

## ÁREAS DE RISCOS DE ENCHENTES NO MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA: UMA APLICAÇÃO POR GEOPROCESSAMENTO

**José Eduardo Dias**

Doutorando do Instituto de Agronomia - UFRuralRJ

E-mail: [mscdias@yahoo.com.br](mailto:mscdias@yahoo.com.br)

**Olga Venimar de Oliveira Gomes**

Mestranda do Instituto de Geociências - UFRJ

**Maria Hilde de Barros Goes**

Profª. do Depto., Instituto de Agronomia, UFRuralRJ

**ABSTRACT** - *This geoenvironmental study developed at the municipality of Volta Redonda, State of Rio de Janeiro, Brazil shows flooding hazardous area. Electronic data processing was done through SAGA/UFJ software, where a diagnosis study of the main issues at municipal level was performed. Conventional techniques and methods such as field surveys, map and image interpretations (Landsat), were used. Thematic maps generated were used to perform an environmental analysis.*

**Key words:** *Flooding, geoprocessing, problematic 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 Rio de Janeiro-São Paulo, abrangendo uma superfície de 181 km<sup>2</sup>. Em consequência do ciclo da industrialização, o município sofreu um crescente fluxo migratório. As encostas, as margens de rios e os fundos de vale foram indevidamente ocupados.

A retirada da cobertura vegetal e as más práticas de utilização da terra aumentaram o escoamento superficial, carreando sedimentos para os cursos d'água, provocando assoreamento e as inundações urbanas gerando prejuízos diversos à população. Tais fatores associam-se ao manejo inadequado e a antropização desordenada das bacias hidrográficas, gerando o impacto das cheias com o pico das chuvas (DIAS, 1999).

Os fatores antrópicos induziram a proliferação de áreas com instabilidades ambientais. As áreas de riscos de enchentes distribuem-se em função do fraco gradiente topográfico ao longo da

planície do rio Paraíba do Sul e nas áreas de convergências dos baixos cursos fluviais, associados ao manejo inadequado das bacias hidrográficas gerando o impacto das cheias com o pico das chuvas. As áreas de riscos de enchentes apresentam maior relevância na planície inundada do rio Paraíba do Sul, nas várzeas e baixos terraços fluviais. As áreas sujeitas a enchentes contextualizam-se num conjunto de fatores correspondentes de um geossistema, afetado por alterações espontâneas (naturais) ou por intervenções antrópicas. Estas são traduzidas como eventos na interface solo-água.

O uso de geoprocessamento como metodologia de pesquisa ambiental, apresentam procedimentos analíticos denominados avaliações ambientais, para áreas de riscos de enchentes, necessários à obtenção de conclusões úteis para o apoio à decisão quanto ao controle ambiental. As áreas de riscos geoambientais são produtos de uma análise integrada e classificatória das variáveis originalmente levantadas lançadas numa escala ordinal (GOES, 1994).

As estimativas de riscos fornecem áreas sujeitas ao processo de inundações. O uso de geoprocessamento permite estimar áreas

com altas possibilidades de enchentes (BERGAMO, 1999).

As áreas de riscos de enchentes, pelas suas características naturais e antrópicas, apresentam-se vulneráveis, pois estão sujeitas a fenômenos prejudiciais à qualidade ambiental (GOES & XAVIER-DA-SILVA, 1996).

Para este estudo utilizou-se como ferramenta o geoprocessamento, através do software SAGA/UFRJ (Sistema de Análise Geoambiental).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Para o referido estudo foi construído uma base de dados georreferenciada, com 11 planos temáticos, em escala nominal e de intervalo, assinaturas ambientais, com um plano de informação e avaliações ambientais, em escala ordinal.

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 o reconhecimento das feições geométricas, realizadas pelo processo de

vetorização interativa nestes dados escanerizados.

Criou-se a base de dados digitais, o que representou o inventário ambiental, consistindo do levantamento das condições ambientais vigentes, compostas por 11 cartogramas digitais básicos para o município de Volta Redonda:

1) dados básicos (1973): 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, 1973). Este cartograma foi considerado, desde o início dos procedimentos metodológicos, o alicerce 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 (DIAS, 1999): elaborado a partir da atualização para o ano de 1999 do mapa temático dados básicos (IBGE, 1973);

3) proximidades (1973): utilizando-se recursos do SAGA a partir do mapa temático dados básicos (IBGE, 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 (1999): idem aplicado ao mapa temático dados básicos (DIAS, 1999);

5) cobertura vegetal/uso do solo (1973): gerado a partir da carta topográfica do IBGE (1973), 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), obedecendo às unidades territoriais correspondentes àquela época;

6) cobertura vegetal/uso do solo (DIAS, 1999): o mapeamento foi elaborado a partir de dados de campo, conjugados à interpretação de imagens Landsat, na escala de 1:100.000 e fotos convencionais, relativos ao ano de 1999;

7) altitude ou hipsometria: 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 níveis apresentam

equidistância de 40 metros, com cotas variando entre 380 e 720 m;

8) declividade: 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: mapeamento gerado obedecendo aos seguintes critérios: morfologia e morfometria, constituição dos terrenos (solo e subsolo), cobertura vegetal e processos dominantes (intempéricos, pedogenéticos e morfogenéticos);

10) solos: elaborado com base nos mapeamentos geomorfológico e litológico, com saídas de campo para a identificação de classes de solos, procedendo-se à abertura de trincheiras. Elaborou-se um mapa expedito de solos para fins de planejamento ambiental;

11) geologia: 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 foram realizadas empiricamente, dando suporte às avaliações ambientais. As características naturais e antrópicas que mais influenciaram na ocorrência do fenômeno ambiental “áreas de riscos de enchentes”, foram registradas em polígonos e delimitados na carta topográficos, tendo-se a certeza ou a constatação de sua ocorrência no local selecionado. Constituindo-se em importante ferramenta de investigação empírica, fornece segurança para o desenvolvimento dos processos avaliativos para definir as principais situações ambientais. Inferências foram levantadas quanto às associações causais e características relevantes das variáveis ou parâmetros que envolvem cada fenômeno natural ou antrópico, servindo de bases para as avaliações ambientais. As assinaturas ambientais foram capitais para a efetivação das avaliações ambientais; suas informações foram fundamentais para as análises da área estudada, pois foram referenciadas geograficamente, constituindo-se no atributo de localização correspondente a fenômenos ambientais tais como “áreas de riscos de enchentes”.

O procedimento foi executado em nível de campo, assinando as áreas de ocorrência

do fenômeno ambiental. Para as áreas de riscos de enchentes, 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, sendo considerado como referência a ocorrência de correlações em áreas com características semelhantes.

O uso do geoprocessamento e tecnologia de SGI, neste caso o software 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 enchentes, traduzida pela magnitude das áreas de instabilidades 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 & CARVALHO FILHO, 1993).

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 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 instabilidades geoambientais (Cartograma Digital Classificatório de Riscos de Enchentes) (Figura 1), foram utilizados os seguintes parâmetros e respectivos pesos: geomorfologia (peso 27%); declividade (peso 25%); solos (peso 20%); uso e ocupação do solo/cobertura vegetal 1998 (peso 15%) e proximidades (peso 13%).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As áreas de riscos de enchentes se distribuem basicamente e significativamente no município na área de influência inundada do rio Paraíba do Sul (várzea e baixos terraços), sendo acentuadas pelo “mascaramento” das edificações urbana e industrial, além do manejo inadequado dos afluentes do rio Paraíba do Sul.

Convém aqui lembrar que o risco ambiental em tela representado em Cartograma Digital Classificatório Simples, cujas classes acham-se registradas em escala nominal, foi distribuído nas seguintes categorias: altíssimo, alto, alto-médio, médio, médio-baixo e baixo-baixíssimo. Para cada situação

ambiental, foram apresentados: a) a influência dos planos de informação e b) a sua análise ambiental.

Para o município de Volta Redonda, as avaliações ambientais para as áreas de riscos de enchentes foram realizadas atribuindo-se a estas classes de cada plano de informação ou parâmetro. A seguir são discutidas as considerações ambientais específicas dos parâmetros influenciadores:

- geomorfologia (peso 27%): as unidades geomorfológicas que mais influenciaram nas áreas de riscos de enchentes foram: terraços e várzeas fluviais, bancos fluviais, com nota 10, e terraços alúvio-coluvionares, com nota 8. Realmente, estas são as classes que mais contribuem para as inundações no município de Volta Redonda pelo seu posicionamento geográfico, (próximo ao Rio Paraíba do Sul), morfologia (terras baixas e planas) e fraco gradiente topográfico, somados, principalmente, às edificações urbanas e industriais distribuídas nestas feições geomorfológicas. Em segundo plano, com nota 7, surgem os terraços colúvio aluvionares de vales estruturais, associados aos médios cursos de drenagem e às rampas de colúvio; que por posicionarem-se ao longo do sopé das encostas estruturais, são receptoras dos fluxos de água que descem dessas encostas com alta energia por ocasião das chuvas concentradas. As demais categorias tiveram pouca significância para o fenômeno das enchentes, como as componentes do sistema colinas;

- declividade (peso 25%): as classes que mais influenciaram nas áreas de enchentes foram: 0-2,5% (nota 10), 2,5-5% (nota 9) e 5-10% (nota 7). A categoria que recebeu nota 10 foi declividade entre 0 a 2,5%, considerada como baixo gradiente morfométrico. Correspondem às baixas feições geomorfológicas várzeas e terraços fluviais. As demais classes estão associadas aos terraços colúvio-aluvionares e rampas de colúvio. A morfometria do relevo tem interferência na hidrodinâmica;

- solos (peso 20%): as classes de solo que tiveram maior influência para as enchentes no município de Volta Redonda foram às classes de solos GLEISSOLOS e NEOSSOLOS FLÚVICOS, ambos apresentando nota 10. Estas classes de solos no período chuvoso apresentam-se com o nível do lençol freático elevado, propiciando afloramento do aquífero, ocasionando o alagamento em algumas áreas. Cabe aqui salientar que às classes de solos GLEISSOLOS e NEOSSOLOS FLÚVICOS estão sob aterro, sendo ocupado com urbanização, cidade planejada e industrialização;

- uso e ocupação do solo/cobertura vegetal 1998 (peso 15%): as classes que mais influenciaram para o flagelo ambiental enchentes, no município de Volta Redonda, foram vegetação de campos inundáveis (nota 10), gramínea rasteira (nota 10), floresta de galeria (nota 10), área em urbanização (nota 9), pastagem (nota 9), área urbana (nota 8), olericultura (nota 8), área de lazer (nota 8) e área institucional (nota 8). O tipo de uso e ocupação do solo, a cobertura vegetal rala e a impermeabilização do solo através da urbanização, influenciam no escoamento das águas plúvio-fluviais, ocasionando as inundações, principalmente em áreas urbanas. No caso das classes correspondentes à cobertura vegetal, as duas primeiras que receberam nota 10 são áreas topograficamente mais deprimidas e mal drenadas, enquanto a floresta de galeria posiciona-se ao longo da margem do rio Paraíba do Sul. Quanto às classes referentes ao uso do solo, observa-se a presença marcante das edificações;

- proximidades (peso 13%): as classes influenciadoras no parâmetro proximidades, representando a influência antrópica foram: proximidade urbana (nota 10), proximidade urbana com estrada pavimentada (nota 10), proximidade em urbanização (nota 9), proximidade em urbanização com estrada de ferro com estrada pavimentada (nota 9), proximidade em urbanização com estrada não pavimentada (nota 8). No caso do município em tela, estas classes são as que mais têm contribuído para as inundações, devido às ações antrópicas serem bastante intensivas, como cortes no terreno para construções de estradas, ocupação desordenada do solo com a impermeabilização, aumentando o escoamento superficial, gerando o impacto das enchentes principalmente nas áreas urbanas.

Das cinco classes ordinais geradas pela combinação dos planos de informações com a

aplicação do Sistema de Apoio a Decisão (SAD), foram extraídas informações relevantes sobre as áreas de riscos de enchentes para cada uma das categorias. Está registrada no Cartograma Digital Classificatório de Riscos de Enchentes (Figura 1).

⇒ **A (altíssimo/alto risco):** áreas sempre sujeitas a enchentes. Avaliação entre 10 a 8 na escala ordinal de 0 a 10.

Condições ambientais: são áreas morfologicamente inseridas em ambiente de baixada, ao longo e no entorno da planície do rio Paraíba do Sul. O parâmetro solo, representado pela classe GLEISSOLOS, não é fator condicionante para as inundações, pois estes encontram-se sob aterros, onde foi construída a cidade planejada e instalada a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN). As cheias nestas áreas são provocadas pelos afluentes do rio Paraíba do Sul; estes encontram-se obstruídos e assoreados em função do mau uso e manejo do solo, principalmente nas áreas de captação dessas bacias hidrográficas. O uso da bacia desses afluentes interfere tanto que esta não é capaz de responder. O momento que mais chove é o que gera maior vazão e conseqüentemente maiores cheias. A impermeabilização às margens dos cursos d'água, devido à expansão urbana, acrescentando-se o acúmulo de lixo, principalmente nos córregos Brandão, Sécades e Ponte Alta, tem propiciado condições para este flagelo ambiental.

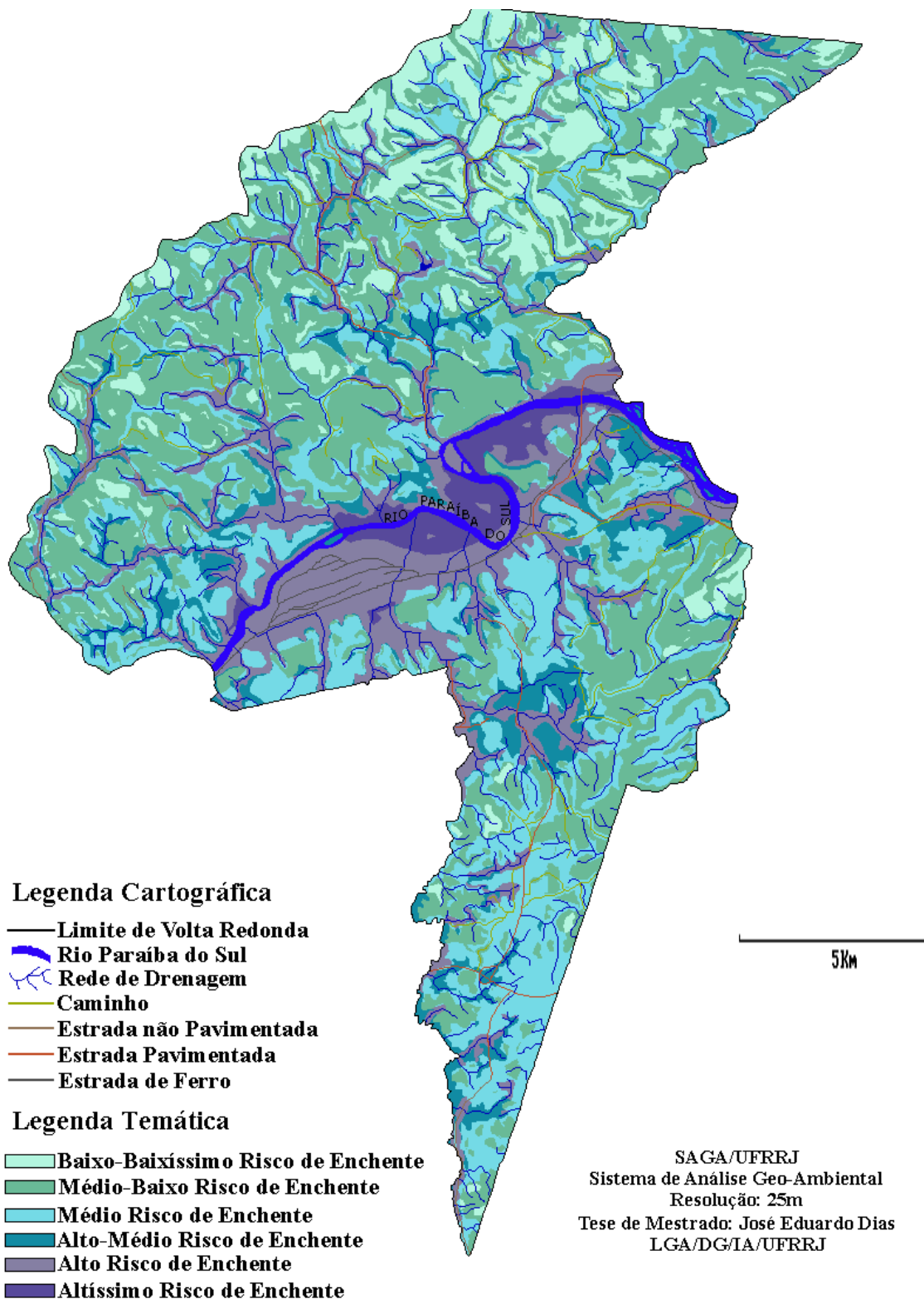


Figura 1 - Cartograma Digital Classificatório de Riscos de Enchentes



Cabe ressaltar que a partir da construção da Represa do Funil, no município de Itatiaia, o rio Paraíba do Sul tem influenciado pouco no fenômeno das enchentes no município de Volta Redonda, pois, com a represa, lamina-se cheias e torna-se possível administrar a água dentro da calha do rio.

Localização geográfica: as áreas críticas localizam-se na margem convexa do meandro do rio Paraíba do Sul (bairros Conforto, Vila Mury e algumas áreas dos bairros Vila Santa Cecília, Açude e Retiro), e a oeste do meandro, na área da CSN na várzea do rio Paraíba do Sul, a leste do meandro em direção ao município de Pinheiral, na margem direita (Loteamento Volta Grande no bairro Santo Agostinho).

Situação atual: inundações frequentes nas áreas urbanas e em urbanização e na área de convergência dos baixos cursos fluviais. Canais retificados assoreados com sedimentos e acúmulo de lixo. escoamento superficial alto, com carreamento de grande quantidade de sedimentos para os cursos d'água.

⇒ **B (alto médio risco de enchentes):** áreas afetadas por enchentes, geralmente influenciadas pelas áreas de altíssimo/alto risco. Nota 7 na escala ordinal de 0 a 10.

Condições ambientais: são áreas constituídas por terraços colúvio aluvionar de vale estrutural e rampas de colúvio, feições que podem induzir eventuais enchentes locais. As primeiras feições posicionaram-se ao longo dos médios cursos fluviais, enquanto as rampas de colúvio, conforme mencionado, são áreas receptoras de fluxos de água e sedimentos provenientes das encostas. Apresentam em sua maior parte, gradiente topográfico entre 5-10%. Por outro lado, a influência antrópica com o traçado de estradas pavimentadas e não pavimentadas, ferrovia, áreas urbana e em urbanização, dificulta o escoamento natural das drenagens.

Localização geográfica: acham-se distribuídas na convergência de drenagens dos baixos cursos fluviais, em alguns setores das Rodovias Tancredo Neves e Volta Redonda-Pinheiral.

Situação atual: obstrução dos canais pelo acúmulo de sedimento e lixo, dificultando o escoamento das águas pluviais. Áreas mal drenadas afetadas pelo sistema viário.

⇒ **C (médio risco de enchentes):** ocasionalmente são áreas afetadas por enchentes razoáveis. Nota 6 a 5 na escala ordinal de 0 a 10.

Condições ambientais: essas razoáveis inundações distribuem-se nos patamares colinosos aplainados e alvéolos estruturais, apresentando gradiente topográfico entre 5-10%. Pedologicamente localiza-se em setores de solos CAMBISSOLOS. Estes fatores influenciam no escoamento superficial que é mais rápido, não possibilitando a retenção de água.

Localização geográfica: acham-se distribuídas nas baixas/médias encostas, em setores ao longo das Rodovias Tancredo Neves e Presidente Dutra e nas pequenas planícies dos baixos cursos fluviais principalmente no setor sul do município.

Situação atual: áreas mal drenadas com escoamento superficial alto, devido à vegetação rala. Recobrimo esses solos podem ser encontradas gramíneas como sapê (*Imperata brasiliensis*) e o capim colônio (*Panicum maximum*), com intenso pisoteio do gado.

⇒ **D (médio baixo risco de enchentes):** áreas de baixa vulnerabilidade a inundações. Nota 4 a 3 na escala ordinal de 0 a 10.

Condições ambientais: em termos de expressão territorial, as áreas de médio-

baixo risco de enchentes dominam o município. Este fato pode ser explicado pela dominância do sistema geomorfológico encosta e pela única e significativa planície fluvial (sistema baixada) posicionada, somente, ao longo do rio Paraíba do Sul. As restantes das planícies (várzeas e terraços) são setores pequenos, associados ao sistema encosta. Essas áreas quase não afetadas por enchentes são as médias e baixas encostas estruturais dissecadas, que dominam o município e, também, os patamares tabuliformes dissecados, em setores de solo do tipo ARGISSOLOS VERMELHO AMARELO, situados à retaguarda da planície do rio Paraíba do Sul; seus altos vales dissecados é que são ocasionalmente atingidos.

Localização geográfica: acham-se distribuídas nas médias encostas, por todo o município de Volta Redonda.

Situação atual: solos com cobertura vegetal rala e escoamento superficial alto. Recobrimo esses solos podem ser encontradas gramíneas como sapê (*Imperata brasiliensis*) e o capim colônio (*Panicum maximum*), com intenso pisoteio do gado. Fluxo de sedimentos acelerado nos altos vales, ocorrendo enchentes nas

áreas de convergências dos baixos cursos fluviais.

⇒ **E (baixo-baixíssimo risco de enchentes)**: áreas praticamente com risco de enchentes nulo. Nota 2 a 0 na escala ordinal de 0 a 10.

Condições ambientais: áreas topograficamente mais altas, gradiente > 40%, com a presença de alguns fragmentos florestais, constituída por solos do tipo ARGISSOLOS VERMELHO AMARELO e CAMBISSOLOS, ocupadas pelo pisoteio do gado e, também, afetadas por processos intensos e acelerados de erosão. Áreas sem condições para enchentes. Ocorrem nas encostas estruturais dissecadas, interflúvios aplainados, interflúvios estruturais, encostas de Tálus, vales estruturais e encostas adaptadas à falhas.

Localização Geográfica: nas médias e altas encostas estruturais, nas colinas isoladas e nos interflúvios, em toda a extensão municipal.

Situação atual: intenso pisoteio do gado nas encostas, com processos erosivos bastante acentuados, com erosão laminar, ravinas e voçorocas. Áreas com fragmentos florestais.

## CONCLUSÃO

O município de Volta Redonda apresenta situações ambientais caracterizadas por condicionantes naturais e antrópicos, singulares à realidade dos cenários pretérito e atual. Os fatores antrópicos induziram a proliferação intensa de áreas com instabilidades ambientais (enchentes) resultantes, principalmente, pelas áreas de fraco gradiente topográfico e pela forte presença antrópica.

No trabalho aqui apresentado, as avaliações ambientais realizadas com o apoio do geoprocessamento mostraram a realidade ambiental do município, traduzida pela magnitude das áreas de riscos de enchentes mapeadas. Com base nestes resultados, são aqui apresentadas recomendações de procedimentos a serem adotados para as distintas áreas, visando à ocupação ordenada do solo:

- Altíssimo/alto risco de enchentes: viabilizar politicamente o manejo das bacias hidrográficas dos afluentes do rio Paraíba do Sul, setorizando ou estratificando as áreas com restrição de uso e com potencial para a produção de água. Manejar com consciência os fragmentos florestais, pois estes exercem influência na recarga do lençol

freático, sendo responsáveis pelo fluxo básico das bacias hidrográficas, retendo água nas vertentes, visando regularizar a saída de água na bacia, ajudando a reter a água e soltá-la lentamente para os leitos dos rios, minimizando os processos erosivos, diminuindo o escoamento superficial, o carreamento de sedimentos e a redução do assoreamento da calha dos rios. Adoção de medidas físicas utilizando obras físicas, com base em preceitos de geomorfologia fluvial, hidráulica e geotecnia. Construção de “baciões” com o objetivo de administrar a água na calha do rio, principalmente no córrego Brandão. Controlar a expansão urbana, visando reduzir a impermeabilização ao longo das margens dos rios.

- Alto-médio risco de enchentes: ampliação da rede de coleta de águas pluviais; desobstrução dos canais assoreados; adoção de medidas biológicas através do plantio de espécies nativas da Mata Atlântica; campanha educativa junto à população, no sentido de evitar que se jogue lixo nos canais e cursos d’água.

- Médio risco de enchentes: em longo prazo, permitir que a vegetação, espontaneamente, evolua para pasto sujo,

capoeira e Floresta Secundária (área de domínio ecológico); adoção de medidas biológicas através do plantio de espécies nativas da Mata Atlântica nas encostas críticas com solo exposto.

- Médio-baixo risco de enchentes: adoção de medidas biológicas, com o plantio de espécies nativas da Mata Atlântica visando diminuir o escoamento superficial nas altas encostas mais críticas.

- Baixo-baixíssimo risco de enchentes: manejar conscientemente os fragmentos florestais existentes nestas áreas; reduzir o pisoteio do gado nas encostas; evitar queimadas, para que a vegetação espontânea possa evoluir para pasto sujo, capoeira e floresta secundária; adoção de medidas biológicas, com o plantio de espécies nativas da Mata Atlântica visando diminuir o escoamento superficial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGAMO, R. B. A. *Diagnóstico ambiental no município de Mangaratiba, RJ: uma análise por geoprocessamento*. 1999. 237 f. Dissertação (Mestrado em Geologia de Engenharia e Ambiental) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

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

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

DRM-RJ. Folhas Nossa Senhora do Amparo (SF-23-Z-A-11-4) e Volta Redonda (SF-23-Z-A-V-2). Escala 1:50.000, 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, Rio Claro.

GOES, M. H. B.; XAVIER-DA-SILVA, J. Uma contribuição metodológica para diagnósticos ambientais por geoprocessamento. *In: SEMINÁRIO DE PESQUISA SOBRE O PARQUE ESTADUAL DE IBITIPOCA*, 1., 1996, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: Núcleo

de Pesquisa e Zoneamento Ambiental da UFJF, 1996. p. 13-23.

IBGE. Folhas Nossa Senhora do Amparo (SF-23-Z-A-11-4) e Volta Redonda (SF-23-Z-A-V-2). Escala 1:50.000, 1973.

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.