Colúvio-Aluvionares de Vales Estrutural, Encosta de Tálus, Interflúvios Aplainados, Vales Estruturais, Bancos e Encostas Adaptadas a Falhas.

Localização geográfica: nas altas encostas e nos Interflúvios da região norte do município.

Situação atual: áreas ocupadas com pastagem, gramíneas rasteiras e fragmentos florestais.

CONCLUSÕES

O município de Volta Redonda, pelo seu posicionamento geográfico no eixo Rio-São Paulo, apresenta situações ambientais caracterizadas por condicionantes bióticos, físicos e antrópicos, singulares à realidade dos cenários pretérito e atual do município. O rápido crescimento demográfico e os condicionantes econômicos e sociais levaram à urbanização destas áreas que são de topografia menos favorável, resultando num quadro de instabilidade ambiental, potencializando a ocorrência de deslizamento/desmoroamento nas encostas mais íngremes.

As melhores áreas-potenciais para a expansão urbana ocorrem nas áreas mais baixas e nas baixas encostas com solos bastante adequados às fundações e ao longo da rede viária. Os fatores físicos (morfologia, morfometria, solo, altitude, geologia, etc.), em conjunto com os elementos naturais da paisagem (Cobertura Vegetal) e os parâmetros antrópicos (uso e ocupação do solo e proximidades), conforme explicitado na descrição das classes de potenciais, induzem a presença de áreas potenciais para a expansão urbana. A utilização da ferramenta de apoio à decisão é um forte aliado ao planejamento ambiental.

O uso da base metodológica para análise ambiental por geoprocessamento, pode auxiliar o poder público na tomada de decisão, por ser uma ferramenta rápida e robusta.

A importância do uso do geoprocessamento e tecnologia do Sistema Geográfico de Informação, neste caso, o SAGA/UFRJ, apresentaram a realidade ambiental do município, traduzida pela magnitude das áreas potenciais para a expansão urbana mapeada.

As Avaliações Ambientais com o uso da ferramenta do geoprocessamento mostraram a realidade ambiental do município de Volta de Redonda, traduzida pela magnitude das áreas com e sem potencialidades ambientais para a urbanização, mapeada e identificada pela área de ocorrência e varredura no Cartograma Digital Classificatório de Potencial para a Expansão Urbana. Constatou-se o valor de cada

categoria quantificada em hectare. As áreas que apresentam Altíssimo-Alto Potencial englobam 1715,12 ha; Alto-Médio Potencial ocupa 4385,81 ha; Médio Potencial abrange 3753,50 ha; Médio-Baixo Potencial perfazendo 3888,12 ha; Baixo-Baixíssimo Potencial com 5487,68. Conclui-se que há poucas áreas disponíveis para alocações urbanas sem problemas, a maioria das áreas disponível apresenta problemas ambientais, destacando-se as áreas de riscos de enchentes e movimento de massa.

Dentro de um contexto espacial, visando um planejamento ambiental/territorial baseado na análise de dados por geoprocessamento, são sugeridas algumas recomendações em termos de estimular a expansão urbana em áreas sem problemas de riscos ambientais.

Altíssimo-Alto Potencial para a Expansão Urbana: fornecer infra-estrutura básica para os assentamentos urbanos ordenados e não ordenados, já estabelecidos nessas áreas. Priorizar a expansão urbana ordenada nessas áreas potencialmente favorável à urbanização. Evitar a proliferação de formas de ocupação não planejada (favelização).

Alto-Médio Potencial para a Expansão Urbana: deve-se estimular a expansão urbana ordenada nessas áreas potenciais à urbanização. Evitar a expansão urbana nas áreas sujeitas a instabilidades ambientais tais como: as encostas íngremes e as margens dos rios.

Médio Potencial para a Expansão Urbana: a ocupação humana através da expansão urbana deve ser feita mediante estudos de geotecnia e geologia de engenharia, visando evitar a proliferação de áreas de instabilizações ambientais, principalmente os movimentos de massa.

Médio-Baixo Potencial para a Expansão Urbana: evitar a expansão urbana acelerada nessas áreas. Direcionar um tipo de uso e ocupação do solo alternativo, adotando medidas biológicas através do plantio de espécies nativas da Mata Atlântica e priorizando a manutenção das atuais ocupações do solo.

Baixo-Baixíssimo Potencial para a Expansão Urbana: não utilizar essas áreas com assentamentos urbanos, para evitar a proliferação de áreas de riscos ambientais, como Erosão do Solo e Enchentes. Deve-se manter as atuais ocupações do solo, nas encostas mais críticas deixar que a vegetação chegue a pasto, pasto sujo, capoeira, floresta secundária (área de domínio ecológico da Mata Atlântica). Nas margens de rios priorizar a recomposição da vegetação ciliar.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, C. D.; MEDEIROS, C. D. Construção de um Modelo Básico Unificado a Partir de Sistemas Stand-Alone. In: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO, II., 1996, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SAGRES, 1996. p. 503-515.

ANJOS, R. S. A. SIG e Dinâmica Territorial Modelagem dos Processos Formadores da Expansão Urbana no Distrito Federal. In: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO, II., 1996, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SAGRES, 1996. p. 227-238.

CARVALHO, E. E. et al. Análise Comparativa das Transformações do Uso do Solo entre 1984 e 1994 nas Regiões Administrativas de Santa Cruz, Campo Grande e Guaratiba. In: SEMANA ESTADUAL DE GEOPROCESSAMENTO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, I., 1996, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Fórum Estadual de Geoprocessamento - FGeo/RJ, 1996. p. 109-119.

DE BIASE, M. **Carta de declividade de vertentes: confecção e utilização.** São Paulo: Geomorfologia, Instituto de Geografia, 21, 1970. p. 8-13.

DIAS, J. E. **Análise Ambiental por Geoprocessamento do Município de Volta Redonda.** 1999, 180 f. Dissertação (Mestrado Ciências Ambientais e Florestais) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural Rio de Janeiro, Seropédica.

DRM-RJ. **Projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro. Folhas Nossa Senhora do Amparo (SF-23-Z-A-11-4) e Volta Redonda (SF-23-Z-A-V-2), 1:50.000.** Rio de Janeiro: Departamento de Recursos Minerais, 1983.

GOES, M. H. B. **Diagnóstico Ambiental por Geoprocessamento do Município de Itaguaí.** 1994, 529 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, São Paulo.

IBGE. **Folhas Nossa Senhora do Amparo (SF-23-Z-A-11-4) e Volta Redonda (SF-23-Z-A-V-2).** 1. ed. São Paulo: Secretaria de Planejamento da República, Diretoria de Geodésia e Cartografia, Superintendência de Cartografia, Carta do Brasil, Escala 1:50.000, 1973.

LAROCA, S. **Ecologia - Princípios e Métodos.** Rio de Janeiro: Vozes, 1995. 197 p.

LIMA, M. A. Planejamento urbano: utilização de Sistemas de Informação Geográfica - SIG na avaliação socioeconômica e ecológica - um estudo de caso. In: ROMEIRO, A. R.; REYDON, B. P.; LEONARDI, M. L. A. (Coord.). **Economia do meio ambiente: teoria, políticas, e a gestão regional**. Campinas: UNICAMP, 1996. p. 218-239.

LOBO, R. C. **Sistemas de Informação Geográfica nos Municípios**. Curitiba: Fator Gis, 2000. Disponível em: <<http://www.fatorgis.com.br/colunas/rodrigo/2000/01/06/htm>>. Acesso em: 1 dez. 2001.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 434 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VOLTA REDONDA. **Informações para o Plano Diretor**. Volta Redonda: Secretaria Municipal de Planejamento, Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Volta Redonda, 1994. 131 p.

XAVIER-DA-SILVA, J. **Geoprocessamento para análise ambiental**. Rio de Janeiro: Ed. Jorge Xavier da Silva, 2001. 228 p.

XAVIER-DA-SILVA, J.; CARVALHO FILHO, L. M. Sistemas de Informação Geográfica: uma proposta metodológica. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA SOBRE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA, IV., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, II., 1993, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Universidade de São Paulo, 1993. v. 1, p. 609-628.