

**PROPOSTA METODOLÓGICA PARA CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO:
estudo de caso da bacia do rio Miringuava, PR.**

Djalma Yoshio Shimada, Universidade Federal do Paraná, Graduando, Email:
djalma.geo@gmail.com.

Leonardo José Cordeiro Santos, Universidade Federal do Paraná, Professor Doutor, Email:
santos@ufpr.br.

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma proposta para caracterização do meio físico tendo como exemplo, para tanto, o terço superior da bacia do rio Miringuava localizado na região metropolitana de Curitiba, estado do Paraná, onde foi adaptado a metodologia elaborada por Ross (1994) que aborda a análise empírica da fragilidade potencial através do mapeamento e correlação dos atributos de solos e declividade atribuindo valores que indicam menor ou maior grau de fragilidade. A incorporação da forma de vertente na análise da fragilidade contribui para melhorar a acuidade dessa metodologia, principalmente em escalas grandes, nas quais se exige detalhamento da geomorfologia do local a se estudado. O grau de eficiência dessa metodologia de análise cresce à medida que se incorpora e adapta novos temas, sendo assim, constitui-se em uma ferramenta de grande utilidade para subsidiar políticas que regulem sobre a ação antrópica a partir de parâmetros que estabeleçam quais áreas são propícias a determinada atividade e quais devem ser preservadas.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, vertente, fragilidade.

Abstract

The current research presents a proposition to characterize the environment at the higher portion of Miringuava river basin located in the metropolitan region of Curitiba, estate of Paraná, where were used a methodology elaborated by Ross (1994) that proposes the empirical analysis of the potential fragility. The research were based on mapping and correlations between the soil and land attributes like slope and soil types, attributing values to them that may indicate parameters to the fragility analysis. The incorporation of slope types in the fragility analysis contributes to develop and increase the acuity of this methodology, especially at large scales which demands more geomorphological details at the studied area. The efficiency rate in this methodological analysis increases as long as it incorporates and adapts new themes, establishing a very useful tool to provide information and manage the human activities and preserve fragile areas.

Key words: Hydrographic basin, slope, fragility.

1. Objetivos

O **objetivo geral** do presente estudo é elaborar cartas¹ de fragilidade do meio físico que identificará a situação atual da porção superior da bacia do rio Miringuava Mirim.

Como **objetivos específicos**, pretende-se:

(a) elaborar mapas temáticos da área de estudo, tais como: hidrográfico, geomorfológico e pedológico;

(b) gerar um produto síntese, proveniente do cruzamento dos mapas temáticos, que aborde de forma integrada as informações do meio físico visando identificar a sua fragilidade;

(c) Estabelecer recomendações de acordo com os condicionantes do meio físico (hidrografia, geomorfologia e pedologia), quanto às suscetibilidades de degradação e uso do solo;

(d) Levantar alternativas de planejamento e uso do solo na perspectiva da manutenção da qualidade ambiental e das condições de vida na área.

2. Referencial teórico e conceitual

Os problemas ambientais brasileiros decorrem, em grande parte, das graves deficiências no processo de gestão territorial, que não consegue promover uma adequada utilização dos recursos naturais, originando um processo crescente de degradação ambiental, principalmente nos ambientes urbanos.

O termo degradação ambiental é usado por vários autores dentre os quais pode-se citar Mendonça (1993 e 1999), Leal (1995), Guerra e Cunha (2000 e 2001) e outros, ao se referirem ao grau de poluição ou alteração que um determinado ambiente vem sofrendo.

Inúmeros problemas de degradação ambiental, associados ao uso inadequado das áreas urbanas e rurais, ocorrem no Brasil. O atrativo das cidades grandes e a especulação imobiliária nas áreas urbanizadas levaram a população de baixa renda a procurar moradia nas regiões mais distantes do centro, aumentando o contingente de pessoas à procura de

¹ Lázaro Valentim Zuquette e Valdir Akihiko Nakazawa definem que o termo **mapa** como um documento que registra as informações obtidas a partir de um determinado aspecto do meio físico sem que sejam realizadas interpretações dessas informações, enquanto que o termo **carta** refere-se a um documento cartográfico que apresenta as interpretações contidas em mapas para uma finalidade específica. Zuquette, L.V & Nakazawa, V.A – Geologia de Engenharia, capítulo 17 (Cartas de Geologia de Engenharia), Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, São Paulo, 1998

lotes nas periferias, normalmente com infra-estrutura insuficiente para atender a demanda, causando diversos tipos de problemas de ordem ambiental.

Esta aceleração da expansão urbana tem causado problemas de relativa gravidade, originados principalmente pela negligência do poder público em respeitar determinadas características do meio físico (geológicas, geomorfológicas, pedológicas e outras) no seu planejamento territorial.

Como exemplo pode-se ressaltar a degradação da qualidade da água dos mananciais pelo lançamento de efluentes domésticos e industriais na drenagem de superfície e sub-superfície, a canalização dos rios com efeitos diretos na relação erosão-sedimentação das partículas sólidas, nos problemas de inundação, nos riscos de solapamento e subsidência em áreas de relevo cárstico e nos movimentos de massa (deslizamentos, escorregamentos e outros) em áreas de relevo com forte declividade. Todos estes processos repercurtem-se em riscos diretos à qualidade de vida da população, características marcantes das regiões metropolitanas brasileiras.

A Região Metropolitana de Curitiba (RMC), criada em 1973 e ocupando atualmente uma área de 13.160 km², situada junto a Serra do Mar, na cabeceira das bacias hidrográficas dos rios Iguazu (vertente do rio Paraná) e Ribeira do Iguape (vertente Atlântica), não foge a este contexto onde a relação entre urbanização e problemas ambientais são evidenciados. A porção leste da área metropolitana é aquela onde os conflitos ambientais são mais flagrantes, decorrentes, notadamente do surgimento de áreas de riscos face à intensificação da industrialização sobre as áreas de mananciais.

A RMC configura-se num pólo aglutinador de população, tendo apresentado a terceira mais elevada taxa de crescimento no período 1980/91 entre as nove regiões metropolitanas do país (3,02% a.a.), e com uma população superior a 2.500.000 habitantes, equivalente a 25% da população total do Estado (COMEC, 1999). A expansão acelerada da Região tem aumentado o déficit de infra-estrutura em saneamento básico, o que representa um problema particularmente severo quando se pensa na conservação dos recursos hídricos da área.

Na atualidade a maior parte do fluxo de esgotos de todos os municípios da RMC é lançada diretamente nos rios e córregos, intensificando a degradação de sua qualidade e comprometendo a saúde pública, especialmente a parcela da população de renda mais baixa, ao mesmo tempo em que a aplicação de métodos de tratamento da água na área tem elevado consideravelmente seu preço e apresentado limites quanto à eficácia, tal é o nível

de comprometimento de sua qualidade. Complementarmente, o escoamento urbano superficial também tem aumentado, bem como problemas de enchentes e erosão, com impacto direto no assoreamento dos rios (TUCCI, 1996).

A desordenada urbanização, ainda que a cidade pólo tenha uma expressiva imagem de cidade planejada, e o assentamento de grandes massas populacionais sobre áreas ambientalmente frágeis faz com que rapidamente sejam atingidos os limites de suporte físico das áreas ocupadas, estabelecendo cada vez mais o decréscimo da qualidade de vida destas populações.

O estudo aplicado do meio físico, integrado à questão da expansão urbana, é um instrumento prático para se enfrentar as dificuldades decorrentes dessa realidade que atinge as regiões metropolitanas brasileiras.

O gerenciamento ambiental do território implica em estarem disponíveis, para os usuários e tomadores de decisão, um grande número de informações quantitativas e qualitativas relativas às bacias hidrográficas; no caso da RMC a indisponibilidade de informações geográficas detalhadas, com indicação de áreas de intensa degradação ambiental e, portanto, de risco, tem tornado difícil e pouco confiável o dimensionamento do processo de urbanização da área com vistas à melhoria da qualidade de vida da população.

A área de estudo está dentro da RMC, conforme a figura 1, no município de São José dos Pinhais que certamente está dentro desse contexto de expansão urbana e suas conseqüências.

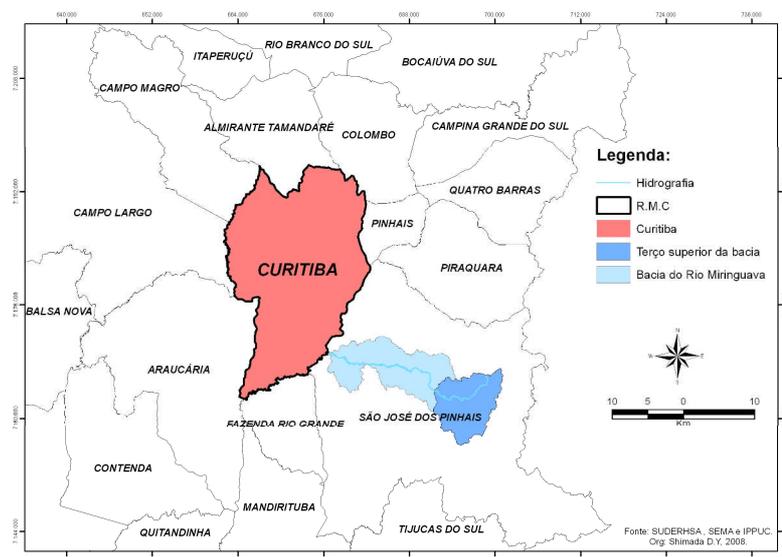


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.

A área de estudo encontra-se inserida no Primeiro Planalto Paranaense (MAACK, 1968). Segundo o autor, este planalto é resultado de processos erosivos que causaram o rebaixamento de terrenos pertencentes à era pré-cambriana.

A geologia da área de estudo caracteriza-se pela presença de sedimentos aluvionares, terraços aluvionares do Holoceno, sedimentos inconsolidados de idade Pleistocênica da Formação Guabirotuba, intrusivas básicas Juro-Cretácias, rochas metassedimentares de idade Proterozóico Superior do Grupo Açungui (Formação Capiru) e rochas metamórficas de alto grau, do Proterozóico Inferior, pertencentes aos complexos Granito-Gnáissico e Gnáissico-Migmatítico (SUDERSHA,2002).

Os solos encontrados apresentam importância pelo fato de cobrirem as mais diferentes litologias da área de estudo, sobre os quais se dão diretamente as atividades antrópicas.

Apresentam uma variação espacial extremamente expressiva. Em curtas distâncias podem variações de solos profundos e evoluídos (Latossolos), solos rasos e pouco evoluídos (Cambissolos e Neossolos Litólicos) e finalmente Gleissolos associados aos depósitos recentes ou aos terraços aluvionares.

A distribuição desses solos na paisagem tem uma relação direta com o relevo, enquanto que o grau de fragilidade de cada um deles depende das suas características morfológicas e geotécnicas.

3. Abordagem Metodológica

De maneira geral, verifica-se na literatura nacional e internacional há existência de diversas metodologias de estudo do meio físico aplicadas na análise ambiental e/ou planejamento territorial.

Pires Neto (1994), ao analisar algumas dessas metodologias de estudo do meio físico, agrupou-as em dois conjuntos distintos: o primeiro vinculado a estudos de cartografia geotécnica, utilizados principalmente em escala de detalhe, para subsidiar as atividades de engenharia, planejamento, construção e exploração mineral, o segundo conjunto de abordagem, adotado normalmente para mapeamentos em escalas de 1:100.000 ou menores, funcionaria como uma orientação geral para o planejamento urbano, tendo

como finalidade a identificação e a delimitação de áreas funcionais com base nas suas potencialidades e fragilidades.

Optou-se utilizar no presente trabalho a segunda forma de abordagem de estudo do meio físico tendo em vista a sua maior compatibilidade com a dimensão da área definida, ou seja, o terço superior da bacia do rio Miringuava.

O objetivo principal da pesquisa, centrado na compreensão da fragilidade do meio físico, conduz à necessidade da aplicação de uma metodologia que contemple sequencialmente diferentes estágios de atuação com suas respectivas abordagens, técnicas, procedimentos, enfoques disciplinares, e escalas de trabalho.

O método adotado para a elaboração do trabalho baseia-se nos fundamentos propostos por Tricart (1977) e por Ross (1992 e 1994). Para Tricart, o conceito de ecodinâmica indica um modelo de avaliação integrado das unidades territoriais, com base no balanço pedogênese/morfogênese, propiciando sua classificação quanto aos graus de instabilidade. O conceito assume que as trocas de energia e matéria na natureza se processam em relações de equilíbrio dinâmico. Assim, as áreas em que prevalecem os processos morfogenéticos são entendidas como ecodinamicamente instáveis, enquanto que naquelas que predominam a pedogênese são consideradas ecodinamicamente estáveis; quando há equilíbrio entre os dois processos a área é considerada como de estabilidade intermediária.

A metodologia desenvolvida por Ross (1994) exige estudos básicos do subsolo, do relevo, do solo, do clima e do uso e ocupação do solo. Adaptou-se no presente trabalho além dessas categorias citadas, as formas de relevo, representada pelas vertentes côncavas, convexas, retilíneas e planície. Segundo Fernandes, et al (2001), a declividade não é a única condicionante geomorfológica para a definição de áreas de fragilidade, ou seja, suscetível a deslizamentos, sendo necessárias outras categorias de análise que ofereçam melhor detalhamento dos aspectos e processos geomorfológicos.

Para o levantamento dessas informações é necessário realizar levantamentos de campo e serviços de gabinetes, a partir dos quais se geram produtos cartográficos temáticos de, geomorfologia, climatologia, pedologia e uso e ocupação do solo.

As informações contidas em cada mapa temático são hierarquizadas em cinco categorias de fragilidade, definidas da seguinte maneira: 1 - Muito baixa; 2 - Baixa; 3 - Média; 4 - Alta e 5 - Muito Alta.

Concluída a confecção dos mapas temáticos e a definição dos diferentes graus de estabilidade para cada tema, realiza-se uma análise integrada dos elementos do meio físico pelo cruzamento dessas cartas.

A partir deste cruzamento chega-se ao entendimento da dinâmica da paisagem, revelada pela categoria Fragilidade Potencial do Meio Físico, cuja carta é obtida pelo cruzamento dos elementos do meio físico previamente escolhido.

A carta de Fragilidade do Meio Físico é acompanhada de sugestões e recomendações quanto às formas e práticas mais adequadas de ocupação para as diferentes unidades detectadas.

A utilização dessa metodologia pode ser considerada uma etapa intermediária do projeto, visto que fornecerá subsídios importantes para análise integrada do meio físico com o processo de urbanização e seus problemas ambientais correlatos, contudo ela não substitui estudos específicos e de detalhe caso venham a ser necessário posteriormente nos compartimentos delimitados.

As cartas temáticas utilizadas no presente estudo (geologia, hidrografia, geomorfologia, pedologia e uso e ocupação do solo) serão produzidas em meio digital, digitalizadas em CAD (Computer Aided Desing) a partir do programa Microstation enquanto que o cruzamento das cartas temáticas será realizado em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica), utilizando o programa ArcGis 9.2 Spatial Analyst.

4. Pontos Desenvolvidos

A Carta de Declividade na figura 2 demonstra que, apesar das menores declividades estarem associadas, de modo geral, às planícies dos principais rios que compõem a bacia, a fragilidade potencial nesses locais possui valor 5 (muito alto) devido a ocorrência dos gleissolos que ocupam 8,9% da área total. Apesar de estar localizado em locais de relevo suave, esse tipo de solo é impróprio para ocupação humana, pois constituem áreas potencialmente sujeitas a recalques, inundações e legalmente protegidas pela legislação ambiental.

Pode-se verificar na carta de formas de vertente na figura 3, que as vertentes côncavas predominam na porção baixa das vertentes, passivas da atuação do escoamento superficial em lençol ou concentrado, gerando a convergência de fluxos hídricos

propiciando, além dos movimentos de massa, formação de sulcos, ravinas e voçorocas. As áreas convexas estão frequentemente associadas à porção superior das vertentes, e se caracterizam como locais de dispersão do fluxo hídrico onde predominam os processos de infiltração, erosão laminar e escoamento difuso. Por fim, as porções retilíneas, quando condicionadas a processos fluviais extremos e rápidos, podem vir a sofrer processos erosivos, rastejamento dos solos do cume e solapamento de base.

A carta de solos, figura 5, demonstra que nos locais onde ocorrem os latossolos, a fragilidade potencial dificilmente ultrapassa a classe 2 (baixa) mesmo onde a declividade chega ao terceiro nível e ocorrência de concavidades nas feições de vertente, graças à estabilidade e profundidade desse tipo de solo, que representa 21,9% da área total e se desenvolve somente em locais de pouco declive. Os argissolos e cambissolos, por sua vez, por apresentarem maior sujeição à instabilidade, peso 3 e 4 respectivamente, indicam classes de fragilidade potencial variando entre baixa e alta dependendo da declividade e das formas de vertente. Os argissolos estão localizados mais frequentemente em locais de declividade intermediária, dessa forma, constituem áreas de fragilidade potencial média sujeitas, mais ou menos, a fenômenos erosivos e *piping*. Vale ressaltar que, de modo geral, os locais onde predominam os cambissolos tendem a apresentar grau de fragilidade potencial alto e muito alto, pois esse tipo de solo ocorre nas áreas de contato com a Serra do Mar com declividade variando entre 12% e 30% e é propícia a ocorrência de movimentos de massa, principalmente em porções côncavas de vertentes.

Por fim, o cruzamento da carta de declividade com a carta de feições de vertente resulta na carta de fragilidade geomorfológica representada na figura 4. As maiores declividades associadas, principalmente, a vertentes côncavas e a presença dos neossolos litólicos conferem às regiões serranas na porção Sul e Sudeste da bacia o valor 5 (muito alto) de fragilidade potencial. A pouca espessura desse solo propicia a rápida saturação da camada de solo por água que, agravado ainda pelo escoamento superficial em altas declividades e as características de vertente, representam áreas com elevado risco de movimentos de massa e deslizamentos, sendo portanto, extremamente desfavoráveis para habitação por exemplo. A tabela 1 apresenta uma síntese das características de cada tipo de solo quanto à fragilidade.

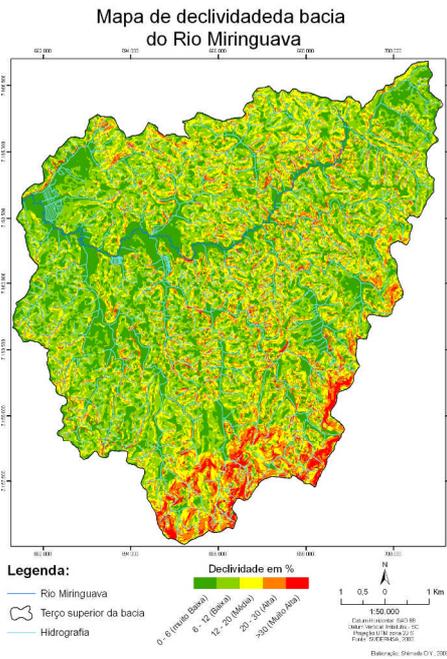


Figura 2: Carta de Declividade

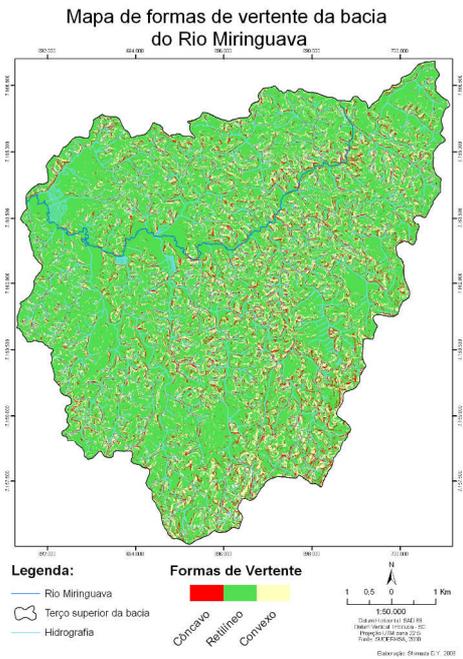


Figura 3: Carta de Formas de Vertente

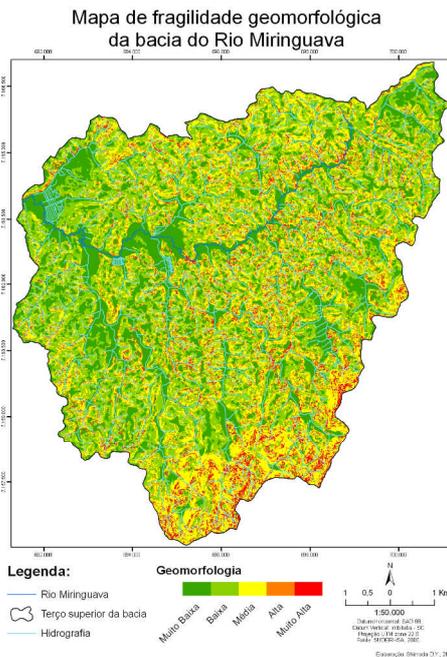


Figura 4: Carta de Fragilidade Geomorfológica

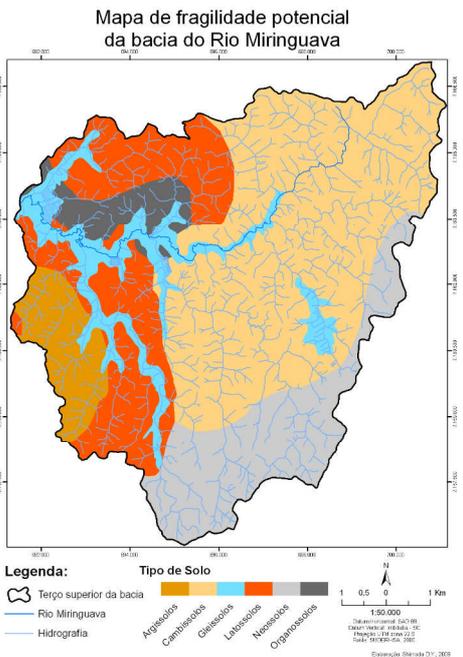


Figura 5: Carta de solos

<i>Grupos de solos</i>	<i>Área percentual</i>	<i>Classe de Fragilidade</i>	<i>Processos potenciais</i>	<i>Peso</i>
Latossolos	21,90%	Muito Baixa	Erosão	1
Cambissolos	42,80%	Alta	Movimentos de massa	4
Organossolos	5,70%	Alta	Recalques e inundações	5
Gleissolos	8,90%	Muito Alta	Recalques e inundações	5
Neossolos Litólicos	15,20%	Muito Alta	Movimentos de massa, deslizamentos	5
Argissolos	6,30%	Média	Erosão e <i>Piping</i>	3

Tabela 1: Grupos de solos e processos potenciais. (Fonte: Ross, alterado por Shimada, 2008)

Tabela 1: Grupos de solos e processos potenciais.

5. Resultados alcançados e conclusões

Cada um dos elementos naturais mapeados e analisados na presente pesquisa (declividade e solos) constitui uma classificação relacionada ao potencial de fragilidade à degradação ambiental, conforme as particularidades de suas dinâmicas naturais. Porém, a fragilidade de um ambiente é resultado da complexa relação entre os elementos naturais constituintes que, nas trocas de energia e matéria, irão determinar a dinâmica original do referido ambiente.

Sendo assim, a visão integradora dos ambientes que privilegia a compreensão da interação dos elementos naturais com a paisagem modificada pelo homem vem a contribuir com os estudos e compreensão dos fatores integrantes dos ambientes, haja vista a necessidade de compreensão das alterações antrópicas em sistemas naturais. O produto final, a carta de fragilidade potencial representado pela figura 5, apresenta valores de fragilidade conforme a tendência natural de degradação. A tabela 2 contém uma síntese do percentual de cada classe de fragilidade potencial relativa a área total em questão. É possível concluir que a fragilidade potencial da bacia apresenta valores acima do nível intermediário, dessa forma, qualquer ocupação humana deve ser previamente bem avaliada e planejada.

O estudo do meio físico demonstrado nos mapas temáticos são importantes para a realização do diagnóstico ambiental preliminar da área em estudo, considerando a compatibilidade escalar. Para a definição das características físico-química dos solos,

dados de pluviosidade e escoamento superficial entre outros, são necessários, porém, estudos que considerem uma escala de trabalho mais detalhada.

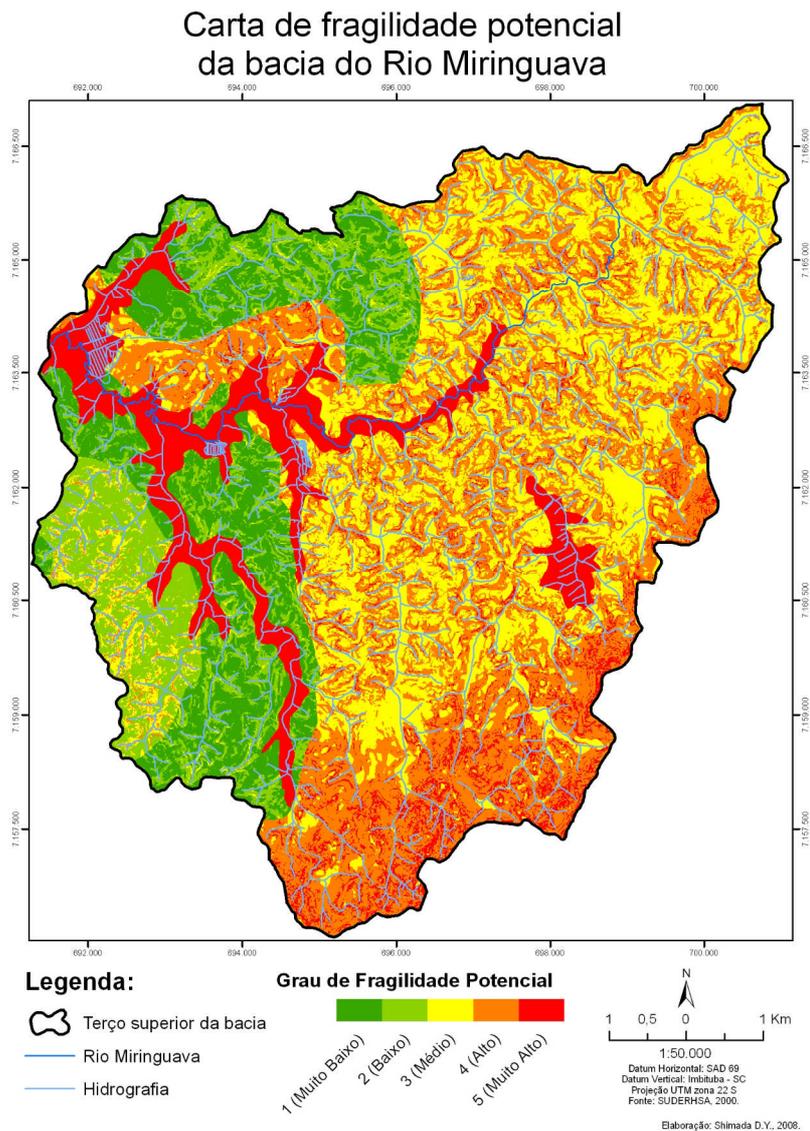


Figura 5: Carta de Fragilidade Potencial

Grau de Fragilidade Potencial	Área Percentual
1 - Muito Baixo	12,4%
2 - Baixo	11,3%
3 - Médio	31,1%
4 - Alto	32,3%
5 - Muito Alto	12,9%

Tabela 2: Síntese percentual

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOTELHO, R. G. M. (1999) **Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica**. In: BOTELHO, R. G. M., GUERRA, A. J. T. & SILVA, A. S. Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro.
- COORDENAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA. (1999) - **Evolução populacional urbana 1970-1996 da região metropolitana de Curitiba (RMC)**. Curitiba: COMEC.
- GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. (2000)- **Geomorfologia e meio ambiente**. 3ª Ed. Rio
- LIMA, S. C. & QUEIROZ NETO, J.P. (1997) - **Estudos ambientais integrados: uma discussão metodológica**. In: VII Simpósio de Geografia Física Aplicada, I Fórum Latino-Americano de Geografia Física Aplicada. Anais em CD.
- MENDONÇA, F. A. (1993) - **Diagnóstico ambiental de microbacia hidrográfica – proposição metodológica**. In: IV ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DA AMERICA LATINA. Anais...Mérida – Venezuela: Instituto de Geografia (ULA)
- MENDONÇA, F. A. (1990) - **Diagnóstico e análise ambiental de microbacia hidrográfica: proposição metodológica na perspectiva do zoneamento, planejamento e gestão ambiental**. RA' E GA – O Espaço Geográfico em Análise, nº 3, Curitiba: Editora UFPR.
- OKA-FIORI, C. **Geomorfologia e Dinâmica Temporo-espacial da bacia do rio Itiquira: Pantanal Matogrossense – MT, MS**. Rio Claro (2002). Tese (Doutorado em Geociências – Geologia Regional) – Universidade Estadual Paulista – Instituto de Geociências e Ciências Exatas.
- ROSS, J. L. S. - **O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo**. Revista do Departamento de Geografia-FFLCH/USP, São Paulo, n.6, 1992.
- ROSS, J. L. S. (1994) - **Análise empírica dos ambientes naturais e antropizados**. Revista do Departamento de Geografia-FFLCH/USP, São Paulo, n.8.
- ROSS, J. L. S. (1995) - **Análise e síntese na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental**. Revista do Departamento de Geografia-FFLCH/USP, São Paulo, n.9.
- SUDERHSA. - **Geologia, geotecnia e uso do solo da Bacia do Alto Iguaçu**. Execução: Geoambiente Sensoriamento Remoto S/C Ltda, 2002.
- TRICART, J. - **Ecodinâmica**: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 1977.