

Revista Brasileira de Cartografia (2012) Nº 64/1: 83-101
Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto
ISSN: 1808-0936

METODOLOGIA PARA TOMADA DE DECISÃO NO ÂMBITO DE RISCOS SÓCIO-AMBIENTAIS EM ÁREAS URBANAS: DESMORONAMENTOS E ENCHENTES EM ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS NA BACIA DO CÓRREGO CABUÇU DE BAIXO - SP

Methodology for Decision Making in the Context of Social and Environmental Hazards in Urban Areas: Landslides and Floodings over Slums Locations in Cabuçu River Basin (São Paulo - Brazil)

Tiago Badre Marino¹, Jorge Xavier da Silva² & José Alberto Quintanilha³

**¹Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ
Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia
Geociências BR-465, Km 7 – Seropédica/RJ
tiagomarin@ufrj.br**

**²Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ
Instituto de Geociências - Laboratório de Geoprocessamento
Av. Athos da Silveira Ramos, 274 - Bloco I-001 - Cidade Universitária - Rio de Janeiro/RJ
xavier@lageop.ufrj.br**

**³Universidade de São Paulo – USP
Escola Politécnica da USP – EPUSP/ Depto. Enga. de Transportes - Laboratório de Geoprocessamento
Av. Prof. Almeida Prado, travessa 2, n. 83 - CEP 05508-090 São Paulo/SP
jaquinta@usp.br**

*Recebido em 21 Abril, 2011/ Aceito em 05 Julho, 2011
Received on April 21, 2011/ Accepted on July 05, 2011*

RESUMO

A Bacia Hidrográfica do Córrego Cabuçu de Baixo é um típico exemplo do que acontece em muitas cidades brasileiras. É uma bacia em acelerado processo de urbanização, mas ainda em condições para o controle, se bem administrada pelos seus gestores. Este trabalho objetiva a criação de mapeamentos que retratem avaliação positiva das condições ambientais (que pode ser chamado de “potencial”) ou negativa (genericamente chamados de “risco” ambiental). Todos os procedimentos computacionais realizados foram conduzidos pela metodologia de Análise Ambiental, utilizando o SIG VISTA/SAGA/UFRJ para processamento dos mapeamentos, obtenção e validação dos resultados. O resultado final das avaliações ambientais realizadas produz um mapa classificado com notas entre zero e dez, onde as notas mais baixas são atribuídas às localidades mapeadas com baixo risco de ocorrências de enchentes e desmoronamentos. De forma análoga, classes com maiores notas representam localidades com ocorrência de assentamentos precários sob risco

iminente de inundações, deslizamentos de terra e desmoronamentos. Estes mapas são denominados como “Áreas Críticas”. Também são conduzidas análises para o mapeamento de áreas indicadas para transposições de localidades situadas em áreas críticas. A sobreposição destes dois últimos mapas aponta as localidades indicadas para transposições de assentamentos sob risco iminente dos eventos analisados.

Palavras chaves: Geoprocessamento, Análise Ambiental, Risco de Inundações, Riscos de Deslizamentos e Desmoronamentos, Assentamentos Precários, Cabuçu de Baixo, Análise Geo-ambiental, SAGA.

ABSTRACT

The drainage basin of Cabuçu de Baixo river is a typical example of what happened in many Brazilian cities. It is a basin in accelerated process of urbanization, but also in a position to control, if well administered by their managers. This study aims to create mappings facing positive assessment of environmental conditions (which can be called a “potential”) or negative (generically called environmental “risk”). All procedures performed are conducted by the computational methodology of Environmental Analysis, using the GIS VISTA/SAGA/UFRJ to process mappings to obtain and validate results. The final result of environmental evaluation conducted produces a “Critical Areas” map, presenting classified rates between zero and ten, where lower rates are assigned to locations mapped with low risk of occurrence of floods and landslides. Similarly, classes with higher rates represent locations where precarious settlements are mapped under imminent risk of flooding, landslides and landslides. Analyses pointing transposition areas, according to physical factors are also conducted, aiming to locate settlements under critic areas. The overlay of these both maps point transpositions indicated for settlements located under imminent risk areas.

Keywords: Geoprocessing, Environmental Analysis, Flooding Risk, Landslide Risk, Poor Settlements, Cabuçu River, SAGA.

1. INTRODUÇÃO

Os principais fenômenos relacionados a desastres naturais no Brasil são os deslizamentos de encostas e as inundações, que estão associados a eventos pluviométricos intensos e prolongados, repetindo-se a cada período chuvoso mais severo. Apesar das inundações serem os processos que produzem as maiores perdas econômicas e os impactos mais significativos na saúde pública, são os deslizamentos que geram o maior número de vítimas fatais (ROCHA, 2005).

Conforme dados do EM-DAT (2007), ocorreram 150 registros de desastres no período 1900-2006. Do total ocorrido, 84% foram computados a partir dos anos 70, demonstrando um aumento considerável de desastres nas últimas décadas. Como consequência, foram contabilizadas 8.183 vítimas fatais e um prejuízo de aproximadamente 10 bilhões de dólares. A figura 1 mostra a distribuição dos tipos de desastres naturais ocorridos no Brasil num período de mais de cem anos.

O objetivo do artigo é apresentar uma metodologia para a elaboração dos mapeamentos sócio-econômicos e o processamento das avaliações ambientais utilizando o aplicativo VISTA/SAGA como ferramenta. Uma aplicação da metodologia

desenvolvida na Bacia do Córrego Cabuçu de Baixo (SP) permite:

- a identificação de possíveis áreas críticas (assentamentos situados em áreas avaliadas como de risco iminente de ocorrência de enchentes e desmoronamentos) na bacia, através da combinação das avaliações de riscos com o mapeamento de Qualidade de Vida;

- identificação de áreas indicadas para transposição próximas de assentamentos localizados em áreas críticas.

A Bacia Hidrográfica do Córrego Cabuçu de Baixo é um exemplo típico do que tem ocorrido em muitas cidades brasileiras. É uma bacia em acelerado processo de urbanização, mas que ainda dispõe de condições de controle, se adequadamente administrada pelos seus gestores.

O processo de urbanização desta região ocorreu principalmente às margens do Córrego Cabuçu de Baixo. Estima-se que a aplicação da metodologia de Avaliação Ambiental proposta nesta documentação para a região, poderá servir como modelo reduzido para inúmeras outras cidades submetidas a processos de ocupação desordenados, sem planejamento, resultando em gravíssimos impactos ambientais e sociais como poluição da bacia hidrográfica, assoreamento de rios, construções de habitações irregulares,

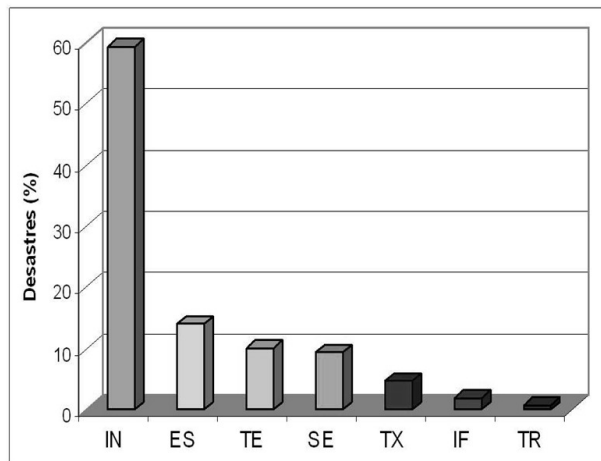


Fig. 1 - Tipos de desastres naturais ocorridos no Brasil (1900-2006). Legenda: IN – Inundação, ES – Escorregamento, TE – Tempestades, SE – Seca, TX – Temperatura Extrema, IF – Incêndio Florestal e TR – Terremoto (EM-DAT, 2007).

insegurança, precariedade nos serviços de transporte, saúde, educação.

1.1. A área de estudo: Bacia do Córrego Cabuçu de Baixo - Características e Complexidade

O Córrego do Cabuçu de Baixo é um dos afluentes da margem direita do rio Tietê, com sua foz situada próxima à ponte da Freguesia do Ó, zona norte da cidade de São Paulo (Brasil). Sua bacia hidrográfica está localizada ao norte do Município de São Paulo, possui uma área aproximada de 42 km² e é composta por vários outros córregos cujas nascentes estão ao norte, dentro do Parque Estadual da Cantareira, um dos mais importantes remanescentes de Mata Atlântica do Município de São Paulo e considerado pela UNESCO como reserva da biosfera, ocupando 30% de toda a bacia.

A bacia é constituída por relevo de morros e montanhas com grandes declividades na sua porção norte, que vai suavizando até alcançar na sua porção final a planície aluvial do Rio Tietê. A região de relevo mais acidentado, antiga zona rural, é justamente aquela com ocupação mais recente, caracterizada por invasões e ocupações desordenadas que provocam intenso desmatamento em áreas de risco geológico. Na bacia existem aproximadamente 150 favelas, sendo 28 localizadas em áreas críticas de risco geotécnico, todas na porção norte da bacia (ATLAS, 2002).

Desconsiderando os fatores sociais e econômicos envolvidos, a heterogeneidade da

mancha urbana na bacia pode ser notada pelas diferenças no padrão das edificações (aglomeração, dimensão, forma), no sistema viário (pavimentação, largura e a não uniformidade no traçado). Grande parte das áreas, localizadas próximas ao limite entre regiões de cobertura florestal e urbana, é tomada por um processo de ocupação irregular (NOBREGA, 2007). Uma descrição detalhada das características físicas, sociais, bem como o processo de urbanização da região onde se localiza a área de estudo pode ser vista em Barros (2004) e Barros et al (2005).

O número de edificações instaladas nessas áreas aumentou consideravelmente nas últimas décadas, sem seguir um planejamento para comportar tal crescimento urbano. De forma análoga, o sistema viário foi sendo formado de modo a suportar o escoamento da população residente. Verifica-se, com isso, a heterogeneidade com que as ruas têm sido formadas. Outro ponto fundamental a ser considerado é a predominância de um relevo acidentado (descrito em detalhes em NOBREGA, QUINTANILHA e BARROS, 2005), acentuando, ainda mais, as características mencionadas.

O Córrego Cabuçu de Baixo é afluente do Rio Tietê pela sua margem direita, tendo suas nascentes junto a Serra da Cantareira. Localiza-se na região norte da cidade de São Paulo e tem, como bacias hidrográficas vizinhas, a leste o Córrego do Mandaqui e a oeste, o Córrego das Pedras e o Ribeirão Verde.

Parte de sua ocupação apresenta-se consolidada há muito e, outra parte, notadamente nas cabeceiras, com um processo de urbanização acelerado e completamente desordenado, mais recente - um cenário corriqueiro em nosso país.

Essa área é composta por floresta tropical densa e moderada, situada em terreno acidentado, cuja remoção para a introdução da ocupação têm gerado problemas ambientais. Grande parte das áreas, localizadas próximas ao limite entre regiões de cobertura florestal e urbana, é tomada por um processo de ocupação irregular. Bairros como Vila Brasilândia, Parada de Taipas e Vila Nova Cachoeirinha, entre outras, estão totalmente ou em grande parte dentro dessa bacia.

A escolha da Bacia do Córrego Cabuçu de Baixo como “área piloto” para os estudos se deu, essencialmente, devido à diversidade de cenários apresentados por esta região. Fatores naturais,

sócio-econômicos, terrenos acidentados, presença de várzeas, declives muito e pouco acentuados, que quando combinados, resultam numa gama maior de resultados.

Este artigo além, desta introdução, que contém um breve resumo do assunto, está estruturado da seguinte forma: o item 2 apresenta os fins do texto; o item 3 descreve a metodologia empregada; os resultados são apresentados no item 4; e finalmente, as conclusões no item 5.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O uso de termos derivados do coloquial, em pesquisas, é naturalmente gerador de problemas de entendimento de seus significados. Por outro lado, em pesquisas ambientais, é comum sua utilização, muitas vezes difundida e questionada. Em princípio, os termos usados em pesquisa devem ser intrínsecos, referindo-se a um fenômeno identificável, e apresentando simplicidade e facilidade de utilização. Alguns vocábulos de uso corrente podem ter essas características e serem usados em classificações ambientais. É o caso dos termos “riscos” e “potenciais”, imediatamente associados a locais que apresentem, respectivamente, dificuldades ou facilidades de utilização dos locais para moradia humana ou para qualquer outra finalidade (para prospecções geológicas, por exemplo). As primeiras perguntas que poderão ser feitas quanto a uma situação identificada de risco ou potencial de uso são, naturalmente, “onde?”, “risco de quê”, “até onde?”. Tais perguntas denotam o caráter espacial que podem assumir os termos risco e potencial e suas associações com fenômenos específicos. O atendimento a essas questões é propiciado pelo uso dos termos riscos e potenciais em textos e mapeamentos relativos a pesquisas ambientais que usem Geoprocessamento (Bonham-Carter, 1994, p.267-269) Ao lidar com dados georreferenciados, este campo técnico-científico torna dominante a natureza espacial da incidência de riscos ou potenciais ambientais. Esse uso não significa que deva ser negado o valor de associações entre campos de pesquisa, o que é particularmente verdadeiro quanto à Demografia, conforme demonstrado por Marandola e Hogan, 2006.

Uma característica fundamental da pesquisa ambiental baseada no Geoprocessamento é a ampla e exaustiva varredura da área geográfica considerada, em busca da convergência múltipla

espaço-temporal da ocorrência de características ambientais. Este fato implica em diversos tratamentos integradores que concedem preferência, sem serem excludentes, a conceitos intrínsecos, auto-definidores das variáveis envolvidas. Essa preferência minimiza a esperada incidência de erros difusos no duplo processo de integração das variáveis ao longo das dimensões taxonômica e espacial, a ser executado pelo Geoprocessamento.

Uma observação histórica refere-se à obrigatória inclusão generalizada da presença humana nos quadros de riscos e potenciais ambientais. O tratamento de riscos ambientais, na Geomorfologia, tradicional campo de pesquisa da Geografia e da Geologia, tem sido conduzido pelas noções de frequência de ocorrência de um fenômeno, independentemente de ser este um perigo para a população. Tal uso independente é característico da identificação de rápidos e esporádicos escoamentos hídricos superficiais, geradores da deposição de clásticos. Esses escoamentos, uma vez aumentada sua frequência, podem gerar rampas de colúvio na base de encostas montanhosas, em ambientes desérticos. Esse conhecimento da natureza dos espraiamentos de sedimentos associados à frequência (risco) de desmoronamentos e deslizamentos ocorrentes em encostas, em ambientes desérticos, tem tradicionalmente, orientado a explicação da ocorrência de formações sedimentares (talus, rampas colúvias, terraços fluviais) herdadas e existentes em ambientes atuais ou pretéritos. Com algumas possíveis e raras exceções, esta origem está dissociada da presença humana. Esta é uma raiz para o termo “risco” conter, essencialmente, a estimativa de uma possível ocorrência de um fenômeno. Tal proposição não significa, obviamente, que não se deva considerar os efeitos da concretização de um risco sobre a população local, o que pode representar um perigo (“perigo” é, não por coincidência, uma das acepções possíveis de “*hazard*”, em inglês). Ressalte-se que, nos casos de maior envergadura, tais concretizações de riscos podem ser consideradas desastres ambientais, independentemente do número de habitantes afetados, se a população local não puder recuperar as prévias condições ambientais com seus próprios recursos (EM-DAT, 2012). É o caso da desertificação progressiva de áreas geográficas em

zonas periféricas de desertos em expansão, sob comando de mudanças climáticas, com a ação humana sendo apenas e eventualmente um fator coadjuvante. Em tempos de altas elucubrações sobre mudanças climáticas, é razoável, ou talvez conveniente, considerar “riscos”, sua aceitação mais intrínseca e direta e estimá-los com técnicas integradoras de dados, como são as de Geoprocessamento. Essas técnicas são capazes de reproduzir a convergência de fatores causadores de eventos e entidades ambientais. Fica assim facilitada a aceitação, pelas administrações públicas e privadas, da clara definição de áreas de risco que mereçam atenção, inclusive aquelas onde danos à população podem ocorrer. Outras áreas, estas não ocupadas, estarão também sinalizadas quanto a possíveis usos (utilizações diretamente controladas, caso do uso militar) e adaptações no futuro.

O Geoprocessamento, em síntese, permite o tratamento da convergência de fatores típica da realidade ambiental, identificando os locais específicos onde ocorrem tais convergências e, assim, caracterizando-os como locais de risco ou de potenciais de utilização, também específicos. Os fatores considerados podem ser físicos, bióticos ou sócio-econômicos, isoladamente ou em combinações entre os mesmos. Os dados de cada fator aparecem em um nível de sistematização básico, ligado apenas ao esforço despendido em suas classificações. As sistematizações são notórias geradoras de erros, principalmente quando usadas em estruturas de integração de dados, como são as análises por critérios múltiplos, por exemplo, de grande uso em pesquisa ambiental. Os dados serão julgados em relação ao risco ou potencial, ou seja, quanto às chances de ocorrência de eventos negativos ou positivos em relação à ocupação humana, mas que também podem ser analisados em situações independentes da utilização pelo homem. A convergência dos dados, em termos de locais de ocorrência, define a distribuição espacial das áreas de risco ou potencial, considerando a contribuição de cada fator, sem manipulações ou associações conceituais prévias, como podem ser as agregações ou partições entre fatores naturais e sociais.

Questões ambientais de todas as naturezas, origens e níveis têm sido observadas ao longo do tempo, e os impactos das ações humanas e dos fenômenos naturais vêm sendo estudados, e pública e freqüentemente discutidos e divulgados,

especialmente nos últimos trinta anos (MELO FILHO, 2003).

A metodologia de Geoprocessamento adotada foi elaborada conforme XAVIER DA SILVA e CARVALHO (1993) e XAVIER DA SILVA (2001), para os quais as ocorrências desses problemas de impacto ao meio ambiente saudável são comuns, dentro de dimensões básicas do mundo físico, por isso apresentam dimensão territorial e ocorrem segundo um processo dinâmico, como função do tempo. Com base em informações de séries temporais dos registros das ocorrências desses fenômenos ambientais, pode-se aprender o comportamento de sua evolução e elaborar previsões sobre prováveis ocorrências futuras.

Para compreender bem o fenômeno, o homem, em seu processo de constante evolução, elabora metodologias e procedimentos para o seu aprendizado. Dessa forma, desenvolve processo de levantamento de todos os aspectos para ter conhecimento da situação atual, o que possibilita suporte ao seu diagnóstico. Com base nesse diagnóstico, pelo qual se tem a identificação e forma da ocorrência dos fenômenos que atuam sobre o ambiente em estudo, pode-se proceder ao prognóstico, pelo qual se faz sugestões para se modificar as condições de uso dos recursos, e faz-se também previsões para os casos de haverem sido, ou não, tomadas pelo administrador as providências quanto às medidas mitigadoras e compensatórias XAVIER DA SILVA (2001).

Ao se debruçar para o estudo de conceitos e princípios lógicos utilizados na pesquisa científica e, especialmente no Geoprocessamento, XAVIER DA SILVA (op.cit.) destaca as abordagens do Teorema de Bayes - que se baseia na probabilidade condicional, ou de indicadores, em que a ocorrência de um fenômeno é determinada, uma vez constatada a presença de um outro fenômeno a ele associado, e leva especialmente em conta o conhecimento prévio do pesquisador, que é incorporado ao sistema; da lógica booleana - que considera as regras algébricas AND, NOT, OR e XOR, e, de estrutura binária, sempre por decisão de verdadeiro ou falso para um determinado evento, permite sucessões de combinações de atributos espaciais; e da lógica Fuzzy ou nebulosa, também descrita por BONHAM-CARTER (1998), como uma função de pertinência que exprime a possibilidade de uma variável constituir um plano de informação ambiental.

A lógica Fuzzy, introduzida por Lotfi Zadeh, em 1965, procura modelar os modos imprecisos do raciocínio, que têm um papel fundamental na habilidade humana de tomar decisões. Este processamento nebuloso incorpora a riqueza das informações fornecidas por especialistas (ZADEH, 1965). Ela pode ser expressa como a booleana (0 ou 1), mas, no caso de representar uma variável contínua, como os níveis de concentração de arsênico em sedimentos lacustres, há valores intermediários presentes (entre 0 e 1), que são significativos nos seus efeitos. Então, em escalas de intervalo ou razão, essa função de pertinência pode significar a possibilidade de ocorrência de determinado fenômeno ambiental.

MELO FILHO (2003) apresenta a metodologia de mapeamentos de riscos ambientais (enchentes e desmoronamentos) e de qualidade de vida na Bacia do Canal do Mangue (cidade do Rio de Janeiro), integrando o ambiente físico ao humano. Suas análises são estruturadas numa árvore de decisão (XAVIER DA SILVA, 2001), conjugando fatores naturais e históricos, riscos por intervenção humana, infra-estrutura básica do estado e do indivíduo, condições sociais e herança cultural e conjuntura econômica como fatores contribuintes para a determinação dos diferentes níveis de riscos e qualidade de vida na região de estudos.

2.1 Formulação da análise ambiental

A formulação de média ponderada é proposta nas avaliações ambientais, conforme a seguir exposta:

$$A_{ij} = \sum_{k=1}^n P_{ij(k)} \times N_{ij(k)} \quad (1)$$

onde:

n - número de parâmetros (mapas) utilizados;

A_{ij} - possibilidade de ocorrência do evento analisado no elemento (pixel) i,j da matriz (mapa) resultante;

$P_{ij(k)}$ - peso (percentual) da contribuição do parâmetro “k”, em relação aos demais, para a ocorrência do evento analisado;

$N_{ij(k)}$ - nota, segundo o(s) avaliador(es), dentro da escala de “0 a 10”, da ocorrência do evento analisado, na presença da classe encontrada na linha i, coluna j do mapa k.

A partir desta formulação de Análise Ambiental, podem ser feitas as seguintes

proposições, também segundo XAVIER DA SILVA (2001):

- $A_{i,j}$ exprime a possibilidade resultante do produto da formulação ambiental, numa escala de 0 a 10, para a ocorrência de um evento, ou entidade ambiental, que seja causado, em princípio, pela atuação convergente dos parâmetros ambientais nela considerados;

- os dados envolvidos na avaliação podem ser lançados em uma escala ordinal que varie entre 0 e 10 ou entre 0 e 100, para que seja gerada uma amplitude de variação suficiente a permitir maior percepção da variabilidade das estimativas;

- a normalização dos pesos, restritos entre os valores 0 e 1, resulta na definição do valor do peso atribuído a um mapa como o valor máximo que qualquer das classes daquele mapa pode assumir. Por exemplo: atribuir um peso de 40% ao parâmetro “declividades”, numa análise, significa que o máximo que uma determinada classe deste mapa pode contribuir na determinação da probabilidade de ocorrência do evento analisado é de 4, numa escala de 0 a 10.

3. METODOLOGIA

3.1 A Escolha do SAGA/UFRJ

O Sistema de Análise Geo-Ambiental - SAGA/UFRJ foi implantado inicialmente em 1983 no Departamento de Geografia da UFRJ, pelo Prof. Dr. Jorge Xavier da Silva, coordenador do então Grupo de Pesquisas em Geoprocessamento (GPG). Foi desenvolvido como um sistema para aplicações ambientais de fácil implantação e utilização em equipamentos de baixo custo, o que se tornou possível, principalmente, graças ao crescimento da popularidade e uso de microcomputadores do tipo IBM-PC.

Estimativas de riscos de desmoronamentos e de enchentes, potenciais turístico e de urbanização, levantamento e diagnóstico de remanescentes da Mata Atlântica no Espírito Santo, para fins de preservação, e a análise da qualidade de vida em favelas, constituem uma pequena amostra das pesquisas realizadas pela comunidade de usuários, através da utilização do Sistema de Análise Geo-Ambiental – SAGA/UFRJ (www.lageop.ufrj.br) que é uma ferramenta específica para o processamento das avaliações ambientais. Outro fator essencial é a possibilidade de acesso ao código fonte do programa, viabilizando a criação das rotinas.

O VISTA/SAGA foi escolhido como ferramenta de aplicação em função de sua praticidade em se alcançar a finalidade proposta.

3.2 Árvore de Decisão: Transposições para Áreas de Riscos

A Figura 2 ilustra os materiais e processos aplicados no trabalho. As caixas foram coloridas de modo a diferenciar os processos (retângulos) e produtos (paralelogramos) específicos da metodologia apresentada (azul) da aplicação específica para a Bacia do Cabuçu (laranja).

Todo o processo é modelado numa estrutura de representação denominada “Árvore de Decisão” (BURROUGH e MCDONNELL, 1998), que apresenta, passo a passo, cada avaliação intermediária necessária a se chegar ao resultado final (“Transposições Indicadas para Riscos de enchentes e/ou deslizamentos e desmoronamentos”).

Constituem os procedimentos metodológicos:

Base de Dados Sócio-Econômica

No estrato superior do fluxograma apresentam-se a malha e dados censitários, obtidos a partir do IBGE (2002). Constituem os elementos necessários para a geração de mapas temáticos que

compõem a base de dados sócio-econômica do estudo. O processo é viabilizado, para esta particular aplicação, por meio da utilização do “Módulo de Criação de Mapas Temáticos”, componente do aplicativo VISTA/SAGA. A seleção dos índices sócio-econômicos para a elaboração do mapeamento da Qualidade de Vida foi baseada no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e o Índice de Condições de Vida (ICV), abordando variáveis nas seguintes dimensões:

- Infra-estrutura básica do estado e do indivíduo: Domicílios com água canalizada da rede geral; Domicílios com coleta de lixo por serviço de limpeza; Domicílios ligados à rede esgotamento.
- Condições sociais e herança cultural: Densidade média de habitantes por domicílio; Nível médio de escolaridade; Nível de analfabetismo.
- Condições de Renda: Renda média dos responsáveis por domicílios; Responsáveis com renda inferior a 1 salário mínimo.

Base de Dados Física

Trata-se do conjunto de mapeamentos físicos da região de estudos. É composto pelos fatores físicos que influenciam diretamente, na concepção

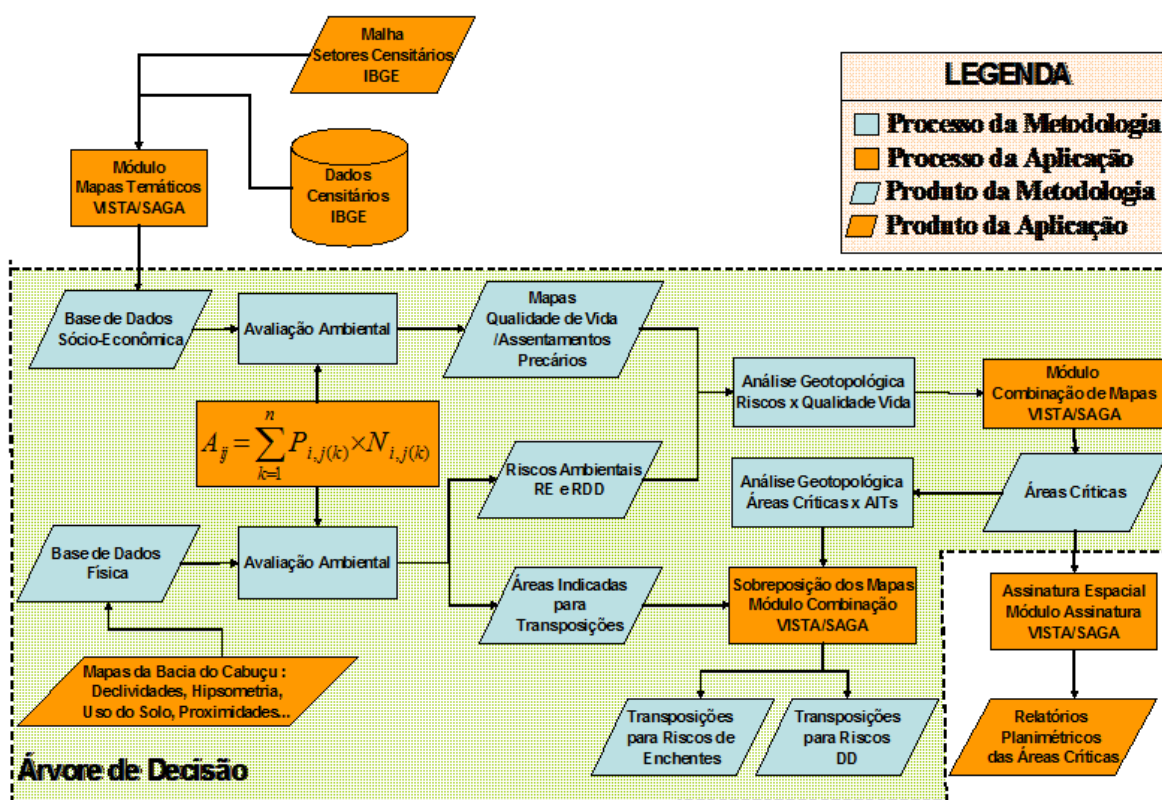


Fig. 2 - Organização metodológica do trabalho.

dos analistas, na ocorrência dos riscos ambientais analisados. Para a aplicação na Bacia do Cabuçu foram utilizados os mapas de Uso do Solo e Cobertura Vegetal, Declividades, Altimetria, Proximidades Viária e da Rede de Drenagem, Geomorfologia e Geologia, disponíveis à época desta aplicação.

Avaliação Ambiental

A partir das bases de dados sócio-econômica e física aplicou-se formulação da Avaliação Ambiental para obtenção dos mapas de “Qualidade de Vida/Assentamentos Precários”, “Riscos Ambientais” (Riscos de Enchentes - RE e Riscos de Deslizamentos e Desmoronamentos - RDD) e “Áreas Indicadas para Transposições” (AITs). A escolha do algoritmo avaliativo para o processamento das análises também é flexível a outras formulações e aplicativos, a critério do avaliador.

Análises Geotopológicas

Segundo XAVIER e ZAIDAN (2007, p. 20), “O Geoprocessamento tornou possível, em uma escala inimaginada, analisar a Geotopologia de um ambiente, ou seja, investigar sistematicamente as propriedades e relações posicionais dos eventos e entidades representados em uma base de dados georreferenciados, transformando dados em informação destinada ao apoio à decisão”.

A identificação de “Áreas Críticas” é produto de uma Análise Geotopológica, uma vez que a sobreposição (overlay) do mapa de “Qualidade de Vida” aos “Riscos Ambientais”, processada no módulo “Combinação de Mapas” do VISTA/SAGA, resultará na combinação de todas as entidades (classes) do primeiro com o segundo mapa. O resultado viabiliza a identificação de ocorrências de incidências conjuntas de duas classes quaisquer de interesse para o estudo.

O termo é utilizado para definir o ganho de conhecimento oriundo do resultado desta operação uma vez que serão mapeadas localidades cuja baixa qualidade de vida incida em áreas de alto risco, ou seja, são áreas críticas. A ocorrência conjunta entre áreas de alto risco e baixa qualidade de vida constitui uma relação geotopológica entre as duas classes combinadas, no mapa resultante.

Relatórios planimétricos são realizados, através do módulo “Assinatura Ambiental”, do

VISTA/SAGA, a fim de quantificar espacialmente as áreas críticas.

Finalmente, os mapas de “Áreas Indicadas para Transposições” são combinados com os mapas de “Áreas Críticas” e, novamente, através da análise geotopológica são identificadas áreas indicadas para transposições para riscos de enchentes e riscos de deslizamentos e desmoronamentos (estrato inferior da Figura 2)

Para a síntese final de integração dos dados, foram elaboradas árvores de decisão distintas, estruturadas em bases da geografia física da região de estudo, e em bases da geografia humana, para as quais se tomou como princípio os componentes ambientais tradicionalmente pesquisados para a criação dos índices que expressam os níveis de desenvolvimento regional e de qualidade de vida.

Na Figura 3 apresenta-se a estrutura completa da árvore de decisão múltipla, forma pela qual foram geradas as análises ambientais. E, nas demais, imediatamente a seguir, expõem-se individualmente as árvores dos temas físicos e das características populacionais que integraram os estudos para a definição da distribuição territorial da qualidade de vida e riscos na região da bacia do Cabuçu.

O diagrama da Figura 3 é denominado “Árvore de Decisão” (XAVIER DA SILVA, 2001), uma vez que propicia, em seus diversos níveis, apoio a decisões quanto ao seu objetivo formal, ou seja, estimar a quantidade, a localização e a extensão dos movimentos populacionais a serem executados em uma área, tendo em vista a melhoria da qualidade de vida de seus habitantes. Cada um dos retângulos representa um mapeamento digital de um parâmetro de análise ou uma avaliação ambiental que tenha sido executada.

A inspeção desta árvore de decisão, como também das parciais seguintes, possibilita que se apresentem constatações relevantes quanto à origem dos dados:

- No estrato inferior da figura (nós folhas da árvore) constam os mapas básicos elaborados e que constituem os componentes ambientais decisivos para as análises que se vai empreender, e que são resultantes de levantamentos e de interpretações da realidade ambiental da Bacia do Cabuçu.

- Os mapas da geografia física, utilizados nos ramos de riscos de enchentes e deslizamentos,

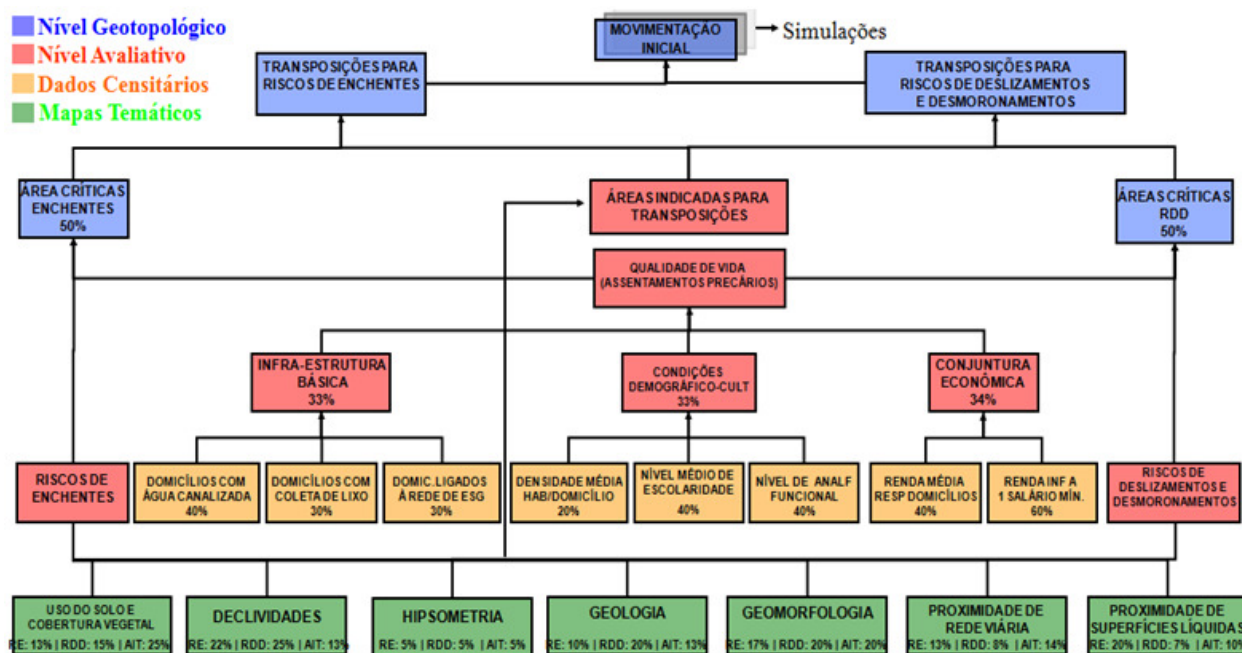


Fig. 3 - Árvore de decisão: Transposições de Assentamentos Precários (adaptado de XAVIER DA SILVA, 2007).

foram elaborados por meio de estudos realizados no projeto “Cabuçu de Baixo” (BARROS, 2004). A partir destes foram realizados procedimentos de conversões dos mapas digitais, em formato SHP para o formato Raster/SAGA.

Os mapas da realidade ambiental sob a perspectiva da geografia humana, utilizados nos ramos infra-estrutura, condições sociais e condições de renda foram gerados a partir dos dados censitários produzidos por IBGE (2002), referentes à Base de Informações por Setor Censitário – Censo demográfico 2000.

Os mapas derivados e resultantes de análises mostram-se de forma assimétrica no modelo, e foram elaborados no ambiente do programa VISTA/SAGA.

A estimativa de mais alto nível foi obtida a partir da conjugação e integração das Condições Físico-Ambientais com a representação cartográfica das Condições de Renda, e constitui, para o elevado nível de detalhe possibilitado pela escala e resolução adotadas, a distribuição territorial de locais indicados para transposições de assentamentos precários.

Deve-se esclarecer que as escolhas dos parâmetros (mapas) envolvidos bem como atribuições de pesos e notas para as avaliações realizadas neste trabalho foram realizadas de acordo

com a opinião do pesquisador deste projeto, que não detém todos os conhecimentos suficientes para uma análise deste nível de complexidade. Vale lembrar que este é um processo extremamente interativo e interdisciplinar, devendo contar com técnicos especializados nos temas em discussão a fim de se obter valores mais próximos da realidade. Neste caso o objetivo principal é de apresentar a metodologia de localização de áreas sob riscos ambientais.

3.2.1 Detalhamento dos fatores abordados

Riscos de Enchentes - RE

A parte mais inferior da figura 4 é constituída pelos mapas digitais Uso do Solo e Cobertura Vegetal, Declividades, Hipsometria, Geologia, Geomorfologia, Proximidade de Rede Viária, Proximidade da Rede Hidrográfica. Este nível foi denominado Base Temática Inicial. A partir da combinação destes sete parâmetros, ponderados de acordo com o grau de importância, na concepção do avaliador, foi gerada a carta de Riscos de Enchentes.

Riscos de Deslizamentos e Desmoroamentos - RDD

A figura 5 mostra as ponderações atribuídas aos fatores relacionados aos deslizamentos e desmoroamentos, para a aplicação considerada.

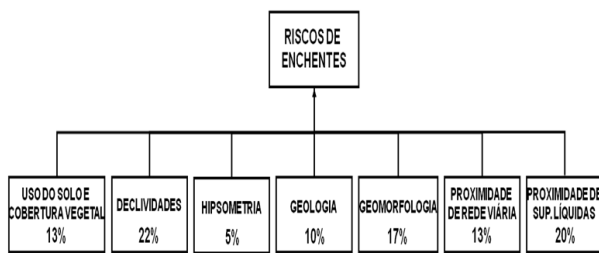


Fig. 4 - Composição da Árvore de Riscos de Enchentes.

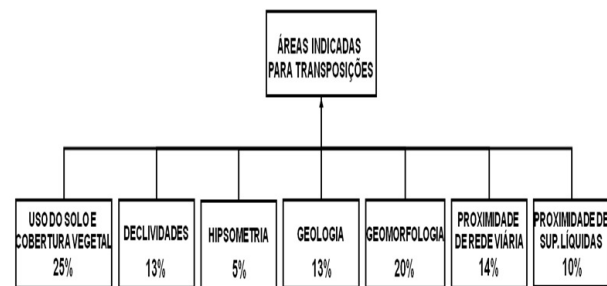


Fig. 6 - Composição da Árvore de Áreas Indicadas para Transposições.

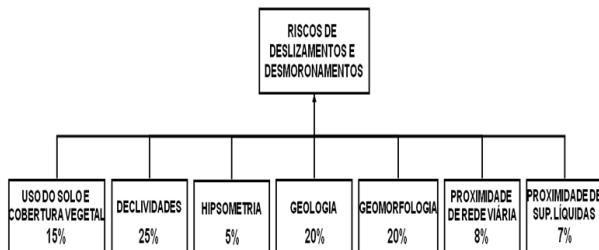


Fig. 5 - Composição da Árvore de Riscos de Deslizamentos e Desmoronamentos.

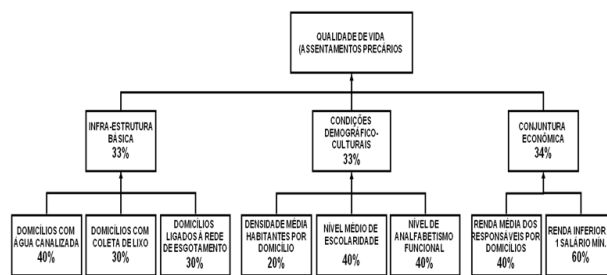


Fig. 7 - Composição da Árvore de Qualidade de Vida (Assentamentos Precários).

Áreas Indicadas para Transposições

A avaliação processada na árvore retratada na Figura 6 aponta as áreas indicadas para transposições de assentamentos precários em função da conjugação dos fatores físicos apresentados como parâmetros desta análise (uso do solo, declividade, faixa altimétrica e demais condicionantes), considerados ideais para a habitação humana.

Qualidade de Vida (Assentamentos Precários)

A Árvore de Decisão representada na Figura 7 apresenta oito mapas oriundos de dados censitários. Os dois mapas à direita do observador são relativos às condições de renda dos habitantes dos setores censitários (“renda média dos responsáveis por domicílios” e “% da população com renda inferior a um salário mínimo”). Estes dois mapas geraram, por avaliação, o mapa denominado “Condições de Renda”, o qual retrata, à luz dos parâmetros usados, as condições econômicas da população. Analogamente, com os mapas “Domicílios com água canalizada”, “Domicílios com coleta de lixo” e “Domicílios ligados à rede de esgotamento”, situados à esquerda, neste alinhamento, foi gerado, por avaliação, o mapa “Infra-Estrutura Básica”. E por último, os três mapas

do meio, representados por “Densidade média de habitantes por domicílio”, “Nível médio de escolaridade” e “Nível de analfabetismo” compõem as “Condições Demográfico-culturais”.

Esses três mapas (“Infra-Estrutura”, “Condições Demográfico-culturais” e “Condições de Renda”), geraram, por avaliação, o mapa “Qualidade de Vida (Assentamentos Precários)”, a ser utilizado posteriormente, durante a execução do nível de análise definidor de “Áreas Críticas”.

Reitera-se que a seleção dos parâmetros sócio-econômicos foi baseada no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e o Índice de Condições de Vida (ICV), apresentados na sessão “Base de Dados Sócio-Econômica” do item 3.4.

Árvores de Áreas Críticas

O primeiro relacionamento é a identificação de áreas comuns entre os mapas de riscos (neste caso apenas enchentes e movimentos de encostas) e o mapa que sinaliza os locais onde já existem assentamentos precários ou nos quais tais assentamentos poderão vir a existir, por serem áreas, em princípio, carentes quanto às condições socioeconômicas e/ou de infraestrutura. Esta conjugação é representada na Figura 8.



Fig. 8 - Composição das Árvore de Áreas Críticas para Riscos de Enchentes e Riscos de Deslizamentos e Desmoronamentos.

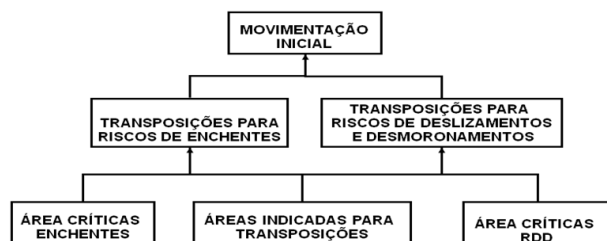


Fig. 9 - Composição da Árvore de Áreas Críticas para RE e RDD e Transposições Possíveis

Árvores de Áreas Críticas para RDD e RE e Transposições Possíveis

Conjugando os dois mapas do penúltimo sub-nível determinam-se as “Áreas Críticas para Riscos Deslizamentos e Desmoronamentos e Riscos de Enchentes” (Figura 9). Torna-se possível identificar, com apoio em definições quanto a distâncias máximas recomendáveis para transposições de população, a fim de evitar impactos econômicos e sociais, quais as áreas de riscos quanto a enchentes nas quais já existam assentamentos precários e que poderão ser transferidas para áreas melhores em termos de condições físicas, bióticas e sócio-econômicas (proximidades de vias de transporte, terrenos de topografia não acidentada e sem riscos de enchentes, por exemplo).

Um outro produto importante deste confronto entre mapas é a identificação de assentamentos precários localizados em áreas afastadas de áreas indicadas para transposição. Para estes assentamentos outras soluções terão que ser aventadas; uma delas, já sugerida em parágrafo anterior, sendo a criação de soluções para melhoria da qualidade de vida no próprio local onde está estabelecido o assentamento precário (favela bairro, contenção de encostas, etc).

3.3 Organização da Base de Dados Física

Foram integrados dados materiais produzidos pela pesquisa “Gerenciamento Integrado de Bacias Hidrográficas em Áreas Urbanas” (BARROS, 2004), projeto este, também realizado na Bacia do Córrego Cabuçu de Baixo, além de dados provenientes do Atlas Ambiental do Município de São Paulo (ATLAS, 2002).

Todos os dados utilizados foram registrados para o sistema de coordenadas UTM (fuso 23, Datum Córrego Alegre) de forma a constituírem uma base compatível e facilitar a interpretação visual de dados da imagem com base nas referências espaciais das demais bases de dados.

3.4 Organização da Base de Dados Sócio Econômica

Os procedimentos metodológicos para a elaboração das bases cartográficas da Região da Bacia do Cabuçu, tanto do ambiente físico, como da caracterização ambiental da população, seguiram caminhos distintos, proporcionados pelo Geoprocessamento.

Para a concepção da base de dados da geografia humana, a origem e o formato dos dados foram únicos, exclusivamente apoiada nos resultados do Censo 2000 (IBGE, 2002) no nível de detalhe proporcionado pelos setores censitários.

As análises ambientais da população residente na área de estudos versaram sobre três principais dimensões, cada uma delas com seu conjunto de variáveis, empregadas convencionalmente para a detecção dos índices de desenvolvimento humano e de qualidade de vida. Desta forma, foram desenvolvidos mapas temáticos sobre condições de infra-estrutura, caracterizadas pelas contribuições do estado e do indivíduo para a qualidade de vida, correspondentes aos cuidados com o saneamento básico, como condições do domicílio quanto à água canalizada, coleta de lixo por serviço de limpeza, ligação à rede de esgotos e domicílios com banheiro exclusivo; sobre condições sociais e herança cultural, como número de habitantes por domicílio, níveis de escolaridade, identificação de analfabetismo; e das condições de renda, com dados cartográficos sobre classes de renda, bem como as condições de renda mínima e renda máxima.

3.4.1 Unidade territorial: Setor censitário

A unidade territorial adotada para as análises referentes à população é o setor censitário, conforme delimitado e identificado por IBGE (2002). A partir dos dados originais contidos nas planilhas, elaborou-se toda a base de dados georreferenciada, de estrutura matricial, apropriada para as análises a serem realizadas no ambiente do sistema SAGA.

A região de estudo abrange o total de 442 setores censitários, os quais variam enormemente em superfície. As áreas de maior concentração de ocupação humana apresentam-se mais fragmentadas, em essência, na porção inferior da bacia, enquanto o setor norte, predominantemente coberto por mata nativa, de baixíssima concentração humana, apresenta setores com grande porção territorial.

Convém justificar a ausência de dados sócio-econômicos para os setores censitários localizados no setor norte da área de estudo, uma vez que estas regiões representam Áreas de Proteção Ambiental (APA) e, portanto, não ocupadas pelo homem. Nas planilhas de dados oriundas do Censo (2000), disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, estes setores apresentam valores nulos para todos os campos de informações (IBGE, 2002). Este fato justifica a ausência de resultados nas análises de Qualidade de Vida, baseadas em dados censitários do IBGE. Trata-se de região da Serra da Cantareira, onde de fato não ocorreu processo de ocupação humana.

A base de dados cadastrais da população, em escala dos setores censitários, resultado do Censo 2000, foi disponibilizada pelo IBGE em 2002, estruturada em quatro dimensões, a saber: Domicílios, Pessoas, Instrução e Responsáveis.

A permitir aquela visualização, os arquivos disponibilizados em IBGE (2002) estão nos seguintes formatos: SHP, SHX, SBN, SBX e DBF, constituindo este último os valores tabulares.

A geração de toda a base georreferenciada para este trabalho, no trato dos dados populacionais, foi desenvolvida com utilização da ferramenta de criação de mapas temáticos, disponível no módulo “VISUALIZAÇÃO”, do aplicativo VISTA/SAGA.

Primeiramente realizou-se a conversão da malha de setores censitários do formato *shape* (shp) para o formato matricial Raster/Saga (rs2), por meio do “Conversor SHP->RS2”, aplicativo

desenvolvido e disponibilizado pelo LAGEOP/UFRJ.

Em segunda etapa, as tabelas originais para o município de São Paulo, de Domicílios, Pessoas, Instrução e Responsáveis, foram filtradas para a área de estudo, pela seleção daqueles setores censitários. Todas as planilhas DBF que, antes apresentavam aproximadamente 13 mil registros, referente a todos os setores censitários da Cidade de São Paulo, passa a ter apenas 442 registros, referentes apenas aos setores cobertos pela bacia do Cabuçu. Este processamento se faz necessário visando aperfeiçoar o desempenho do módulo de criação de mapas temáticos do VISTA/SAGA, reduzindo assim o tempo de processamento do mesmo. A filtragem de dados foi realizada por meio da ferramenta “Filtrar dados de tabelas”, também disponível no aplicativo VISTA/SAGA.

Tendo em vista que as tabelas originais do IBGE, de formato DBF, trazem o cabeçalho (nomes dos campos) em código no formato V0001, V0002,...V2500, pois são elaboradas especificamente para o uso no ambiente ESTATCART e sendo inviável descrever o significado de cada campo em seu título, o IBGE os codifica nos arquivos e disponibiliza um manual descritivo de cada uma das variáveis por meio de um documento denominado “Censo Demográfico 2000” (IBGE, 2002).

4. PROCESSAMENTOS E RESULTADOS DAS AVALIAÇÕES AMBIENTAIS

Como se pode verificar na formulação da análise ambiental, baseada no Teorema de *Bayes*, as notas atribuídas a cada classe, são proporcionais à probabilidade de ocorrência do risco analisado, numa escala ordinal de 0 a 10, na visão do grupo de analistas, condicionada à presença desta classe (XAVIER DA SILVA, 2001).

As classes “BLOQUEADAS” são aquelas que não serão processadas pelo algoritmo, uma vez que não há necessidade de analisar a ocorrência de riscos condicionados às mesmas por não serem antropizadas (ex.: oceano atlântico, rios) ou não estarem dentro do escopo do projeto (ex.: área fora de análise, limite da bacia).

No caso específico deste estudo, as regiões não antropizadas também não foram analisadas, uma vez que estas regiões não apresentam dados sócio-econômicos, inviabilizando assim, a elaboração do mapeamento de qualidade de vida nestas regiões.

A distribuição de pesos para cada parâmetro possibilita a ponderação destes, segundo o ponto de vista dos analistas envolvidos, em função do grau de influência daquele parâmetro na probabilidade da ocorrência do evento analisado, em relação aos demais envolvidos na avaliação. Para fins de simplificação dos cálculos, a soma da distribuição dos pesos deve ser igual a 100.

4.1 Carta de Áreas Críticas para Riscos de Deslizamentos e Desmoronamentos

Como entrada para esta Análise Geotopológica foram utilizados os mapas de “Qualidade de Vida/Assentamentos Precários” e “Riscos de Deslizamentos e Desmoronamentos - RDD”, sendo o primeiro mapa, apresentando cinco legendas: baixíssimo, baixo, médio, alto e altíssimo risco. Já o segundo mapa apresenta quatro legendas: baixa, média, alta e altíssima Qualidade de Vida. Nota-se, portanto, que não foram mapeados setores de baixíssima qualidade de vida, de acordo com os parâmetros selecionados nesta aplicação metodológica.

Vale lembrar que as Avaliações Ambientais produzem mapeamentos de riscos/potenciais compostos por classes entre zero e dez, onde a classe “Nota 0” representa localidades de menor risco/potencial e a classe “Nota 10” representa as localidades de mais elevado risco/potencial para ocorrência do evento analisado.

Os agrupamentos das classes de avaliação foram destinados meramente à exibição dos mapas, para fins de simplificação na inspeção do analista. Para utilização em cálculos estão preservados os dados não aglutinados, sendo estes últimos os utilizados nas avaliações por apresentarem maior riqueza taxonômica. O Quadro 1 mostra os agrupamentos realizados.

Analisando o intervalo de classes atribuído ao mapa resultante (Figura 10), destacam-se os seguintes casos:

§ **Altíssima Qualidade de Vida + Baixo Risco de Enchentes:** atribuída a classes cuja combinação mapeou localidades onde a qualidade de vida é considerada alta, ao passo que os riscos de ocorrência de deslizamentos são considerados baixos para estas mesmas localidades.

§ **Média Qualidade de Vida + Médio Risco de Enchentes:** representada por ocasiões cujo nível de criticidade é considerado médio, ou seja, localidades cuja qualidade de vida é considerada

Quadro 1. Agrupamentos de classes resultantes de avaliação.

Classe	Risco/Potencial
Notas 0, 1 e 2	Baixíssimo
Notas 3 e 4	Baixo
Notas 5 e 6	Médio
Notas 7 e 8	Alto
Notas 9 e 10	Altíssimo

média e os riscos também se apresentam em torno do grau médio.

§ **Baixa Qualidade de Vida + Altíssimo Risco de Enchentes:** representa as classes mais importantes nesta análise, cuja qualidade de vida é considerada baixa, de acordo com a classificação do IBGE e ao mesmo tempo encontra-se em áreas de elevados riscos de ocorrências de deslizamentos, salvo as classes “Altíssima Qualidade de Vida + Alto Risco de Enchentes”, “Alta Qualidade de Vida + Alto Risco de Enchentes” e “Alta Qualidade de Vida + Altíssimo Risco de Enchentes”, que representam localidades de elevada qualidade de vida, porém que também se situam em áreas de elevado risco. Estes, apesar de não serem considerados assentamentos precários, também devem ser analisados com atenção, pois, independente da classe social, estão localizados sob área de elevado risco.

4.2 Carta de Áreas Indicadas para Transposições

Para a avaliação do potencial de urbanização da Bacia, foram levados em conta:

Fatores Topográficos: para declividades menos acentuadas são atribuídas maiores notas, uma vez que o risco de ocorrências de deslizamentos aumenta de acordo com acentuação dos declives. A hipsometria é levada em conta devido à dificuldade de acesso que se cria, pela ausência de vias, em função da elevação.

Fatores Antrópicos: O mapeamento de “Uso do Solo e Cobertura Vegetal” considera o tipo de ocupação atual, atribuindo-se notas mais elevadas para áreas sem ocupação como, por exemplo, a classe “Áreas vagas sem vegetação”. A consideração do parâmetro “Proximidades de Superfícies Líquidas”, se dá pelo fato de quanto menor a distância da rede de drenagem, maior o risco de ocorrência de enchentes. Para proximidades de rede viária, são consideradas

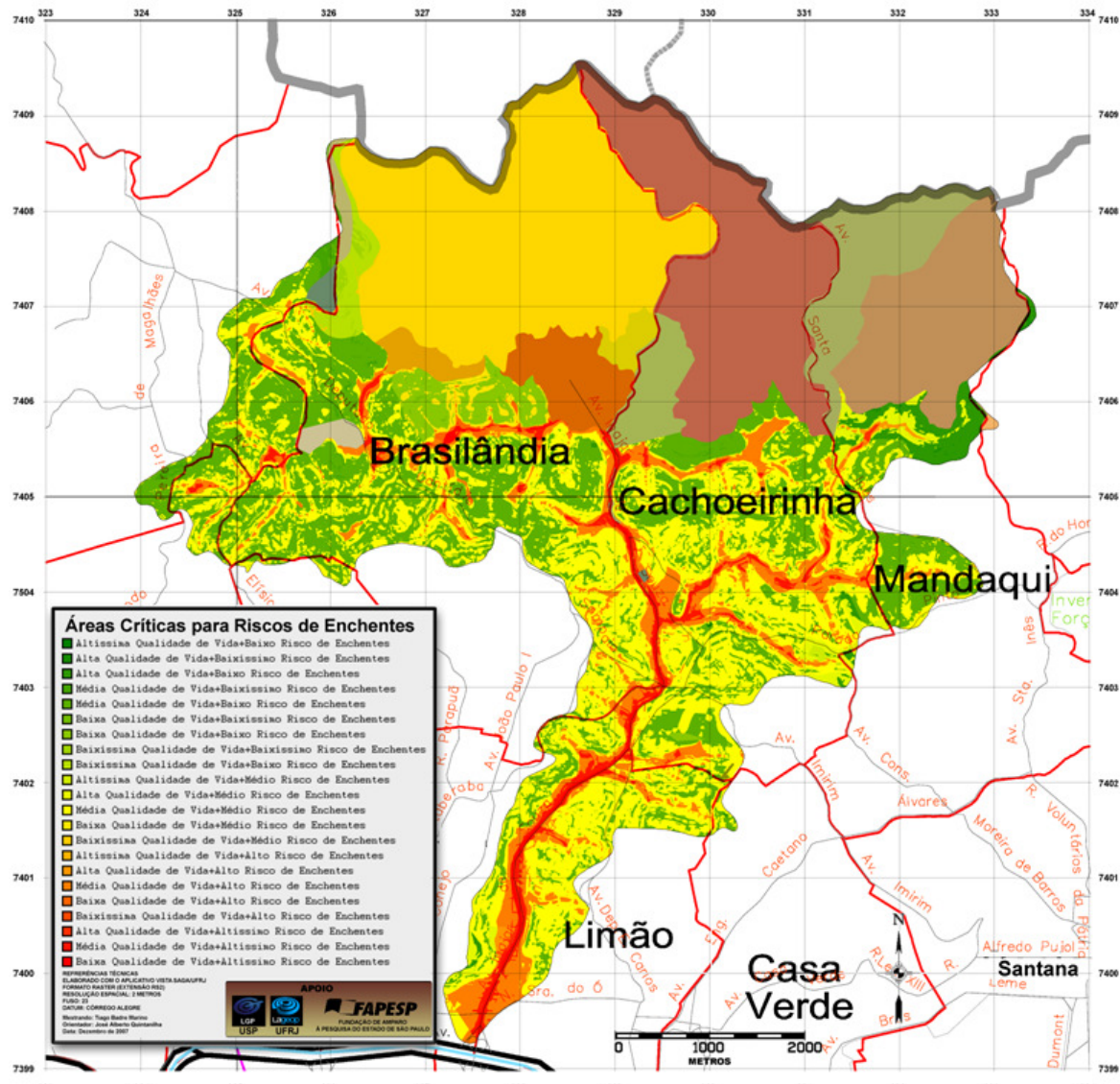


Fig. 10 - Mapa de Áreas Críticas para Riscos de Desmoronamentos e Deslizamentos.

melhores, as localidades mais próximas das vias de acesso, recebendo estas maiores notas.

Fatores Geológicos: A geologia e geomorfologia analisam os tipos de rochas firmes e solos favoráveis à construção de moradias. Solos arenosos, argilosos, várzeas, picos e espigões são inviáveis para a antropização.

4.3 Carta de Transposições para Riscos de Enchentes

A elaboração da carta de Transposições para Riscos de Enchentes deu-se por meio da sobreposição entre o “Mapa de Áreas Indicadas para Transposições - AIT” (Figura 11) e “Riscos de Enchentes” (Figura 12). Os critérios utilizados para a elaboração do referido mapa estão no Anexo I.

A partir do resultado deste cruzamento, por meio de Análises Geotopológicas, foram identificadas as ocorrências conjuntas das áreas indicadas para transposições sobre as áreas críticas para enchentes, ou seja, onde altos riscos de ocorrências de enchentes coincidam com áreas de baixa qualidade de vida. Procedimento análogo foi adotado para a elaboração do “Mapa de Transposições para Riscos de Desmoronamentos e Deslizamentos” (Figura 13).

Através da inspeção visual do mapa representado na Figura 13 é possível identificar não somente as localidades favoráveis à transposição, mas também a ocorrência destas áreas próximas às residências situadas em áreas críticas, com o objetivo de se respeitar um limite mínimo de distância para

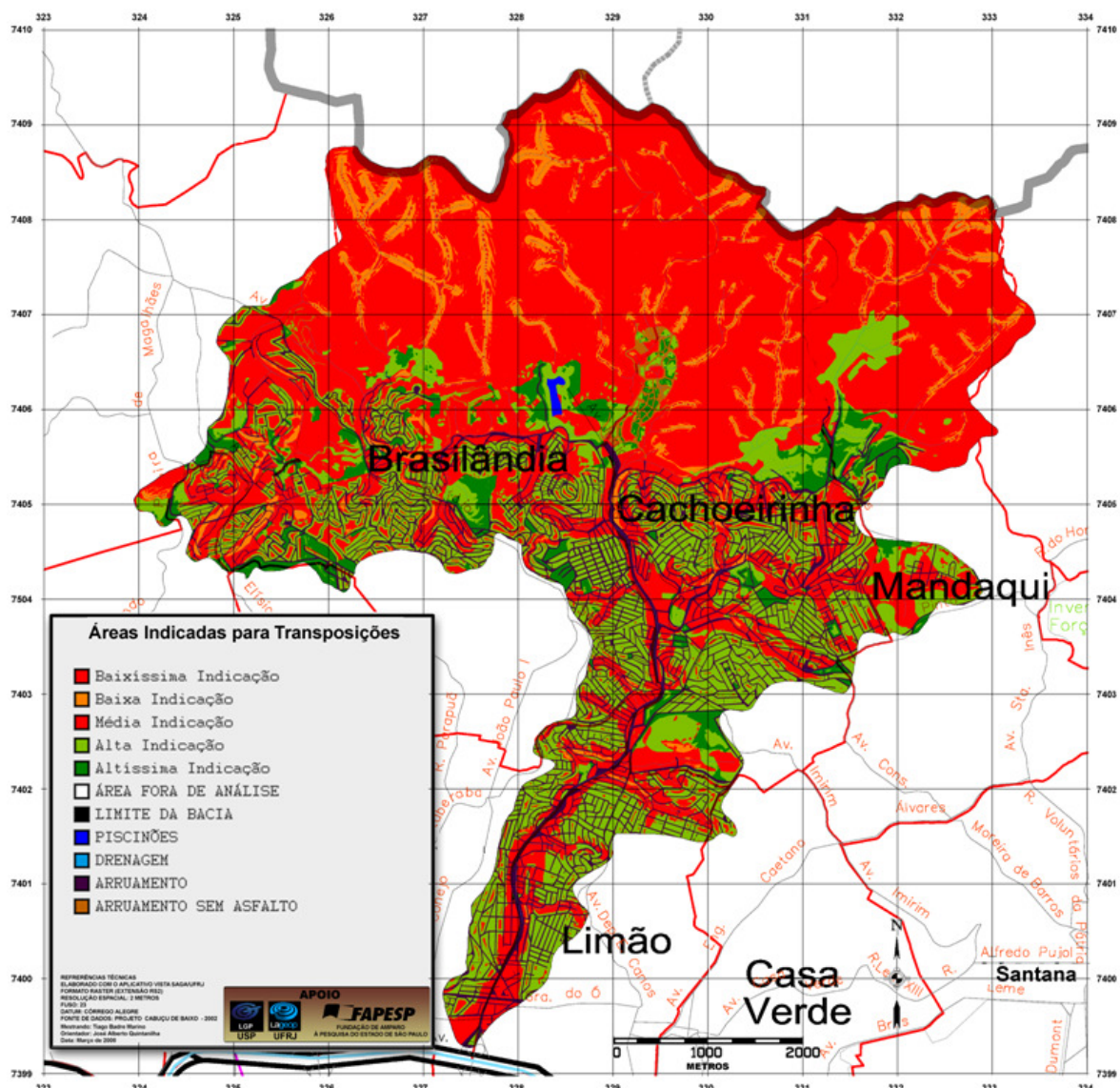


Fig. 11 - Mapa de Áreas Indicadas para Transposições - AIT.

as transposições, a fim de evitar impactos econômicos e sociais nas famílias envolvidas após o processo. Este fator facilita enormemente na relação com a população afetada, uma vez que estas famílias serão deslocadas para áreas, consideradas seguras e próximas de seu ciclo social.

5. CONCLUSÕES

As avaliações ambientais apontaram os locais na Bacia do Córrego Cabuçu de Baixo onde a expansão urbana deve ser evitada, localidades estas, sujeitas a elevados riscos de enchentes e deslizamentos (conflitos potenciais), e por outro lado, também indicaram locais em que a expansão urbana poderá ser realizada sem problemas para a população e para o poder público, apontadas através

da interpretação dos mapas de Indicações para Transposições de Áreas Críticas para Deslizamentos e Enchentes, a partir dos critérios utilizados no trabalho e apresentados na metodologia.

A metodologia de criação de mapeamentos de Qualidade de Vida na região também foi atestada por meio dos mapeamentos resultantes da árvore da Figura 7, onde foram dissecados todos os temas socioeconômicos, considerados por referências no assunto, imprescindíveis à determinação da qualidade de vida humana.

Por complemento foi obtido também o mapeamento de Assentamentos Precários, ou seja, Baixa Qualidade de Vida, de acordo com o Índice de Desenvolvimento Humano (IPEA, 1998). A partir deste mapa foi realizada a análise

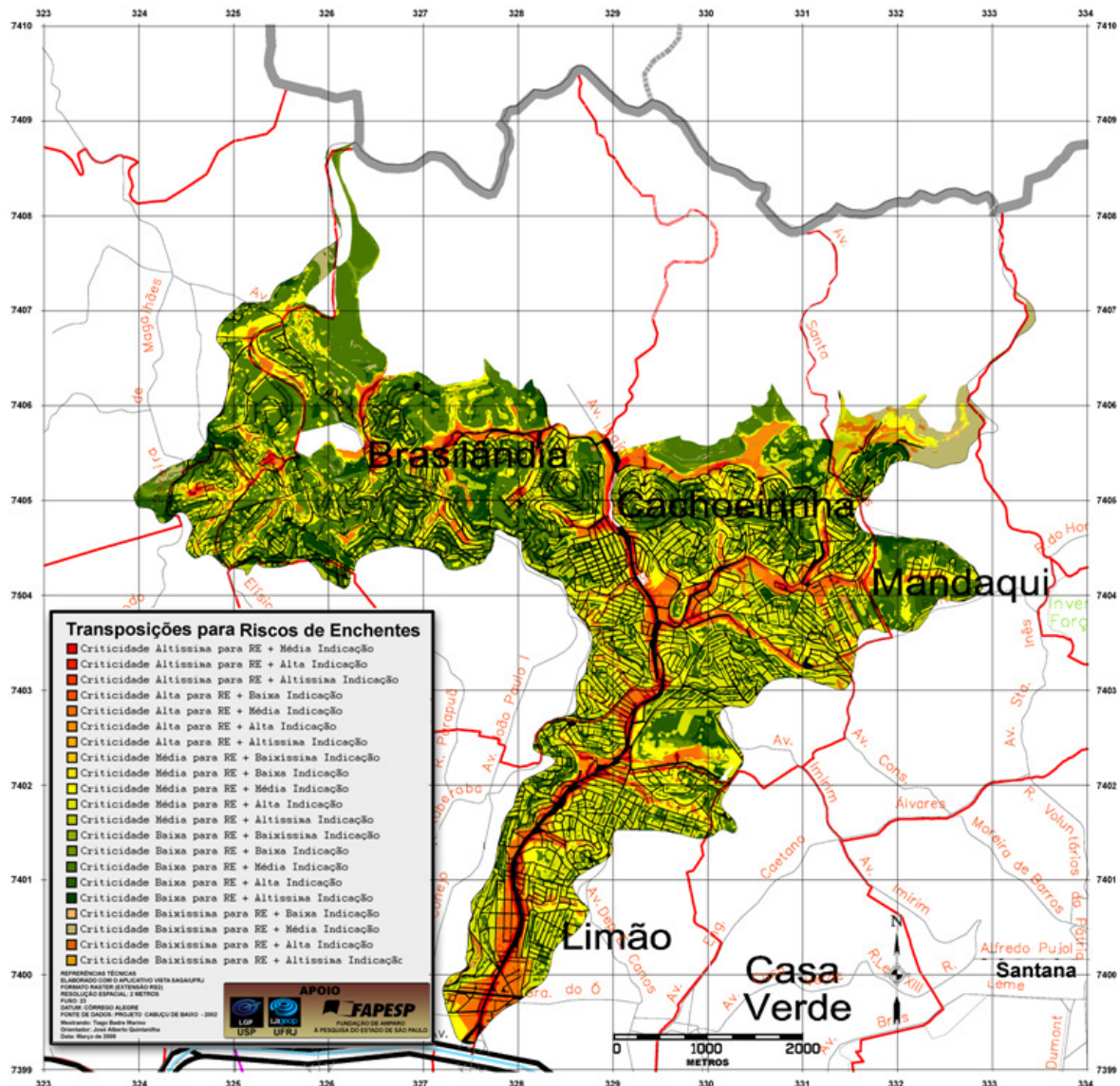


Fig. 12 - Mapa de Transposições para Riscos de Enchentes.

geotológica, por meio de combinação de mapas, processadas no aplicativo VISTA/SAGA, a fim de determinar a ocorrência de áreas críticas, ou seja, localidades onde sejam encontradas a ocorrência conjunta de assentamentos precários (baixa qualidade de vida) sobre áreas de alto risco de ocorrência de enchentes e deslizamentos. O resultado final foi apresentado por meio do “Mapa de Áreas Críticas para Riscos de Desmoronamentos e Deslizamentos” (Figura 10).

Finalmente, a combinação destes dois últimos mapeamentos com o “Mapa de Áreas Indicadas para Transposições - AIT” (Figura 11) resultou o mapeamento de áreas possíveis para transposições de assentamentos precários. Através da interpretação visual do “Mapa de Transposições

para Riscos de Enchentes” (Figura 12) e “Mapa de Transposições para Riscos de Desmoronamentos e Deslizamentos” (Figura 13), pôde-se identificar áreas próximas, seguras para a transposição (alta indicação para transposição e baixo risco de enchente, desmoronamento e deslizamento), respeitando um limite de distância da localização de origem das famílias situadas em áreas críticas. Em áreas cujos assentamentos precários ocorram sob alto risco de enchentes e deslizamentos e não ocorram áreas próximas indicadas para realocação, sugere-se que sejam realizados investimentos em trabalhos de melhoria de infraestrutura destes locais.

A obtenção dos mapeamentos finais de transposições indicadas para os riscos analisados, não só culminou na chegada do objetivo principal

REFERÊNCIAS

ATLAS. Atlas Ambiental do Município de São Paulo. 2002. Disponível em: <<http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br>>. Acesso em: 20 de abril de 2006.

BID (BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO). **Panorama dos Desastres Naturais na América Latina e Caribe**. Washington, 2000.

BONHAM-CARTER, G.F. **Geographic Information Systems for Geoscientists**, Ottawa: Pergamon, 1994, 398 p.

BURROUGH, P.A.; MCDONNELL, R. A. **Principles of geographical information systems**. Oxford: Oxford University Press, 1998. 327 p.

CENTRO DE ESTUDOS DA METRÓPOLE. **Base Cartográfica Digital do Município de São Paulo**. Centro de Estudos da Metrópole. São Paulo, 2000.

EM-DAT – Emergency Events Database. **The OFDA/CRED International Disaster Database**. Disponível em: <<http://www.em-dat.net>>. Consultado em: 2 de março de 2007.

EM-DAT - Emergency Events Database. **Glossary**. Disponível em: <<http://www.emdat.be/glossary/9>>. Consultado em: 05 de janeiro de 2012.

IBGE. **Base de informações por setor censitário – Censo demográfico 2000 – Resultados do universo – Rio de Janeiro**. IBGE, Rio de Janeiro, 2002. 2 CD-ROMs.

IBGE. Indicadores de desenvolvimento sustentável – Brasil 2004. **Série estudos e Pesquisas – Informação Geográfica**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. 191 p.

IPEA. **Desenvolvimento humano e condições de vida: indicadores brasileiros**. Brasília: IPEA-Fundação João Pinheiro-PNUD-IBGE, 1998. 140 p.

MARANDOLA, E. Jr.; HOGAN, D. J. Vulnerabilities and risks in population and environment studies. **Population and Environment**, v. 28, pp. 83-112, 2006.

MELO FILHO, J.A. **Qualidade de vida na região da Tijuca, RJ, por Geoprocessamento**.

ANEXO I: PESOS E NOTAS ATRIBUÍDOS AOS PARÂMETROS PARA ÁREAS INDICADAS PARA TRANSPOSIÇÕES

Uso do Solo e Cobertura Vegetal – Peso 13%	
CLASSE	NOTA
Arruamento/ Arruamento sem asfalto	BLOQUEADO
Cemitério/ Clubes de campo/ Comércio e serviços/ Conjuntos residenciais/ Edificações/ Equipamentos públicos/ Indústrias e depósitos/ Lagoas de detenção temporária	0
Limite da bacia sem vegetação	BLOQUEADA
10	
proteção legal/ Área florestal	0
Área fora de análise	BLOQUEADA
Áreas com vegetação	7
vegetação	10
Áreas verdes urbanas	6
Declividades – Peso 22%	
CLASSE	NOTA
0 - 0,58/0,58 - 1,15/1,15 - 2,3/2,3 - 2,86	10
2,86 - 4,57/4,57 - 5,14/5,14 - 5,71/5,71 - 8,5/8,5 - 11,3	9
11,3 - 14,03	8
14,03 - 26,56	7
26,56 - 45	5
45 - 63,43	3
63,43 - 90	1
Limite da bacia/ Área fora de análise/ Área expandida	BLOQUEADA
Hipsometria – Peso 5%	
CLASSE	NOTA
715 - 815 m	10
815 - 905 m	6
905 - 965 m	5
965 - 1005 m	4
1005 - 1105 m	3
1105 - 1190 m	2
1190 - 1205 m	1
1205 - 1215 m	0
Fundo/ Limite da bacia/ Área fora de análise	BLOQUEADA
Geologia – Peso 13%	
CLASSE	NOTA
Área fora de análise/ Limite de bacia	BLOQUEADA
Dep. leques aluviais / Dep. sed. aluvionares	5
Micaxistos e quartzitos/Rochas graníticas/Rochas metacarbonáticas	10
Geomorfologia – Peso 20%	
CLASSE	NOTA
Área fora de análise/ Limite da bacia	BLOQUEADA
Colinas pequenas/ Morros	10
Morros e montanhas	6
Planícies fluviais	8
Setores de encostas íngremes	0
Proximidade de Rede Viária – Peso 14%	
CLASSE	NOTA
Arruamento/ Arruamento sem asfalto	BLOQUEADA
<10m ruas 11m a 20m ruas s/ asfalto	10
<10m ruas >20m ruas s/ asfalto 11m a 20m ruas <10m ruas s/ asfalto	8
11m a 20m ruas 11m a 20m ruas s/ asfalto	9
11m a 20m ruas >20m ruas s/ asfalto	8
ruas s/ asfalto	7
>20m ruas >20m ruas s/ asfalto	4
Limite da bacia/ Área fora de análise	BLOQUEADA
Proximidade de Superfícies Líquidas – Peso 10%	
CLASSE	NOTA
Piscinões	BLOQUEADA
Até 20m piscinões	0
Até 50m piscinões	3
Drenagem	BLOQUEADA
Até 20m drenagem	0
De 20m a 50m drenagem	3
De 50m a 100m drenagem	6
> 50m piscinões e > 100m drenagem	10
Limite da bacia/ Área fora de análise	BLOQUEADA

2003. 288 f. Tese (**doutorado**) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

NOBREGA, R.A.A. **Deteção da malha viária na periferia urbana de São Paulo**. 2007. 157 f. Tese (**doutorado**) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

NOBREGA, R.A.A.; BARROS, M.T.L.; QUINTANILHA, J.A. **Emprego de técnicas**

digitais para a concepção da base cartográfica precisa da Bacia Hidrográfica do Rio Cabucu de Baixo. **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 3, n.1, p. 76-90, 2008.

ROCHA, G.C. **Riscos Ambientais: Análise e Mapeamento em Minas Gerais**. Juiz de Fora: Ed. UFJF, 2005. 126 p.

XAVIER DA SILVA, J., CARVALHO FILHO, L.M. Sistemas de informação geográfica: uma proposta metodológica. In: IV Conferência latino-americana sobre sistemas de informação geográfica. 2º Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento, 7 a 9/07/1993. **Anais**. São Paulo, 1993, p. 608-629.

XAVIER DA SILVA, J. Inclusão Geográfica no Planejamento: do Dado à Informação. In: Encontro Gaúcho de Agrimensura e Cartografia, 8., 2007, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria, 2007.

ZAIDAN, R. T.; XAVIER DA SILVA, J. **Geoprocessamento para Análise Ambiental: Aplicações**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 363 p.