

Mapeamento das Áreas de Fragilidade Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Doce – GO

PIVIC/2009-2010

Isabel Rodrigues da Rocha, Dr. João Batista Pereira Cabral
Universidade Federal de Goiás/Campus Jataí, 75804.020, Brasil
Isabel8720@gmail.com, jbcabral2000@yahoo.com.br

PALAVRAS-CHAVE: Fragilidade Ambiental, Bacia Hidrográfica, Rio Doce.

1 – INTRODUÇÃO

A presente pesquisa aborda o estudo da fragilidade ambiental na bacia do rio Doce, pois os mapas de fragilidade e/ou vulnerabilidade ambiental são ferramentas que fornecem importantes subsídios para a gestão territorial e a elaboração do Zoneamento Ecológico - Econômico (ZEE).

A necessidade de se executar um mapeamento de fragilidade ambiental referente à bacia hidrográfica do Rio Doce requereu visão aprofundada dos princípios de conservação, desenvolvimento sustentável e produção de energia elétrica pela PCH (Pequenas Centrais Hidroelétricas) Irara, podendo assim, minimizar os possíveis processos de assoreamento e eutrofização do lago da usina.

Os mapas apresentados compreendem estudos de declividade, solo, erosividade e uso da terra, que a partir dos cruzamentos, proporcionaram o mapa de Fragilidade Potencial, natural do ambiente, e o mapa de Fragilidade Emergente de acordo com a proposta de Ross (1994).

2 – OBJETIVOS

Pelos motivos expostos anteriormente, a presente pesquisa teve por objetivo identificar as áreas de maior e menor potencial de fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do rio Doce, tendo como finalidade observar a situação real do ambiente, buscando promover a adequação dos usos às suas diversas características, justificando assim, a realização desta pesquisa devido o desenvolvimento energético previsto para toda bacia do Rio Doce, e os impactos causados pelo intensivo uso da terra.

3 – METODOLOGIA

A bacia do rio Doce esta localizada nos municípios de Jataí, Rio Verde, Caiapônia e Aparecida do Rio Doce no Estado de Goiás, entre os limites latitudinais de 8095415 e 7954415 Sul e longitudinais de 410000 e 505000 Oeste.

Para execução da pesquisa foram necessárias bases de imagens e cartas topográficas da área de estudo obtidas nos sites do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), do SIEG (Sistema Estadual de Estatísticas Informações Geografias de Goiás) e do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

Iniciou-se a pesquisa seguindo os níveis metodológicos proposto por Ross (1994), que são: Compilatório, Correlatório e o Normativo.

Com cartas bases do IBGE, (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) de escala 1: 100.000 (folhas SE-22-V-D-V, SE-22-V-D-V-VI, SE-22-Y-B-III e SE-22-Z-A-I), foram delimitados os limites da bacia.

Os dados cartográficos, tipos de solos, altimetria e pluviosidade média, serviram de base para confecção de mapas de solos, declividade e erosividade, que resultaram no mapa de Fragilidade Potencial, natural do ambiente.

O mapa de uso da terra, foi obtido a partir da interpretação da imagem *Landsat 5* – sensor TM, órbita 223/cenas 72e 73, banda 3, 4 e 5, com passagem 24/04/2008, fornecendo subsídios para geração do mapa de Fragilidade Emergente.

Para confecção dos mapas de fragilidade foi utilizando o *Software Spring 5.0.2* (Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas) que é um SIG, utilizando-se o modulo LEGAL de linguagem Álgebra do SPRING, para se obter o cruzamento de mapas bases resultando nos mapas de Fragilidade Potencial e Emergente.

4 – ANÁLISE DOS DADOS

A utilização de áreas nas proximidades da bacia destinadas a cultivos agrícolas e pastagens tem crescido intensamente nos últimos anos. Esse constante uso do solo para agricultura e formação de pastagens remete em danos ao meio ambiente, pois a ocupação inadequada em um exemplo de impacto ambiental negativo.

Para realizar o estudo de fragilidade ambiental da bacia do Rio Doce, foi fundamental o conhecimento dos solos, do clima e do uso da terra. Dessa forma, este trabalho foi desenvolvido com base na proposição de Ross (1994), adaptado para classes de declividade.

O mapa de declividade foi gerado a partir da compilação das cartas topográficas do IBGE escala 1:100000, com cotas de 100 m em 100 m. Após importação das curvas de nível no software SPRING/INPE, gerou-se as classes de declividade segundo o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras, conforme a proposta de Ramalho Filho e Beek (1995).

O PI das classes de declividade foi obtido pelo fatiamento do MNT, e adaptado a proposta de Ross (1994). O fatiamento consistiu em gerar uma imagem temática a partir de uma grade triangular (TIN). As faixas de declividade da imagem temática resultante, são apresentada na tabela 1.

Tabela 1. Classes de fragilidades para declividade

Fragilidade	Classes de declividade	Área km² x km²	%
1. Muito fraca	0-3%	960.753308	35
2. Fraca	3-8%	1513.716256	54
3. Média	8-20%	235.473636	9
4. Forte	20-45%	24.959229	1
5. Muito forte	>45%	0.043286	1
		Total	100

Fonte: Adaptado de Ramalho Filho e Beek (1995) e Ross (1994)

A partir dos dados de declividade, foi possível verificar diferentes variações de inclinações das vertentes, com declives variando entre 0 a 3% ate >45% onde, os relevos vão de plano a montanhoso/escarpado.

A declividade da bacia de acordo com a proposta de Ramalho Filho e Beek (1995), classifica-se entre relevo plano a suavemente ondulado. Em termos gerais tanto ao norte como ao sul, localizam-se áreas de menores declives propícias a produção de culturas agrícolas, pelos relevos planos a suave ondulado.

Em relação ao lago da usina de Irara, ao norte da mesma, próximo ao córrego Taboca existem áreas com declividade acima 8 %, que merecem maiores cuidados, pois em termos geral, são aptas para agricultura moderna desde que se utilizem técnicas de manejo e conservação do solo, pois o ambiente é utilizado para o cultivo agrícola, com produção mecanizada de quantidades elevadas de grãos.

Os valores de erosividade foram gerados a partir de dados pluviométricos, provenientes de 14 postos pluviométricos, referente ao período de 1973 a 2009. Os dados de doze postos pluviométricos foram obtidos junto a Agência Nacional das Águas (ANA) e dois juntos a Universidade Federal de Goiás no laboratório de climatologia (CAJ/Riachuelo) localizadas no município de Jataí - GO.

A análise da distribuição espacial das chuvas na bacia hidrográfica obedeceu ao método que utiliza isoietas, proposto por Bertoni e Tucci (2000). As lacunas nos registros pluviométricos mensais foram substituídas por valores calculados pelo método da ponderação regional.

Para obtenção do valor de precipitação não registrado utilizou-se a seguinte equação:

$$Y = \frac{1}{3} \left[\frac{X1}{Xm1} + \frac{X2}{Xm2} + \frac{X3}{Xm3} \right] \cdot Ym$$

Onde:

Y é a precipitação (em mm) do posto Y a ser estimada;

X1, X2 e X3 são os valores de precipitações (em mm) correspondentes aos meses (ou anos) que se deseja calcular, medida em três estações vizinhas;

Ym é o valor de precipitação média (em mm) do posto Y;

Xm1, Xm2 e Xm3 são as precipitações médias mensais (em mm), medidas nas três estações vizinhas.

Os valores de erosividade da chuva (fator R) foram obtidos por uso do método de Wischmeier e Smith (1978), adaptado para as condições brasileiras por Lombardi Neto e Moldenhauer (1977, *apud* Bertoni & Lombardi Neto 1999). Os autores propuseram a seguinte equação:

$$EI_{30} = 67,355 (r^2 / P)^{0,85}$$

onde:

EI₃₀ é a média mensal do índice de erosividade, medidos em MJ.mm/(ha.h);

r é a média dos totais mensais de precipitação, medidos em mm;

P é a média dos totais anuais de precipitação, medidos em mm,

Para classificar qualitativamente a bacia hidrográfica quanto à potencialidade de liberação de material particulado, transformaram-se os valores quantitativos de erosividade, de MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹, para tm mm ha⁻¹ ano⁻¹, convertendo-se do sistema métrico internacional para o sistema métrico decimal, onde os valores em

megajoules são divididos por 9,81 e adotando-se as classes definidas por Carvalho (1994), (Tabela 2).

Tabela 2. Classes de erosividade da chuva, média anual: de MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹ para tm mm ha⁻¹ ano⁻¹ Carvalho (1994).

Classes de Erosividade	Valores de R (ton.m.mm/ha.h.ano)
1 – muito baixa	R < 250
2 – baixa	250 < R < 500
3 – média	500 < R < 750
4 – alta	750 < R < 1000
5 – muito alta	R > 1000

Fonte: Adaptado de Carvalho (1994).

De acordo com estudo realizado, a região possui duas estações climáticas bem distintas, sendo um período chuvoso (de outubro a março) e outro mais seco (abril a setembro). A média anual de precipitação (Tabela 3) varia de 1319 mm a 1652 mm.

Tabela 3. Localização das estações pluviométricas e sua média total e grau de erosividade do solo.

Estação Pluviométrica	Lat:	Long:	Média anual de precipitação (mm)	Erosividade em Tonelada	Grau de Fragilidade
Serranópolis	7975869	398308	1567 mm	815,35	4
Quirinópolis	7955527	550673	1431 mm	793,6898	4
Ponte Rio Doce	8025253	458681	1615 mm	846,2614	4
Pombal	7999781	448153	1584 mm	839,3599	4
Montividiu	8085019	472372	1445 mm	792,3969	4
Itarumã	7925686	464164	1566 mm	850,5698	4
Fazenda São Bernardo	8044993	406671	1607 mm	837,2985	4
Fazenda Paraíso	8069535	524422	1348 mm	773,2393	4
Caiapônia	8126898	413751	1521 mm	923,8247	4
Cachoeira Alta	7910228	491575	1319 mm	702,0264	4
Bom Jardim	8041513	376993	1564 mm	852,0691	4
Benjamim Barros	8044832	376972	1636 mm	867,1502	4
Jataí	8018515	424802	1652 mm	941,7631	4
Ponte Rio Claro	8019605	420561	1631 mm	935,3168	4

Fonte: Agencia Nacional das Águas (ANA). Dados dos anos de 1983 a 2009.

Quando se relaciona precipitação e erosividade, é possível detectar a partir da tabela 3, que os índices de perda de solos por erosividade são elevados, demonstrando que devem ser realizadas medidas mitigadoras na bacia do rio Doce em relação ao impacto da gota da chuva sobre os solos, pois na bacia ocorre a presença de neossolos próximo a usina, que conforme a proposta de Carvalho (1994) seria classificada como de alta fragilidade ambiental.

Em relação aos solos predominantes na área de estudo, destacam-se os Latossolos Vermelho de textura média e os Neossolos Quartzarênicos, ambos distróficos, isto é, solos cuja saturação de bases é inferior a 50% (EMBRAPA, 1999). Os Latossolos são profundos, bem drenados, com alto grau de intemperização e ocorrem em relevos planos e suavemente-ondulados, possuindo propriedades físicas favoráveis à utilização agrícola.

Os Neossolos Quartzarênicos são profundos, originados do produto da meteorização física do arenito da Formação Vale do Rio do Peixe. Apresentam baixa fertilidade natural, sendo de moderada a fortemente ácidos, com baixa retenção de umidade excessivamente drenada é restrito à pecuária com aproveitamento das espécies nativas (no passado) ou plantio de pastagens com capim brachiária (atualmente).

Em menores proporções aparecem os argissolos e gleissolos. De acordo com a EMBRAPA (1999) os argissolos são constituídos de material mineral, com profundidade variável desde forte a imperfeitamente drenado, com textura que varia de arenosa a argilosa no horizonte A, e de média a muito argilosa no horizonte B textural (Bt).

Os gleissolos compreendem solos heteromórficos, com presença de horizonte glei dentro dos primeiros 50 cm de profundidade ou entre 50 e 125 cm caso seja encontrado, em condições naturais são solos mal ou muito mal drenados, característicos por forte gleização.

De acordo com a proposta da EMBRAPA (1999) e as pesquisas realizadas por Scopel e Assunção (1999), e adaptados para o método proposto por Ross (1994), os solos da área de estudo podem ser classificados entre muito baixa a muito alta Fragilidade Potencial, expressas em percentuais de ocupação na tabela 4, não havendo presença das classes de fragilidade baixa e alta.

Tabela 4. Classes de fragilidades para os tipos de solo

Fragilidade	Tipos de solos	Área km² x km²	%
1. Muito Baixa	Gleissolos – G.	123.317922	4
	Latossolos – L.	2357.315064	85
3. Média	Argissolos – P.	73.732586	3
5. Muito alta	Neossolos – R.	111.011947	4
	Neossolos Quartzarênicos – RQ.	120.925572	4
Total			100

Fonte: Adaptado de Ross (1994)

O uso da terra é a última variável a ser integrada na análise do modelo para a Fragilidade Emergente, em função da utilização do uso do solo na bacia hidrográfica do Rio Doce, fazendo parte de importantes análises em termos de estudos de impactos ambientais.

Avaliação do uso da terra foi realizada através da ferramenta “segmentação” do *Software* Spring 5.0.2. O programa atribuiu uma classificação de cores e polígonos de acordo com o uso da terra existente na bacia, sendo que posteriormente as cores dos polígonos gerados foram associadas aos tipos de cobertura (Tabela 5).

Tabela 5. Grau de proteção e tipos de cobertura vegetal

Grau de proteção	Classes de uso da terra	Área km² x km²	%
1. Muito Alta	Água	25.732412	1
2. Alta	Vegetação	361.285961	13.5
3. Média	Pastagem	824.320459	30
	Silvicultura	3.592574	0.5
4. Baixa	Culturas de ciclo curto	1510.367171	54
5. Muito baixa	Cana-de-açúcar	44.368361	2
	Total		100

Fonte: Adaptado de Ross (1994)

O método para a classificação da imagem *Landsat 5* foi a partir dos valores da composição colorida (RGB) nas bandas 3 (B), 4 (G) e 5 (R) das imagens, reconhecendo áreas homogêneas envolvendo a relação entre os pixels para a classificação do uso da terra.

Os graus de proteção do solo estão representados na tabela 5, com variações de cinco categorias hierárquicas desde muito alta a muito baixa. A vegetação recobre 13.5%, cedendo lugar para agricultura, que ocupa 54% da área, sendo essa uma atividade muito exercida ao longo da bacia, classificada como de ciclo curto, ou seja, que possuem um período de plantio, desenvolvimento e colheita, inferior a 365 dias.

A capacidade de proteção do solo varia conforme sua ocupação. Para a vegetação o grau atribuído a proteção foi alta não seguindo a condição proposta por Ross (1994) de muito alta, pois, a vegetação nativa da região em estudo pertence ao bioma Cerrado, que possui arvores de porte menor e mais espaçadas em solos altamente intemperizados.

Além da vegetação, a pastagem, as culturas de ciclo curto e a cana-de-açúcar também tiveram grau atribuído diferente da proposta de Ross (1994), devido às condições de manejo do solo, proporcionado pelas duas safras que ocorrem anualmente.

A ocupação da área estudo é demonstrada no mapa de uso da terra (Figura 1) com áreas ocupadas pela vegetação, silvicultura, pastagem, culturas de ciclo curto e cana-de-açúcar.

Das diferentes formas de fisionomias encontradas na bacia, merecem destaque as culturas, com destino a produção industrial, como a cana-de-açúcar (Foto A) para a produção de etanol e açúcar, silvicultura com o plantio eucalipto (Foto B), para a produção de carvão vegetal, papel e celulose.

As pastagens também têm papel significativo na economia local, especialmente porque é destinada à criação de gado (Foto C), denominada criação extensiva.

A soja e umas das produções de monoculturas de grãos encontradas ao longo de quase toda bacia do rio Doce (Foto E) seguidas pelo cultivo de milho, sorgo, feijão e outras culturas.

A soja e o milho se tornam quase predominante em termos de ocupação, sustentando uma economia baseada em Complexo-Agroindustrial (CAI), como sendo marca característica do processo de industrialização da agricultura de acordo com Graziano da Silva (1998). Ribeiro (2005) enfatiza em seu trabalho as instalações de CAIS (Complexo-Agroindustriais) juntamente com a produção de monoculturas, como se detecta nas áreas da bacia do rio Doce.

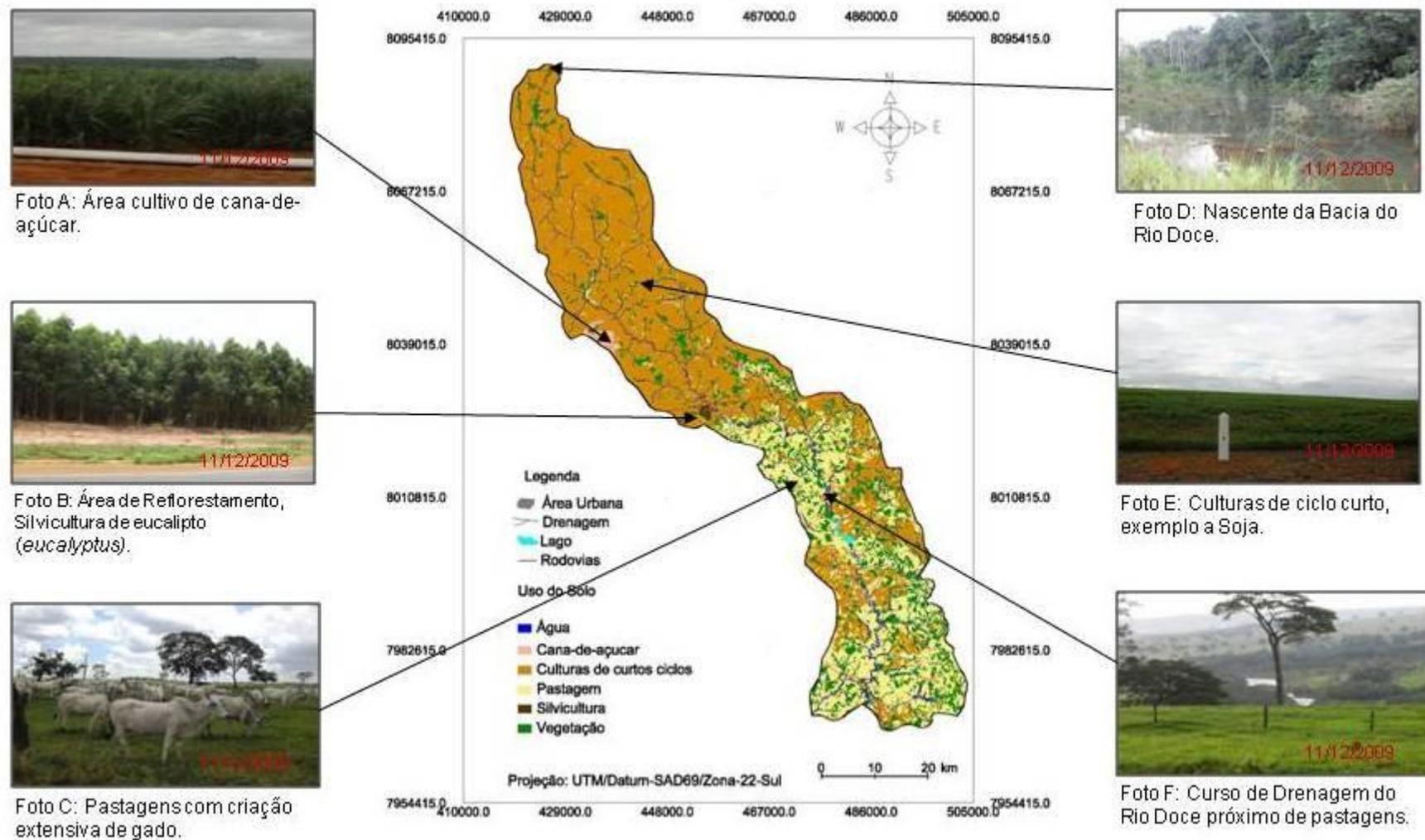


Figura 1 – Mapa de uso da terra interpretado e gerado a partir do mapeamento da imagem *Landsat 5 TM* (2008) e suas respectivas ocupações.

4.1 – Análise da Fragilidade Potencial

O modelo de Fragilidade Potencial com o apoio de classes de declividade como exposto anteriormente, considera a princípio além da declividade, as classes de solos e de erosividade também como fatores característicos da fragilidade natural do ambiente.

A carta de Fragilidade Potencial foi elaborada por meio da superposição das informações de declividade, erosividade das chuvas e erodibilidade dos solos.

Conforme a tabela (6), a classe de maior representatividade na bacia, foi à de baixa fragilidade cobrindo aproximadamente 82% da, onde são concentradas áreas destinadas a cultivo de culturas de ciclo curto, pastagens, silvicultura e cana-de-açúcar, sendo que a classe de média fragilidade ocupa 9%.

Tabela 6. Classes para Fragilidade Potencial

Fragilidade	Áreakm² x km²	%
1. Muito Baixa	216.405900	8
2. Baixa	2263.028796	82
3. Média	269.291216	9
4. Alta	12.085033	1
5. Muito Alta	0	0
	Total	100

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

De acordo com a proposta de Ross (1994), na bacia do rio Doce, existem quatro diferentes graus de Fragilidade Potencial (Figura 2), sendo eles: muito baixa (1), baixa (2), média (3), alta (4) e não apresentando ocorrência para a classe muito alta (5). As delimitações das unidades espaciais que compõem a carta de Fragilidade Potencial expressam o equilíbrio dinâmico natural na bacia, sem a influência das atividades antrópicas.

As classes de Fragilidade Potencial obtidas foram: Muito baixa e baixa fragilidade quando prevalecem declividades inferiores a 8% e predomínio de latossolos. As áreas onde ocorrem as classes de média e muito alta Fragilidade Potencial estão nas porções mais elevadas da bacia onde o relevo tem maior declividade, geralmente com inclinações superiores a 8% e predominam os neossolos.

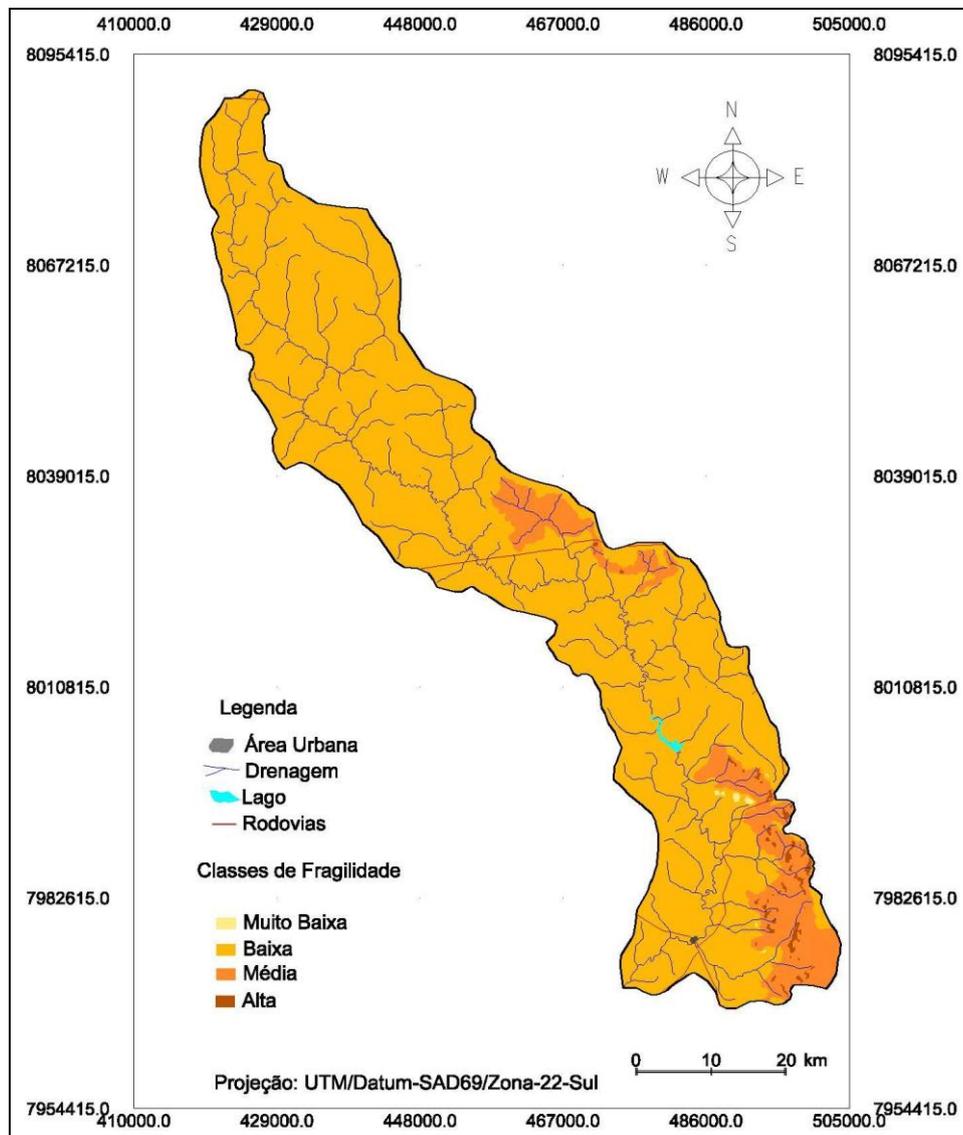


Figura 2 – Mapa de Fragilidade Ambiental Potencial.

Deste modo, a Fragilidade Potencial faz uma avaliação natural do ambiente, sabendo que essas são as condições apresentadas em termos naturais de fragilidade não necessariamente precisando da atividade humana para afetar esse meio, sendo uma ocorrência natural dos processos de modificações da terra, como as gotas de chuvas, as irregularidades dos declives, e até os ventos. Exemplos esses associados às atividades humanas podem acelerar o processo de degradação alterando o equilíbrio natural do ambiente, chegando ao diagnóstico de Fragilidade Emergente.

4.2 – Análise da Fragilidade Emergente

Com a linguagem LEGAL do programa SPRING, foram efetuados os cálculos algébricos para o mapa de Fragilidade Emergente (Figura 3). As unidades mapeadas na carta de Fragilidade Emergente, cujas classes indicam o estado de equilíbrio da paisagem em face à ocupação antrópica, são resultantes da correlação das informações da Fragilidade Potencial com o uso da terra que é associada à intervenção

humana, ou seja, uso e ocupação da terra, que se caracteriza pela maneira como o ser humano utiliza o solo.

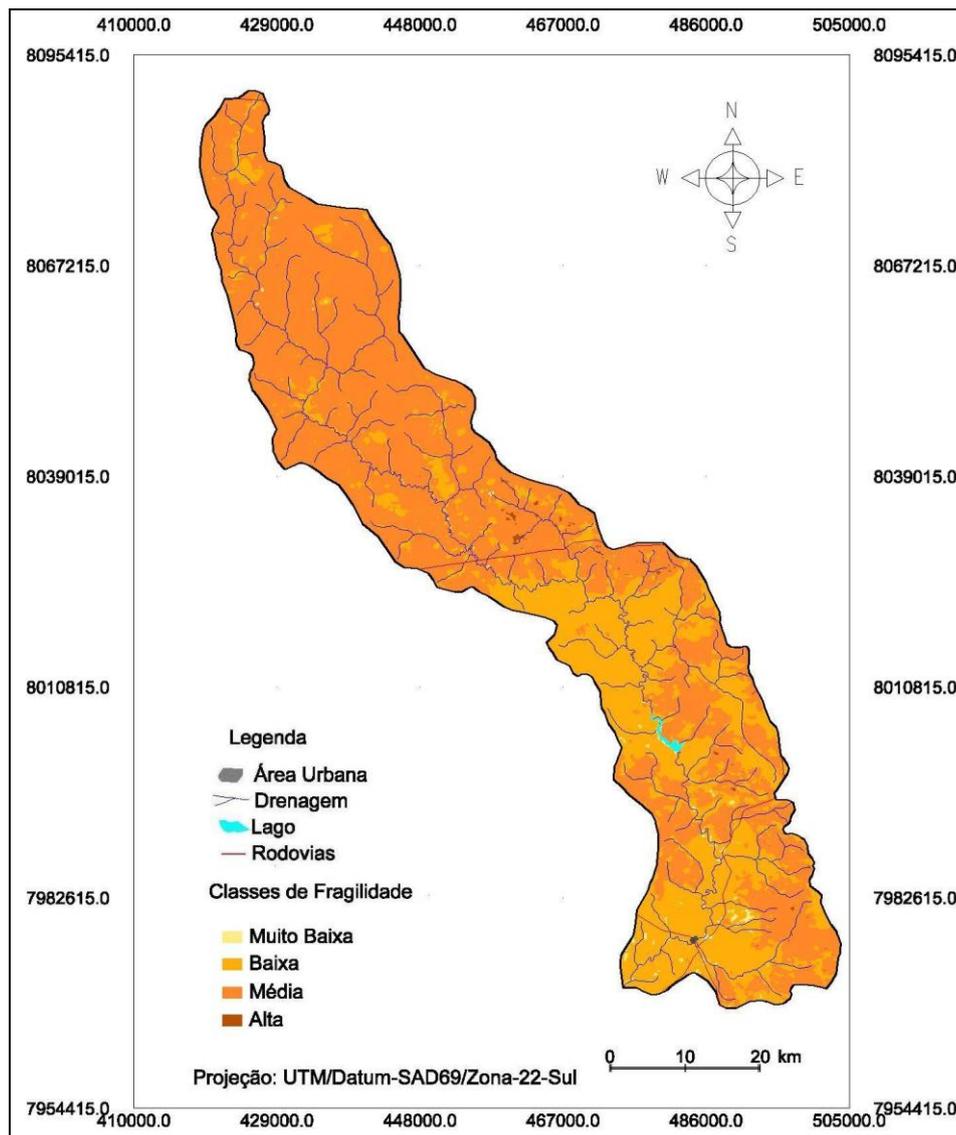


Figura 3 – Mapa de Fragilidade Ambiental Emergente.

A classe predominante na área de estudo é a de média fragilidade, com predominância de aproximadamente 65% de da área, que pode ser justificado devido ao relevo estar classificado entre baixa e media fragilidade, assim como classes de uso da terra, demonstrando que essas áreas apresentam certo equilíbrio na relação de cobertura e aspectos físicos, pois a vegetação existente atenua a ação da erosão. Portanto, mudança no uso da terra nessas áreas poderá alterar esse estado de equilíbrio, desencadeando a aceleração dos processos erosivos, assim a retirada do restante de vegetação de cerrado existente, influenciará numa nova configuração da Fragilidade Emergente.

As classes de Fragilidade Emergente (Tabela 7) na bacia são classificadas em quatro diferentes níveis que são: fragilidade muito baixa (1), baixa (2), média (3), alta (4), não havendo ocorrência para a classe muito alta (5).

Tabela 7. Classes para Fragilidade Emergente

Fragilidade	Área km² x km²	%
1. Muito Baixa	19.053.494	1.8
2. Baixa	942.336.099	34
3. Média	1.783.497.348	65
4. Alta	0.261668	0.2
5. Muito Alta	0	0
		Total 100

Fonte: Adaptado de Ross (1994)

A representação da classe de fragilidade alta ocorreu em alguns pontos isolados da bacia, ocupando apenas 0.2% da área.

A classe baixa recobre 34% da bacia estendendo-se desde as áreas de vegetação e pastagens em relação à cobertura vegetal. É uma classe que também merece considerações e cuidados, pois, tem sido bastante danificadas pela criação de gado extensiva, e sua “revegetação natural” ocorre em processo muito lento, e podendo acelerar a erosão laminar tornando essas áreas menos férteis.

A classe média ocupa 65% da área, estendendo-se sobre latossolos e neossolos, pastagem e culturas, declividade entre 3 e 20 graus.

5 – RESULTADOS

O método aplicado mostrou-se eficiente, representando a realidade expressa por meio de um modelo espacial computadorizado, podendo ser adequados para aplicação em outras áreas de estudo. Tal método sofreu adaptações, ajustes e acréscimos no desenvolvimento desse trabalho.

As unidades mapeadas na carta de Fragilidade Potencial retrataram as potencialidades físicas naturais da paisagem, predominando na bacia do rio Doce a classe de baixa Fragilidade Potencial. Já na Fragilidade Emergente a bacia pode ser classificada entre muito baixa e alta, demonstrando os desequilíbrios que se processam na bacia, assim, pode-se afirmar a importância de uma ocupação ordenada nessas áreas, uma vez que mudanças no cenário atual, como o barramento da água pela construção da usina, poderá acarretar danos incalculáveis a esse ambiente na transformação do ambiente lótico para lântico.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. Agência Nacional de Águas. Sistema de Informações Hidrográficas – **Hidroweb**. Disponível em: < <http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 8 out. 2009.
- BERTONI, J. C. LOMBARDI NETO, J. **Conservação do solo**. 4 ed. São Paulo – SP: Icone. 355 p.1999.
- BERTONI, J. C; TUCCI, C. E. M. **“Precipitação”**, In: TUCCI, C. E. M. (Editor): Hidrologia: Ciência e Aplicação. 2 Ed. Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS, ABRH, 943 p. 2000.
- CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia Prática**. CPRM – Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais – RJ: Brasil. 372 p.1994.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Serviço de Produção de Informação – SPI. Brasília: DF. 412 p.1999.
- GRAZIANO DA SILVA, J. **A nova dinâmica da agricultura brasileira**. 2 ed. Campinas: SP – UNICAMP. IE. 211 p.1998.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cartas topográficas de escala 1: 100.000** (folhas SE-22-V-D-V, SE-22-V-D-V-VI, SE-22-Y-B-III e SE-22-Z-A-I). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 set. 2009.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Catálogo de Imagens – CDSR**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 14 set. 2009.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – **Divisão de Processamento de Imagens – DPI**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/>>. Acesso em: 11 jun. 2009.
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPS, p 65. 1994.
- RIBEIRO, D. D. **Agricultura “caficada” no Sudoeste de Goiás: do bônus econômico ao ônus sócio-ambiental**. 264 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói (RJ), 2005.
- Ross, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. Revista do Departamento de Geografia. n.8, p.63-74. 1994.
- SCOPEL, I. ASSUNÇÃO, H. F. **Erosividade no estado de Goiás**. XI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, II Reunião Latino America de Agrometeorologia. Anais – CD-ROM. Florianópolis - SC, pp. 1-9. 1999.
- SIEG. Sistema Estadual de Estatísticas Informações Geografias de Goiás. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br>>. Acesso em: 22 jul. 2009.
- SILVA, I. C. O, Cabral,J.B.P. **Mapeamento da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do córrego da Onça, Jataí (GO), utilizando técnicas de geoprocessamento**. Revista Eletrônica do Curso de Geografia do Campus Jataí, UFG, n. 11, jul-dez/2008.
- SPORL, C. ROSS, J.L.S. **Análise da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos**. GEOUSP - espaço e tempo. São Paulo, n° 15 São Paulo, p. 39-49.2004.
- ROSS, J.L.S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. In: Revista do Departamento de Geografia, n°8, FFLCH-USP, São Paulo.1994.