

ABORDAGEM CARTOGRAFICA DA FRAGILIDADE AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO GLÓRIA - MG

Mapping Approach of Environmental Fragility on the Glória Hydrograohic Basin - MG

Lísia Moreira Cruz¹
José Fernando Pinese Júnior²
Silvio Carlos Rodrigues³

Universidade Federal de Uberlândia – UFU

Instituto de Geografia

Avenida João Naves de Ávila, 2121. Bloco 1H, Campus Santa Mônica CEP: 38.408-100. Uberlândia – MG.

¹lisia_mc@yahoo.com.br

²zefernandopj@yahoo.com.br

³silgel@ufu.br

RESUMO

A cartografia vem se mostrando um instrumento cada vez mais eficaz no estudo e planejamento das intervenções no meio ambiente. Nesse sentido, pretende-se, por meio do uso da cartografia obter diagnóstico da fragilidade ambiental da área de estudo, e assim propor uma metodologia a ser utilizada em áreas semelhantes. Com uma abordagem sistêmica, é feita a análise de diversos fatores que se inter-relacionam na unidade de uma bacia hidrográfica, abrangendo, dessa forma, aspectos naturais e antrópicos, sendo eles uso da terra, declividade e tipo de solo. A metodologia utilizada é baseada nas propostas de Ross (1994) e Rodrigues (2000). A área de estudo abordada foi a bacia de drenagem do Córrego Glória, situado na Fazenda Experimental do Glória da Universidade Federal de Uberlândia, MG. O mapa de fragilidade ambiental gerado é resultado da interpolação dos mapas de uso da terra, declividade e tipo de solo. Por meio desse produto cartográfico pretende-se fornecer subsídios para identificação das áreas com fragilidade potencial e emergente e dessa forma, colaborar com um melhor planejamento do uso dos recursos naturais.

Palavras chave: Fragilidade Ambiental, Mapeamento, Planejamento.

ABSTRACT

The cartography has been showing an increasingly successful tool in the study and planning of interventions in the environment. Therefore, it is intended, through the use of mapping, to obtain the diagnosis of environmental fragility of an area, and in consequence propose a methodology to be used in similar areas. With a systemic approach, are analyzed several factors that are inter-related in the basin unit, including consequently, natural and anthropic features, which are land use, slope and soil type. The methodology is based on proposals of Ross (1994) and Rodrigues (2000). The study area is the basin of the Glória Stream, located at Glória Experimental Farm, of the Federal University of Uberlândia, MG. The map of Environmental Fragility generated is the result of interpolation the maps of land use, slope and soil type. Through this cartographic product is intended to provide support for identifying areas with potential and emerging weakness and thus work with a better planning of the natural resources use.

Keywords: Environmental Fragility, Mapping, Planning.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da sociedade ao longo de milhares de anos dependeu do uso de recursos obtidos na natureza. Com a recente expansão tecnológica, somada aos hábitos de vida e consumo amplamente

difundidos, acarretou em uma demanda acelerada dos recursos naturais. A utilização desses recursos de forma desordenada resulta em graves problemas ambientais. Nesse sentido, Ross (1994) aponta para a necessidade

de que esse “desenvolvimento leve em conta não só as potencialidades dos recursos, mas, sobretudo as fragilidades dos ambientes naturais face às diferentes inserções dos homens na natureza” (ROSS, 1994).

De maneira geral, os ambientes naturais tendem a manter-se em equilíbrio dinâmico, porém com progressivas intervenções humanas tal equilíbrio vem sendo constantemente alterado. A dinâmica de cada ambiente é determinada pelo constante fluxo de energia e matéria que movem os sistemas. A partir de uma visão que se atente para essa realidade sistêmica é possível obter melhores resultados na análise e planejamento das possíveis intervenções.

Dessa forma a Cartografia vem acrescentar no sentido de tornar possível a representação de diversos fatores, e através de metodologias pré-estabelecida inter-relacionar os aspectos da realidade pesquisada. Os resultados dos trabalhos cartográficos são essenciais

para realização de diagnósticos ambientais, bem como no planejamento de recuperação de áreas degradadas ou melhor uso e manutenção do meio.

Assim, este trabalho destina-se ao desenvolvimento de uma metodologia que estude a vulnerabilidade ambiental a partir da representação de áreas de fragilidade potencial e emergente na escala de uma bacia hidrográfica. Dessa forma, proporcionar subsídios para análises e planejamento ambiental. Tais procedimentos serão possíveis por meio de um produto cartográfico de síntese, gerado a partir de cartas que representam diferentes fatores que exercem influência sobre a fragilidade.

A área de estudo selecionada para o mapeamento é a bacia de drenagem do Córrego Glória, na Fazenda Experimental do Glória, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia (Figura 01).

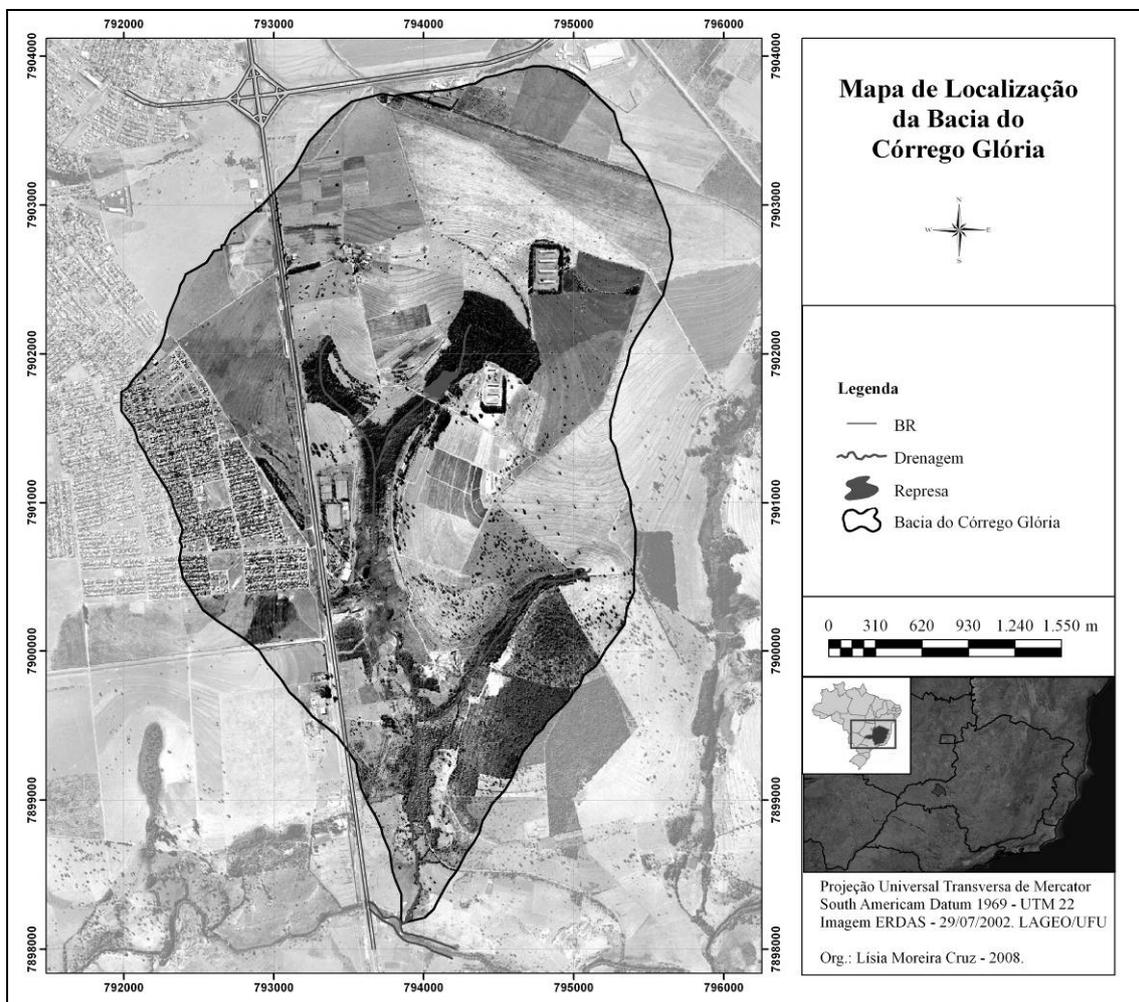


Fig. 01: Localização da área de estudo.

Esta bacia localiza-se na região sudeste do município de Uberlândia na mesorregião geográfica do Triângulo Mineiro, estado de Minas Gerais, entre o par de coordenadas $48^{\circ}13'38''W$, $18^{\circ}59'15''S$ e $48^{\circ}11'33''W$, $18^{\circ}56'9''S$.

A bacia estudada está inserida Domínio dos Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná,

apresentando um relevo tabular a levemente ondulado. A formação geológica predominante na bacia é a Formação Marília, caracterizada como um pacote superior do Grupo Bauru e formada por arenitos com cimentação carbonática e por espessas camadas de arenitos imaturos e conglomerados. (CARRIJO & BACCARO, 2000). O clima da região é classificado de

acordo com Köppen como Aw, ou seja, clima tropical de altitude com inverno seco e ameno, com baixa intensidade pluviométrica, e verão quente e chuvoso. As médias anuais das chuvas variam de 1.200 a 1.600 mm, com mais de 80% das chuvas concentradas no verão, entre novembro e março. Durante o inverno ocorre uma estação seca de 4 a 7 meses, entre abril e outubro. (ALMG, 2009).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA – O ESTUDO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL

O estudo da fragilidade ambiental é precedido por uma classificação ou organização dos elementos que compõem a porção do espaço a ser estudada, considerando aspectos naturais e antrópicos. Assim, o estudo da vulnerabilidade dos ambientes passa pela análise de seus componentes, como substrato rochoso, solo, relevo, vegetação, grau de uso antrópico.

Nessa perspectiva a abordagem do estrato geográfico definido por Grigoriev (1968) torna-se muito relevante. Ele aponta o estrato geográfico como uma estreita faixa que compreende a parte superior da litosfera, a hidrosfera, a biosfera e a baixa atmosfera, correspondendo ao ambiente que permite a existência do Homem como ente biológico e social, bem como os demais elementos bióticos da natureza. As partes que compõem o estrato geográfico estão intimamente interconectadas e inter-relacionadas, porém sem limites exatos.

Grigoriev (op. cit.) ainda aponta que, no decorrer do tempo, as sociedades e o estrato geográfico evoluem em complexidade, movidos pelas trocas de energia e matéria. Assim os avanços da ciência geográfica são essenciais na geração de referências teóricas, necessárias à compreensão do homem e seu espaço, promovendo uma melhor interferência no meio.

Para que se possa realizar um planejamento eficaz de intervenções é necessário que os componentes do estrato geográfico sejam analisados de forma integrada, pois devido ao fluxo de matéria e energia estabelecido incessantemente entre os componentes, ocorre uma relação intensa e complexa de interdependência.

Os estudos integrados de um determinado território pressupõem o entendimento da dinâmica de funcionamento do ambiente natural com ou sem as intervenções humanas. Assim o mapeamento de unidades de paisagens identificadas sob a perspectiva de suas fragilidades, frente às condições materiais e possíveis intervenções humanas, é de valiosa importância. (ROSS, 2001)

O conceito de sistema é apontado por Tricart (1977) como melhor instrumento lógico a ser utilizado para estudos de problemas no meio ambiente, uma vez que ele permite a análise dos seus diversos componentes de maneira dinâmica e em conjunto, favorecendo uma ação mais eficaz sobre o meio ambiente, pois, permite a integração de conhecimentos

isolados. Tal utilização permite ainda, identificar quais as modificações indiretas desencadeadas pelas intervenções que afetam determinado ecossistema.

A intensidade das alterações provocadas pela ação do homem depende de dois fatores: do esforço (ou tensão) aplicado ao sistema; e do grau de suscetibilidade à mudança (sensibilidade) do próprio sistema. A amplitude dos impactos provocados pelas ações antrópicas, podem variar desde o relativamente superficial até o profundo (TRICART, op. cit.).

O estudo da fragilidade ambiental adotada nesse trabalho segue a metodologia proposta por Ross (1994), que faz o estudo dos ambientes naturais e antropizados baseada nos conceitos ecodinâmicos preconizados por Tricart (1977). Essa metodologia aponta para um estudo integrado dos elementos que compõem o estrato geográfico, como clima, relevo, geologia, solo, tipo de cobertura vegetal. A partir do tratamento integrado desses elementos é possível chegar a um diagnóstico de diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais.

O processo de classificação dos diferentes elementos de interesses para a análise ambiental consiste na delimitação de áreas homogêneas adotando-se um conjunto de métodos de classificação de padrões. A aplicação dos Sistemas de Informações Geográficas torna-se fundamental devido à necessidade de análise de grande quantidade de dados, com relações complexas entre estes dados.

Como unidade de análise foi adotada a bacia hidrográfica, definida por Botelho (2004) como uma área drenada por um rio principal e seus tributários sendo limitada pelos divisores d'água. Ainda nessa perspectiva, Santos (2004) enfoca a bacia hidrográfica como um sistema natural bem delimitado no espaço, composto por um conjunto de terras topograficamente drenadas por um curso d'água e seus afluentes, onde interações pelo menos físicas são integradas e, assim, mais facilmente interpretadas. Dessa forma as bacias hidrográficas podem ser consideradas unidades naturais de avaliação do meio físico, pois integram os elementos naturais e sociais.

O resultado desse trabalho, bem como os mapas de fragilidade em geral, podem ser considerados produtos intermediários para a geração de mapas de análise e planejamento ambiental, nos quais as áreas de fragilidade potencial são as que mantêm suas características naturais preservadas ou pouco alteradas, e as de fragilidade emergente representam áreas afetadas por ações antrópicas (RODRIGUES, 1998).

3. OBJETIVOS

O trabalho tem como objetivo analisar fatores ambientais que se inter-relacionam em uma bacia hidrográfica, a fim de alcançar informações a respeito da qualidade ambiental do local. Assim, o trabalho deve também fornecer uma metodologia a ser usada em outras bacias hidrográficas, atuando como um guia para estudos semelhantes. Os fatores considerados

neste trabalho, quando analisados de forma conjunta, resultam em um produto cartográfico, que pode ser explorado no sentido de incitar soluções para uma melhor intervenção, tanto no sentido de um eficaz aproveitamento como também de uma maior preservação.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

De acordo com o objetivo da pesquisa a escolha do modelo teórico-metodológico fundamentou-se em determinar as unidades de fragilidade ambiental, valorizando o conjunto de fatores que compõem a área de estudo.

Para o desenvolvimento desse estudo foram realizados levantamentos de campo e trabalhos em gabinete, que aliados, proporcionaram a confecção dos mapas temáticos que são utilizados como recurso para identificação da vulnerabilidade ambiental da área de estudo. Assim, foram feitos os mapas que representam a influência de cada fator na fragilidade ambiental.

A ciência cartográfica passou por grandes modificações e aperfeiçoamento ao longo dos séculos e é indispensável na representação do espaço e dos diversos fatores que o compõe. Por meio do desenvolvimento da tecnologia, principalmente no que se refere aos Sistemas de Informações Geográficas – SIG's, é possível representar cada vez mais aspectos e suas correlações, da realidade de interesse do pesquisador.

Assim sendo, os produtos cartográficos foram viabilizados pelo uso do *software* ArcGIS 9.2, que constitui SIG, produzido pela ESRI – *Environmental Systems Research Institute*. O ArcGIS 9.2 é um grupo de programas que possibilita realizar procedimentos para a visualização, exploração e análise de informações espaciais. Para isso ele oferece ferramentas de mapeamento, análise e gerenciamento de dados, além de incorporar ferramentas de edição, cartografia avançada, administração de dados e análises espaciais.

Baseado em metodologias propostas por Ross (1994) e Rodrigues (2000), o trabalho realizou o levantamento de diferentes fatores da área a ser estudada. Foi feita uma análise qualitativa para definir a potencial fragilidade dos diferentes fatores – uso da terra, grau de declividade e tipo de solo. Assim foram atribuídos valores, considerando que todos os fatores teriam a mesma influência na fragilidade, conforme a proposta de Ross (1994). Dessa forma, as diferentes classes possibilitam identificar setores com diferentes padrões de fragilidade potencial e emergente.

Como resultado da interpolação dos mapas de uso da terra, declividade e tipo de solo, foi gerado o mapa de fragilidade ambiental. Cada classe dos mapas tem um valor, que pode ser de 1 a 7, representando, respectivamente, neutro ou baixo potencial degradante; e o maior potencial degradante na fragilidade do ambiente (Figura 02). Contando que cada mapa tem suas classes, previamente estudadas e definidas, elas

foram cruzadas de maneira aditiva, ou seja, as regiões somam seus pesos relativos à degradação, de uso do solo, declividade e tipos de solos. O mapa final determina a qualidade ambiental da área de estudo.



Fig. 02: Esquema sequencial da geração do mapa de fragilidade ambiental.

4.1. Mapa de Uso do Solo

Para a delimitação e classificação do uso do solo foi utilizada a base aerofotogramétrica do ano de 2002, fornecida pela Prefeitura Municipal de Uberlândia. De acordo com Rosa (2003), algumas etapas devem ser seguidas quando se pretende realizar o mapeamento a partir de fotografias aéreas, são elas: “definição dos objetivos, escolha da área de estudo, solicitação dos produtos, revisão bibliográfica, coleta de dados, interpretação visual preliminar, trabalho de campo, interpretação visual final e relatório”. (ROSA, 2003, p. 143)

Realizadas as etapas iniciais e após obter a fotografia aérea da área de estudo, iniciou-se o processo de fotointerpretação em três etapas. A primeira foi a foto-leitura, que consiste na identificação qualitativa de feições e objetos contidos na imagem. Após a foto-leitura foi realizada a foto-análise, ou seja, é feita uma avaliação e ordenação das feições e objetos da imagem. E por fim foi feita a fotointerpretação em si, dividindo o uso do solo de acordo com sua influência na fragilidade ambiental.

Essa análise é realizada pelo conhecimento prévio do intérprete da imagem, por isso, além da análise da fotografia aérea foram necessários trabalhos de campo a fim de confirmar certos usos e obter subsídios para a fotointerpretação. Por meio da interpretação de características como cor, textura,

tamanho, forma, sombra e padrão. A fotointerpretação foi realizada empiricamente pelo foto-intérprete delimitando a área dos polígonos de acordo com o tipo de uso do solo, avaliando o seu grau de influência na fragilidade ambiental.

4.2. Mapa de Declividade

De acordo com Sanches (1993) apud Rodrigues (2000) as cartas de declividade são obtidas a partir de dados topográficos em curvas de nível “entre as quais se passa, normalmente um ábaco contendo as classes de declividade que são determinadas em função da escala da carta-base, do espaçamento entre as curvas de nível e da finalidade para a qual se pretende construir a carta de declividade” (SANCHES, 1993 apud RODRIGUES, 2000). Assim o fator declividade é fundamental para a definição da fragilidade potencial e emergente. Quanto mais inclinado o relevo maior a suscetibilidade aos processos erosivos, uma vez que a intensidade do fenômeno depende da velocidade do escoamento.

Tendo em vista a inexistência de dados altimétricos confiáveis na escala de trabalho, a elaboração do mapa de declividade foi feita utilizando os dados SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) disponibilizadas pela Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias – EMBRAPA. A imagem SRTM correspondente à área de estudo é a SE-22-Z-B.

Após a definição da projeção adequada aos dados SRTM, foi realizada a extração das curvas de nível com intervalos de 10 metros. Posteriormente foi gerado um TIN (*Triangulated Irregular Network*). Então, classificou-se quatro graus de declividade, representando assim suas categorias.

4.3. Mapa de Tipo de Solo

Os tipos de solos foram definidos por meio da coleta, análise e classificação dos solos. As coletas de amostras de solos foram feitas através de sondagens e tradagens ao longo das vertentes da bacia. As amostras foram analisadas posteriormente no Laboratório de Geomorfologia de Erosão dos Solos da Universidade Federal de Uberlândia, a partir de parâmetros como: granulometria, textura, pH, teor de matéria orgânica e outros. A classificação seguiu os padrões e propostas do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999).

A análise laboratorial considerou características do solo que permitem uma maior qualidade da área em questão, no que diz respeito principalmente à erosão do solo, e posteriormente, à qualidade do solo.

A fragilidade dos solos está intrinsecamente relacionada a fatores como profundidade efetiva, capacidade de retenção de água, permeabilidade e drenagem interna, fertilidade e motomecanização (LEPSCH, 2003). A partir desses critérios de análise do solo estabeleceu-se e adotando a metodologia

proposta por ROSS (1994), dentre os solos encontrados na bacia, a seguinte hierarquia na classificação de fragilidade: Latossolo vermelho (muito baixa), Latossolo vermelho amarelo (baixa), Organossolos (alta) e Cambissolos (muito alta).

Nesse sentido afirma-se que os solos representam diferentes potenciais degradantes do ambiente, atuando de forma agravada quando mal manejados, e por isso devem entrar também nesse quadro de análise ambiental.

5. RESULTADOS

Os resultados obtidos na pesquisa levaram em conta os dados obtidos em um período específico em que ela foi realizada. Desse modo o intuito é que, por meio de atualizações, considerando principalmente o uso da terra, e adotando a metodologia sugerida, possam ser realizados novos levantamentos da fragilidade ambiental em outros períodos. Sendo possível aplicar mesma a metodologia também em áreas semelhantes.

5.1. Uso da terra

A classificação dos tipos de uso da terra foi dividida em: vegetação natural; área com proteção vegetal ou cultura permanente; pasto; culturas de café, soja, milho; uso antrópico; área urbana; voçoroca ou em processo agravado de erosão e solo exposto (Tabela 01). Esses usos foram classificados de acordo com sua influência na fragilidade ambiental da área.

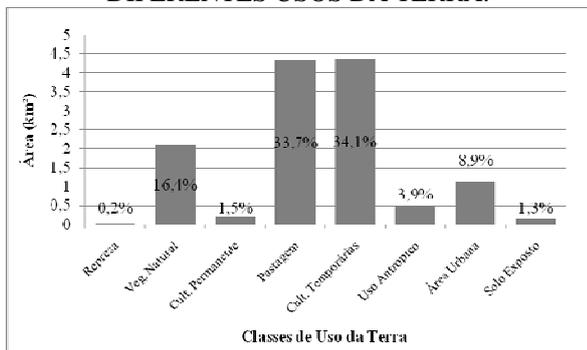
TABELA 01: CLASSIFICAÇÃO DA FRAGILIDADE DOS USOS DA TERRA.

Uso da terra	Influência na fragilidade
Vegetação Natural	1
Área com proteção da vegetação / Cultura Permanente	2
Pasto	3
Culturas temporárias	4
Uso antrópico	5
Área urbana	6
Voçoroca / Em processo agravado de erosão e Solo exposto	7

Fonte: Adaptado de Ross (1994)

As pastagens e culturas temporárias, que tem peso 3 e 4 na determinação da fragilidade, representam 67,8 % do total, ou seja, mais da metade da cobertura vegetal, enquanto a vegetação natural, que tem peso 1 na determinação da fragilidade, representa apenas 16,4% do total (Gráfico 01).

GRÁFICO 01: ÁREA OCUPADA PELOS DIFERENTES USOS DA TERRA.



Dessa forma, pode-se concluir que o uso da terra influirá negativamente na qualidade ambiental, o que pode ser verificado ainda, no mapa de uso da terra (Figura 03). A proposta de classificação do uso da terra em classes de fragilidade foi proposta inicialmente por Ross(1993). Para o atual estudo foram utilizados dados para a bacia do Glória derivados de pesquisas realizadas por Pinese, Cruz e Rodrigues (2008). Estes estudos indicaram que o desenvolvimento e intensidade de erosão laminar é controlado pela intensidade da proteção oferecida pela cobertura vegetal. Neste estudo os autores encontraram valores altos de erosão laminar para uso do tipo solo exposto, com valores intermediários para usos agrícolas e valores mais baixos para áreas de pastagens e áreas com cobertura vegetal natural.

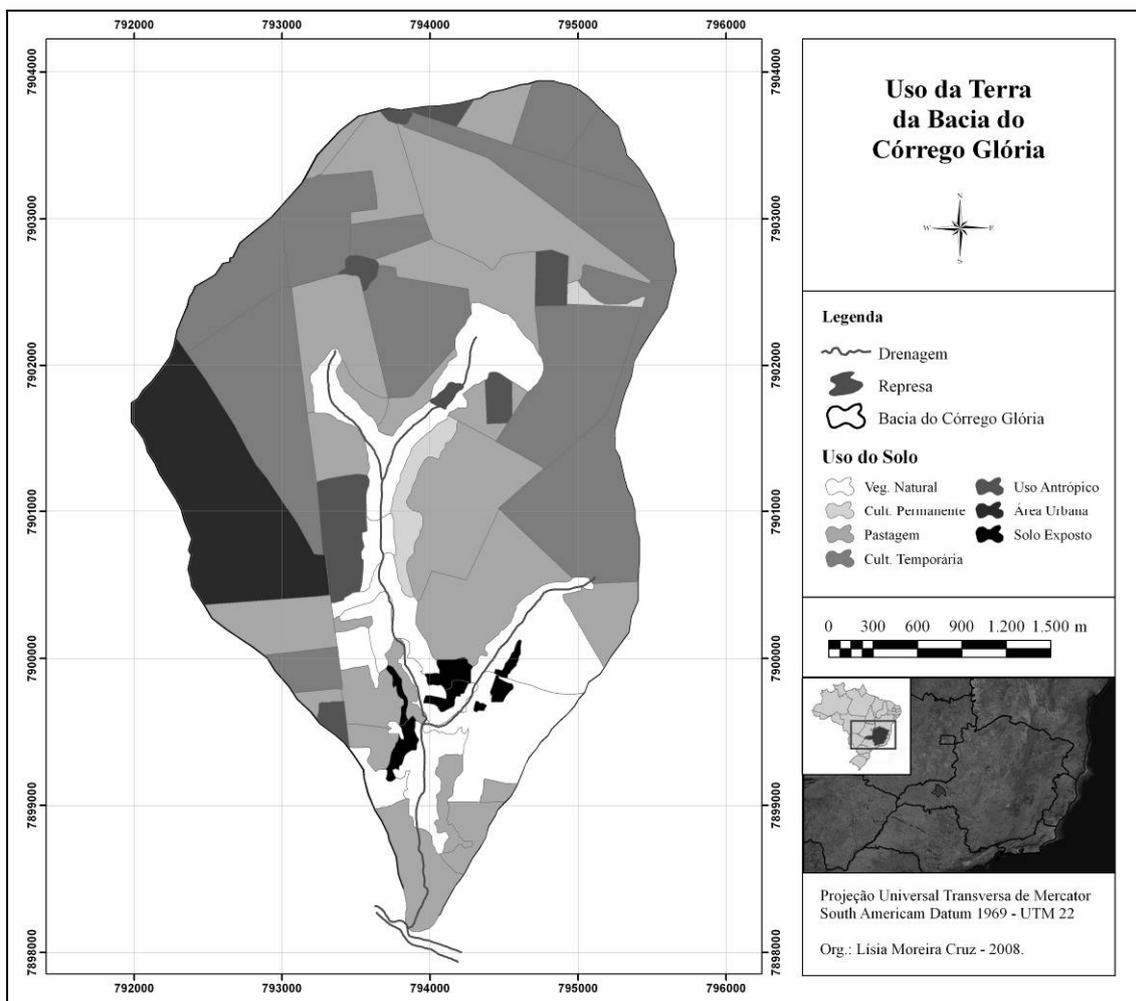


Fig. 03: Mapa de Uso da Terra.

5.2. Declividade

Os valores de declividade indicam as características do relevo que geram energia potencial para a ocorrência de processos geomorfológicos, como erosão laminar e deslizamentos. O estabelecimento de classes de fragilidade a partir de agrupamento de zonas de declividade homogênea foi proposta por Ross (1993). Na área de estudo escolhida foi feito um levantamento da representatividade de cada grau de declividade, considerando a quantidade de polígonos e a área de cada classe (Gráfico 02). Assim, a declividade foi dividida em quatro classes. (Tabela 02).

GRÁFICO 02: REPRESENTAÇÃO DA ÁREA E QUANTIDADE DE POLÍGONOS.

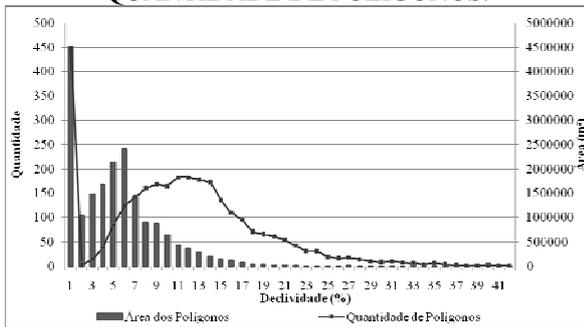


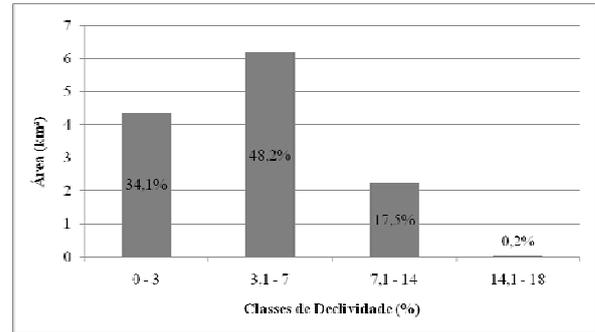
TABELA 02: GRAU DE FRAGILIDADE DE ACORDO COM A DECLIVIDADE.

Grau de fragilidade	Declividade	Influência na fragilidade
Muito Baixa	0 – 3 %	1
Baixa	3,1 – 7 %	2
Média	7,1 – 14 %	3
Alta	> 14,1 %	4

Fonte: Adaptado de Ross (1994)

A partir da análise do gráfico que representa a área ocupada por cada classe de declividade, observa-se que o relevo é pouco acentuado e dessa forma a declividade será um fator que influenciará positivamente na qualidade ambiental (Gráfico 03). Através do mapa é possível ter uma visualização desse quadro (Figura 04).

GRÁFICO 03: ÁREA OCUPADA POR CADA CLASSE DE DECLIVIDADE.



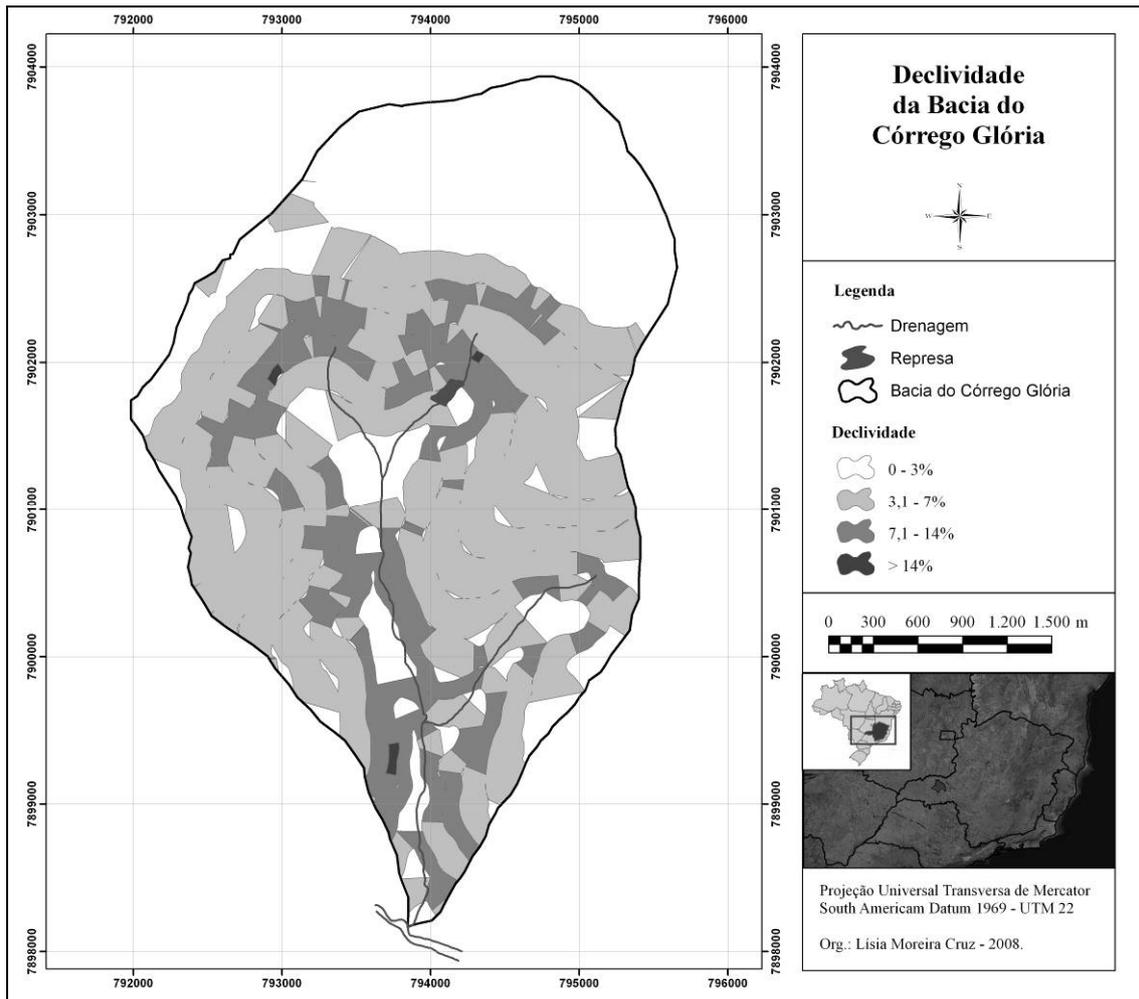


Fig. 03: Mapa de Declividade.

5.3. Tipo de Solo

Ao longo de cada bacia hidrográfica é possível encontrar diversos tipos de solos, assim na área de estudo são encontrados predominantemente os solos: latossolo vermelho, latossolo vermelho amarelo, organossolo e cambissolo. De acordo com a vulnerabilidade de cada solo frente aos processos erosivos, bem como a fertilidade dos mesmos, eles foram classificados em quatro graus de fragilidade (tabela 03).

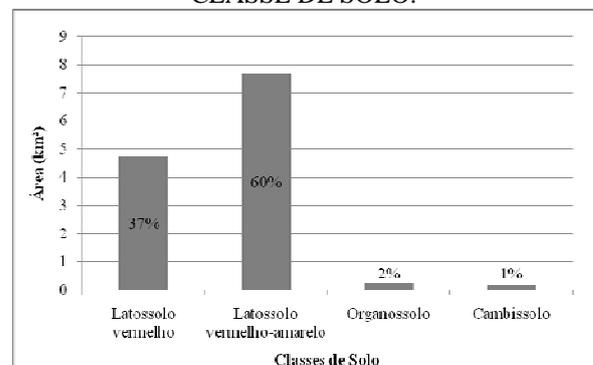
TABELA 03: TIPOS DE SOLOS ENCONTRADOS NA ÁREA DE ESTUDO.

Grau de Fragilidade	Tipos de Solos	Influência na Fragilidade
M. Baixa	LV - Latossolo vermelho	1
Baixa	LVA - Latossolo vermelho amarelo	2
Média	O - Organossolo	3
Alta	C - Cambissolo	4

Fonte: Adaptado de Ross (1994)

Quanto à distribuição dos diferentes tipos de solo na bacia, observa-se a predominância do latossolo vermelho e vermelho-amarelo, que juntos cobrem 97% da área da bacia (Gráfico 04). Deste modo compreende-se que o fator solo não terá grande representatividade no comprometimento da qualidade ambiental.

GRÁFICO 04: ÁREA OCUPADA POR CADA CLASSE DE SOLO.



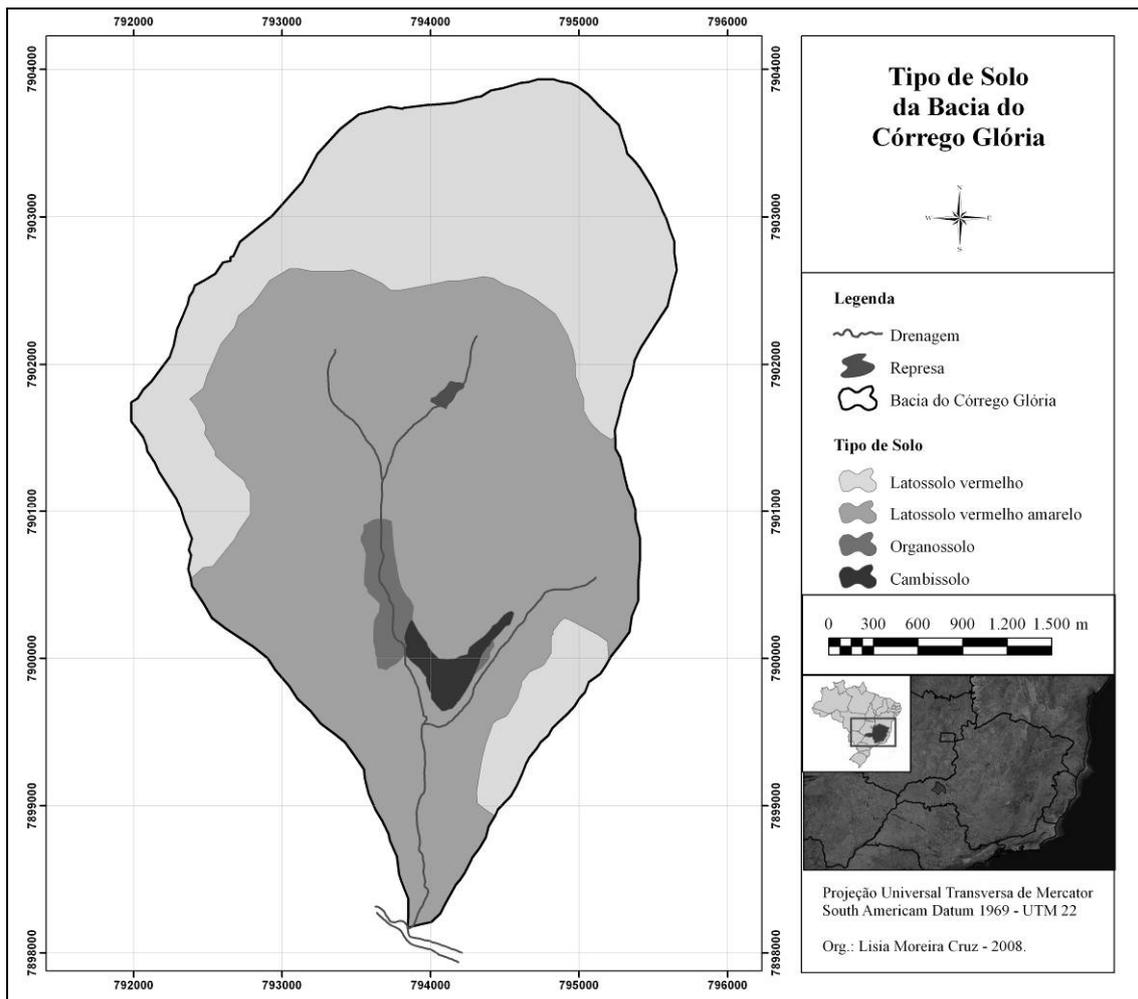


Fig. 04: Mapa de Tipo de Solo.

5.2. Fragilidade Ambiental

O mapa de fragilidade ambiental, produto desse trabalho, é um documento cartográfico de síntese que resulta da análise integrada da declividade, solo e uso da terra. De acordo com Ross (1993) e Rodrigues (2000), a valoração aferida a cada classe é qualitativa, pois foi analisada de forma que os atributos são considerados como tendo o mesmo peso na qualidade ambiental.

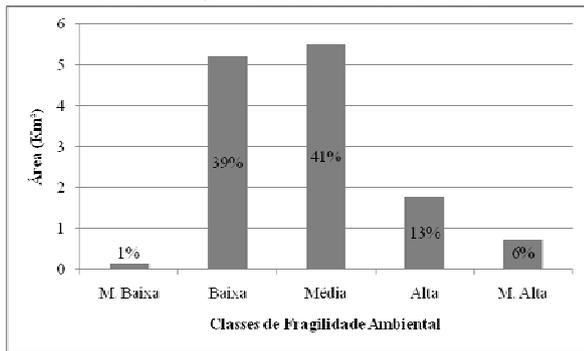
O mapa de qualidade ambiental da bacia do Córrego Glória revelou áreas já com qualidade ambiental baixa, representada pelas classes alta e muito alta (Tabela 04). Mostrou ainda áreas com fragilidade emergente, ou seja, que merecem atenção e manejo adequado para não se tornarem áreas degradadas.

TABELA 04: GRAU DE FAGILIDADE

Grau de Fragilidade	Valoração do peso da fragilidade
Muito baixa	1 - 3
Baixa	4 - 6
Média	7 - 8
Alta	9 - 11
Muito alta	12 - 14

Ao realizar o cálculo da área ocupada por cada grau de fragilidade (gráfico 05), constatou-se que as áreas com fragilidade ambiental muito baixa estão dispostas em porções muito pequenas ao longo da bacia. Assim essa classe foi agrupada à classe de fragilidade “Baixa”.

GRÁFICO 05: ÁREA OCUPADA PELAS CLASSES DE FRAGILIDADE AMBIENTAL.



Observando-se o mapa de fragilidade ambiental (figura 05), a classe expressa como baixa sugere áreas com boa qualidade ambiental, em grande parte são áreas que mantiveram sua vegetação natural. As áreas com média qualidade ambiental predominam regiões menos declivosas, porém, com uso agrícola fortemente degradante. Estas áreas, não por coincidência, são as áreas preferenciais às atividades agrícolas, já que tem bons solos para o plantio devido sua posição na vertente, e por apresentarem declividades moderadas, que não passam de 8%, favorecendo, portanto a mecanização das atividades agrícolas. Este fato remete estas áreas a uma maior preocupação com o planejamento de uso e ocupação.

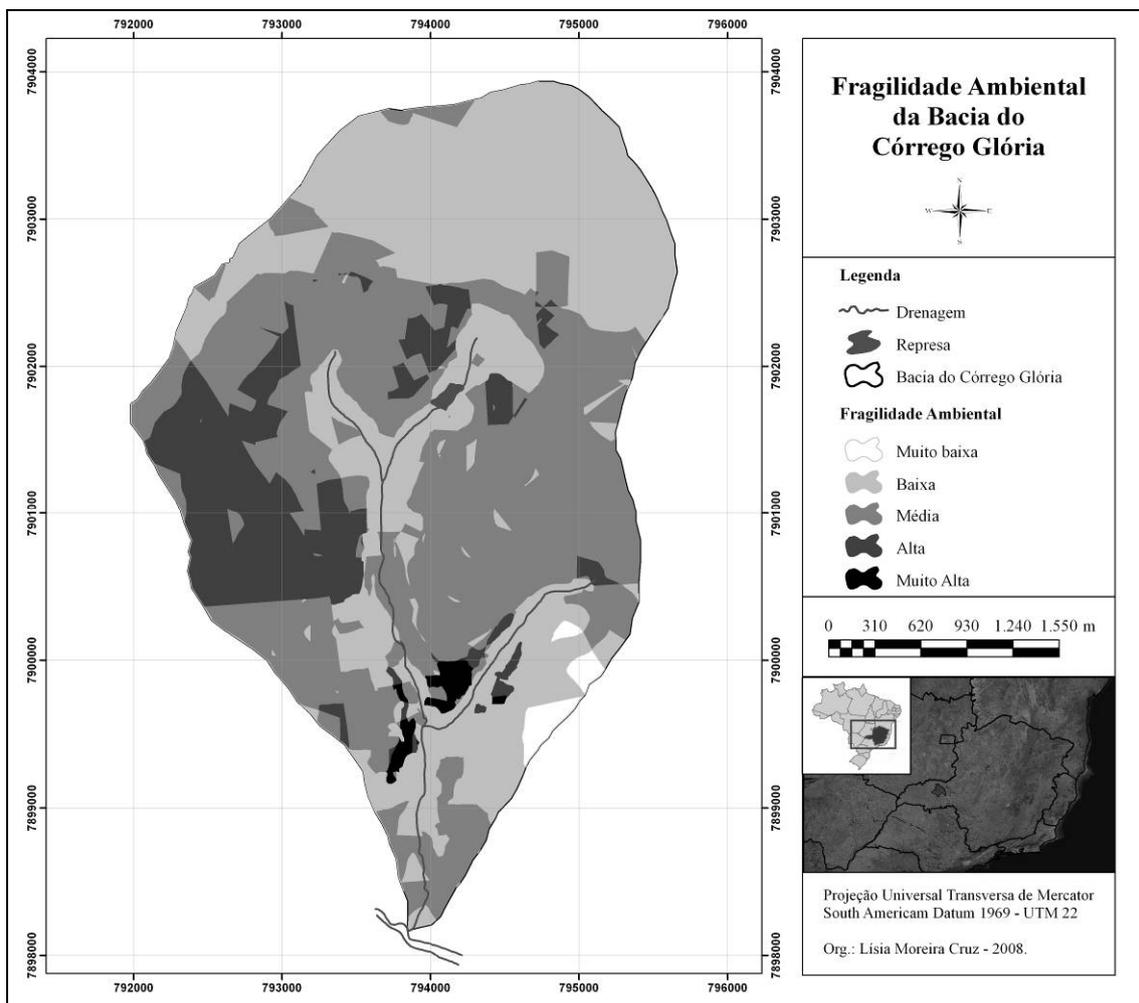


Fig. 05: Mapa de Fragilidade Ambiental.

Dentre as áreas com menor qualidade ambiental, da classe alta, estão porções da área urbana e de áreas com solo exposto. As informações do uso do solo foram muito influentes na a determinação desta classe do mapa de qualidade ambiental.

As áreas de alta fragilidade ambiental foram recorrentes em regiões com solo exposto e estão inseridas em cambissolos, que apresentam forte potencial erosivo, além disso receberam ligeira

influência da declividade que é acima de 7%. Somados esses agravantes resultaram em avançado processo de voçorocamento evidenciando a inexistência de um planejamento da região.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade do planejamento ambiental tem se tornado cada vez mais evidente diante do aumento da demanda do uso dos recursos naturais. Nesse aspecto, o trabalho mostra-se como importante subsídio para realização do planejamento na unidade da bacia hidrográfica.

Portanto, este sistema de diagnóstico ambiental se mostrou eficaz em apontar áreas potencialmente frágeis do ponto de vista ambiental. Este procedimento pode ser aplicado em diferentes escalas e com diferentes fatores de análise.

A determinação da qualidade ambiental a partir do uso do *software* de geoprocessamento mostrou-se uma ferramenta útil e competente para o planejamento territorial e pode auxiliar no gerenciamento de bacias por parte das autoridades, com a possibilidade de aplicação em diferentes escalas e com o auxílio de outros fatores ambientais.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N.; A organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras. In: FERRI, M.G. (ed.) **III Simpósio sobre o Cerrado**. Brasília, DF, 1971.
- ALMG. **Assembléia Legislativa de Minas Gerais**. Disponível em: <<http://www.almg.gov.br/>>. Acesso em: abril de 2009.
- ARCHELA, R. S., **Análise da cartografia brasileira: bibliografia da cartografia na geografia no período de 1935-1997**. São Paulo, 2000. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo.
- BACCARO, C. A. D., Mapa Geomorfológico do Triângulo Mineiro: uma abordagem morfoestrutural-escultural. In: **Revista Sociedade & Natureza**. Uberlândia, 13 (25): 115-127, jan./dez. 2001.
- BOTELHO, R. G. M. e SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental In: VITTE, A. C. e GUERRA, A. J. T. (org.) **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**, Rio de Janeiro, Bertrand Brasil 2004, (p. 153 -192).
- CARRIJO, B. R.; BACCARO, C.A.D. Análise sobre a erosão hídrica na área urbana de Uberlândia (MG). **Revista Caminhos de Geografia** 1(2) p. 70-83. 2000.
- DREW, D. **Processos Interativos Homem-Meio Ambiente**. Difel, São Paulo, 1986, p. 206.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Brasil em Relevo**. Disponível em <<http://www.relevobr.cnpem.embrapa.br/download/index.htm>>. Acesso em: nov. de 2008.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 1999. 412p.
- GRIGORIEV, A. A. **The theoretical fundaments of modern physical geography, in the interaction of sciences in the study of the earth**. Moscou, 1968.
- KAWAKUBO, F. S.; MORATO R. G.; CAMPOS K. C.; LUCHIARI A.; ROSS, J. L. S. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. **Anais: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, 2005, INPE, p. 2203-2210.
- LEPSCH, I. F (coord.). Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. **Sociedade Brasileira da Ciência do Solo**, Campinas – SP, 1983.
- NUCCI, J. C. Metodologia para determinação da qualidade ambiental urbana. **Revista do Departamento de Geografia**. n12, p. 209-224, 1998.
- RODRIGUES, S. C., **Análise Empírico-Experimental da Fragilidade Relevo-Solo no Cristalino do Planalto Paulistano: sub bacia do reservatório Billings**. (Tese de Doutorado). São Paulo: Departamento de Geografia USP, 1998.
- RODRIGUES, S. C., Análise da Fragilidade do Relevo. Abordagem Empírico-Experimental. **Revista Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 23, p. 167-189, 2000.
- RODRIGUES, S. C., Geomorfologia e recuperação de áreas degradadas: propostas para o domínio dos cerrados. In: NUNES, J.O.R.; ROCHA, P.C. (org.) **Geomorfologia. Aplicação e metodologias**. 1ª ed. São Paulo: Expressão Popular, UNESP. 2008. p. 155-170
- ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. Universidade Federal de Uberlândia. EDUFU, 5º ed., Uberlândia, 2003.
- ROSS, JURANDYR L. S. Análises e Sínteses na Abordagem Geográfica da pesquisa para o planejamento Ambiental. In: **Revista do Departamento de Geografia**. 9. SP, USP/FFLCH, 1995.
- ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**. n.8, p.63-74. 1994.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. Oficina dos Textos: São Paulo, 2004.

TRICART, J., **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREM, 1997.