

USO DE TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO NA
ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DA UHE
BARRA DOS COQUEIROS – GO

Isabel Rodrigues da Rocha¹; João Batista Pereira Cabral²

Universidade Federal de Goiás/Campus Jataí

jbcabral2000@yahoo.com.br; isabel8720@gmail.com

Palavras – Chave: Fragilidade ambiental, bacia hidrográfica, uso da terra.

1 – INTRODUÇÃO

As fragilidades dos ambientes naturais devem fazer parte de avaliação quando se pretende realizar planejamentos territoriais. Tricart (1977) elaborou o conceito de unidades ecodinâmicas, definindo que quando os ambientes estão em equilíbrio dinâmico são estáveis, e quando se encontram em desequilíbrio são instáveis. Ross (1990) inseriu novos critérios, estabelecendo unidades de instabilidade potencial e de unidades de instabilidade emergente.

A presente pesquisa foi elaborada de acordo com a metodologia de Ross (1994), cuja metodologia apresenta-se na avaliação da fragilidade ambiental, utilizando de bases cartográficas como tipos de solos, altimetria e pluviosidade média, servindo de base para elaboração de mapas de declividade, pedologia, erosividade, e a partir do cruzamento dos mesmos determinou-se a Fragilidade Potencial. Outra variável a ser integrada é uso da terra, a avaliação da atividade antrópica junto à fragilidade potencial determinará a fragilidade emergente.

A presente pesquisa se justifica devido ao intenso processo de antropização da bacia e a necessidade de mapear a área da UHE Barra dos Coqueiros, para se conhecer as fragilidades ambientais, em relação ao uso e ocupação da terra ao longo da bacia, disponibilizando o estudo realizado para tomadas de medidas contra os possíveis impactos ambientais causados pela instalação da usina e o barramento do rio, pois a partir de 2010 o início o processo de produção hidrelétrica.

2 – OBJETIVOS

A presente pesquisa teve por objetivo identificar as áreas de maior e menor potencial de fragilidade ambiental na bacia hidrográfica da Usina Hidroelétrica (UHE) Barra dos Coqueiros, tendo como finalidade mapear a área de estudo em análise temporal com

² Revisado pelo Orientador - João Batista Pereira Cabral²; Isabel Rodrigues da Rocha¹

intervalos de três décadas (1990, 2000 e 2010), no intuito de promover a adequação dos usos às suas diversas características, justificando assim, a realização desta pesquisa devido o desenvolvimento energético previsto na região, e os impactos causados ao longo do tempo.

3 – METODOLOGIA

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), do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).

3.1 – Localização da Área de Estudo

A área de estudo está localizada a bacia hidrográfica da UHE Barra dos Coqueiros, no recorte dos limites latitudinais de 7959000 e 7924000 Sul e longitudinais de 477000 e 512000 Oeste (Figura 1), entre os municípios de Caçu e Cachoeira Alta, no estado de Goiás.

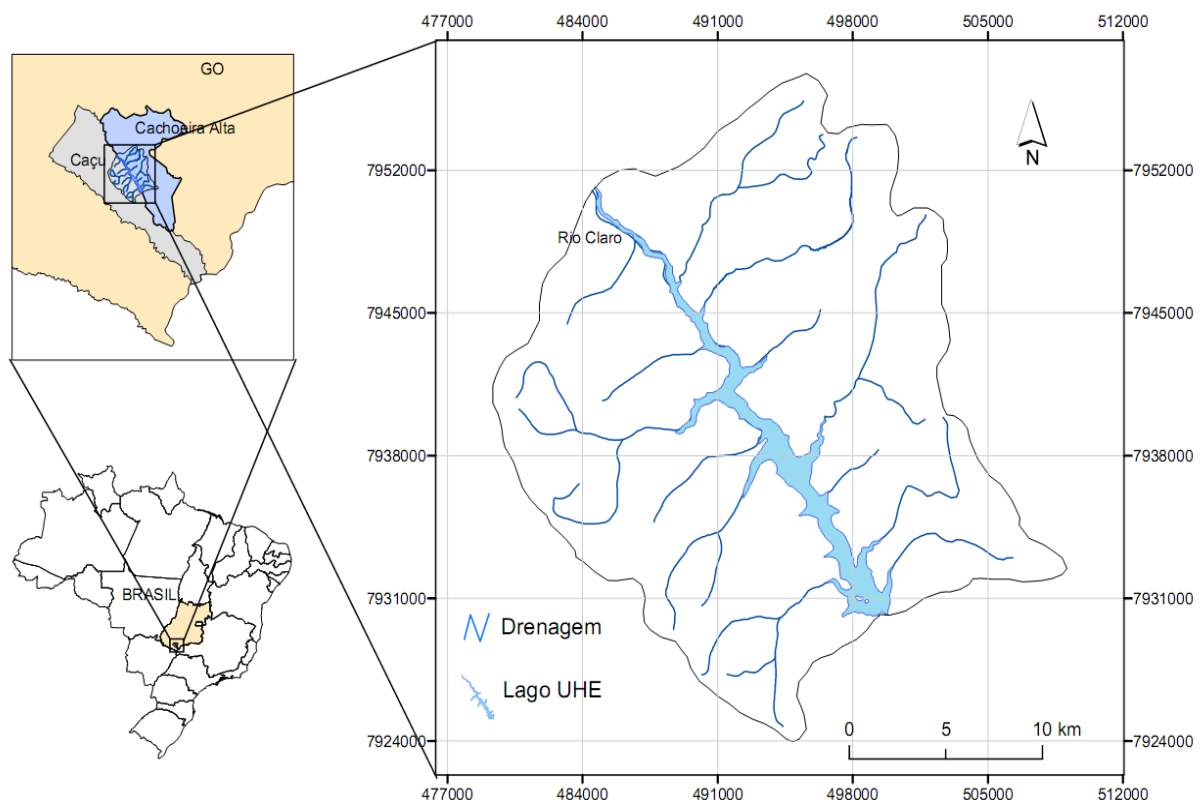


Figura 1 – localização da área de estudo.

3.2 – Procedimentos Metodológicos

Com cartas bases do IBGE, (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) de escala 1: 250.000 (folhas SE-22-Y-B – Caçu e SE-22-Z-A Quirinópolis) foi delimitado o recorte da bacia.

A partir dos dados cartográficos, foram confeccionados os mapas de declividade e solos, o mapa de erosividade foi gerado a partir dos resultados dos valores de pluviosidade média no intervalo de três décadas, referente ao período de 1981 a 2010, que resultaram no mapa de Fragilidade Potencial. O mapa de uso da terra, foi obtido a partir da interpretação das imagens LANDSAT – TM 5 (Tabela 1), fornecendo subsídios para geração do mapa de Fragilidade Emergente.

Tabela 1 – Data das imagens de satélite selecionadas para o estudo

Orbita e cena da imagem - sensor TM	Data:
223/73	13/08/1990
223/73	25/08/2000
223/73	20/08/2010

Para a confecção dos mapas, foi utilizando o *Software* SPRING 5.1.7 o do INPE. Utilizando-se o modulo LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) do SPRING, foi realizado o cruzamento de mapas no qual se obteve os mapas de Fragilidade Potencial e Emergente.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – Declividade

A declividade foi gerada a partir da imagem de relevo – SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) da EMBRAPA no *software* SPRING/INPE. O plano de informação (PI) das classes de declividade foi obtido pelo fatiamento do modelo numérico territorial (MNT), 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 apresentadas na tabela 2.

Tabela 2 – Fragilidade para declividade da bacia da UHE Barra dos Coqueiros.

Fragilidade	Declividade	Área (km²)	%
1 Muito Baixa	0-6	392,5879	73,98
2 Baixa	6-12	98,52481	18,57

3 Média	12-20	16,26995	3,07
4 Alta	20-30	10,06086	1,9
5 Muito Alta	>30	13,13571	2,48
Total		530,5792	100

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

A partir dos dados de declividade, foi possível verificar diferentes variações de inclinações das vertentes, com declives de 0 a 6% até >30%, com relevos de plano a escarpado. Nota-se a predominância das menores declividades com 73,98% para a classe muito baixa e 18,57% para a classe baixa, ressaltando que nem os menores declives estão inerentes a ocorrência da erosão e da perda de solo.

4.2 – Solos

Em relação aos solos predominantes na área de estudo, destacam-se quatro tipos, os Agissolos, Latossolos, Neossolos Litólicos e Neossolos Quartzarênicos.

De acordo com a EMBRAPA (1999) os argissolos são constituídos de material mineral, com profundidade variável desde forte a imperfeitamente drenado. Já 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 aparecem em menores proporções, são profundos, originados do produto da meteorização física do arenito da Formação Vale do Rio do Peixe. A composição dos Neossolos Litólicos é de material rochoso a pedregoso, conforme a tabela 3 é apresentada relação da fragilidade para os solos presente na bacia.

Tabela 3 – Fragilidade para solos da bacia da UHE Barra dos Coqueiros.

Fragilidade	Tipos de Solos	Área (km ²)	%
1 Muito Baixa	Latossolos	405,896120	76,19
3 Média	Agissolos	73,328783	13,76
5 Muito Alta	Neossolos Litólicos	47,106618	8,84
5 Muito Alta	Neossolos Quartzarênicos	6,400439	1,21
Total		532,73196	100,00

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

4.3 – Erosividade

Os valores de erosividade foram obtidos a partir de dados pluviométricos, provenientes de 8 postos pluviométricos da Agência Nacional das Águas (ANA), referente ao período de 1981 a 2010. Sendo os mesmo utilizados para análise da distribuição espacial das

chuvas na bacia hidrográfica obedecendo ao método de isoietas, proposto por Bertoni e Tucci (2000).

Os valores de erosividade da chuva (R) foram obtidos seguindo o método de Wischmeier e Smith (1978), adaptado para as condições brasileiras por Lombardi Neto e Moldenhauer (1977, *apud* Bertoni & Lombardi Neto 1999), apoiando na seguinte equação proposta pelos autores:

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

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 4).

Tabela 4 - Classes de erosividade da chuva, média anual: de MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹ para tm mm ha⁻¹ ano⁻¹

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 Mariano (2003) predomina na região sudoeste de Goiás duas estações climáticas bem distintas, sendo um período chuvoso (outubro a março) com variação de 1200 mm a 1800 mm. Já outra em período mais seco (abril a setembro), onde a precipitação varia bastante com valores chegando a/ou próximo de zero. Sendo assim, a média anual de precipitação dos três intervalos em estudo (Tabela 5) demonstra que a variação nas médias de precipitação da década do ano de 1981 a década de 2010, ficou entre de 1322 mm a 1703 mm. Convertendo os valores de erosividade (Carvalho, 1994) para a fragilidade (Ross,(1994), a bacia se classifica entre média a alta fragilidade.

Tabela 5 – Estações pluviométricas e grau de erosividade do solo para Carvalho e Ross.

Estação	Lat :	Long:	P. 81-90	Erosividade	Fragilidade	P. 81-00	Erosividade	Fragilidade	P. 81-10	Erosividade	Fragilidade
Cachoeira Alta	7910228	491575	1322	710,9958	3	1662	1040,378	5	1341	735,7992	3
Canastra	7888107	484285	1630	890,6533	4	1589	874,9216	4	1534	848,3841	4
Itajá	7884002	443795	1524	816,1826	4	1476	797,776	4	1475	799,7378	4
Itarumã	7925686	464164	1640	864,9981	4	1580	831,736	4	1541	833,2518	4
Pombal	7999781	448153	1650	868,2343	4	1591	832,8398	4	1599	844,6673	4
Ponte Rio Doce	8019605	420561	1596	834,5034	4	1620	837,5059	4	1602	841,514	4
Quirinópolis	7955527	550673	1505	817,3684	4	1462	812,5954	4	1458	811,2353	4
Serranópolis	8086996	397974	1703	845,9408	4	1596	810,0493	4	1588	826,1702	4

*P. (Período).

Fonte: Adaptado para Carvalho (1994) e/para Ross (1994).

4.4 – Uso e Ocupação

A avaliação do uso da terra foi realizada pela metodologia de Rosa (2007) (chave de interpretação) pautado na análise visual da imagem, onde avalia-se na interpretação das composições coloridas, definindo as características tonais, texturais e geométricas das classes de mapeamento de uso da terra presentes no bacia. Utilizando do *Software* SPRING 5.1.7., para realizar os mapeamentos de avaliação temporal, de 1990, 2000 e 2010 (intervalos de 10 anos), otimizando, o estudo de impacto ambiental do uso e ocupação da bacia, devido ao desenvolvimento energético esperado, para os próximos anos.

A capacidade de proteção do solo varia conforme sua ocupação. Para a vegetação o grau atribuído a proteção foi alta (2) seguindo a condição proposta por Ross (1994), pois, a vegetação nativa da região em estudo pertence ao bioma Cerrado, que possui árvores de porte menor e mais espaçadas em solos altamente intemperizados.

A ocupação da área estudo é demonstrada nos mapas de uso da terra (Figuras 2a, 2b e 2c) com áreas ocupadas pelas classes de água, mata/cerradão, cultura, pastagem, área urbana e solo exposto (área descoberta com solo arado, por exemplo).

Conforme os dados apresentado na tabela 6 é evidente a redução das áreas de maior grau de proteção, a de vegetação natural, que decresceu 7,2% nos últimos 20 anos. Igualmente houve um crescimento da cultura no entorno da bacia na década de 2010, representando 4,18% de ocupação, esse aumento é relacionado a cultura de cana-de-açúcar, e a instalação de usina sucroalcooleira, próximo da região.

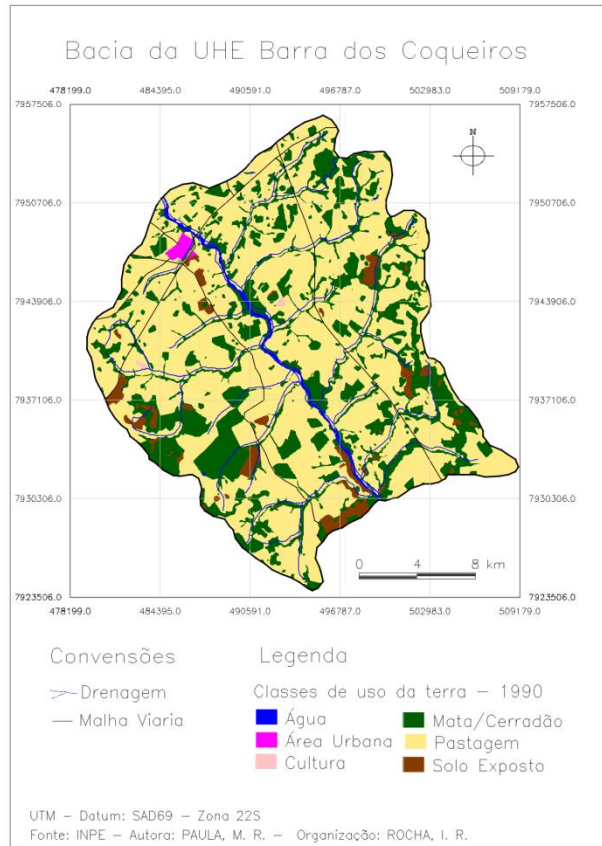


Figura 2a – Mapa de Uso da Terra em 1990.

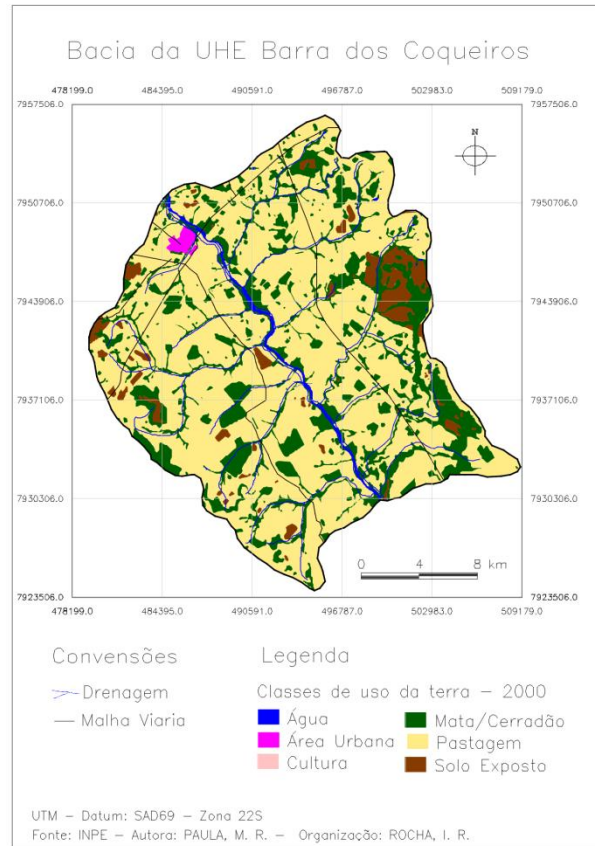


Figura 2b – Mapa de Uso da Terra em 2000.

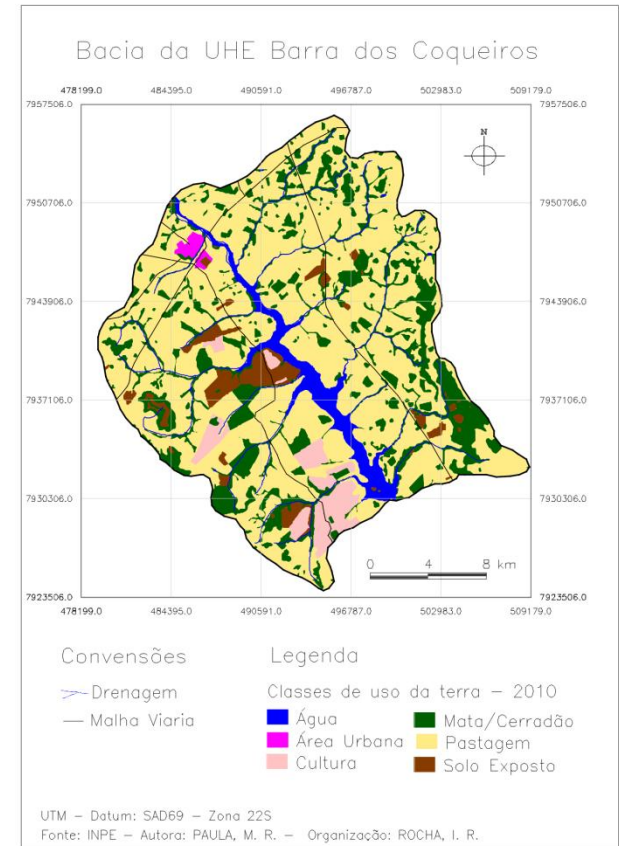


Figura 2c – Mapa de Uso da Terra em 2010.

Ao se analisar o uso da terra verificou-se a redução da área de vegetação, e conseqüentemente o aumento da área de cultura, as áreas de pastagens permaneceram quase estáveis, mas notando que em 2000 esteve 2,29% maior que em 1990, o aumento da cultura ocorreu em áreas de pastagens. Outro fator que contribuiu na redução da vegetação natural foi o aumento das áreas alagadas com mais de 4%, devido à construção do reservatório da usina hidroelétrica.

Tabela 6. Grau de proteção de tipos de cobertura vegetal

Uso e Ocupação	Grau de Proteção	Área 1990 (km ²)	1990%	Área 2000 (km ²)	2000%	Área 2010 (km ²)	2010%
Água	1. M. Alta	4,660417	0,87	4,368763	0,82	24,297928	4,58
Cultura	4. Baixa	0,507578	0,1	0,000000	0,00	22,200291	4,18
Mata/Cerradão	2. Alta	154,322128	29,1	137,670843	25,91	116,189511	21,9
Pastagem	3. Média	352,416763	66,45	365,177246	68,74	344,966328	65,01
Solo Exposto	5. M. Baixa	16,321761	3,08	21,660178	4,08	20,165085	3,8
Área Urbana	5. M. Baixa	2,101991	0,4	2,395206	0,45	2,825428	0,53
Área Total		530,330638	100,00	531,272236	100,00	530,644571	100,00

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

4.5 – Fragilidade Potencial

A fragilidade potencial da década de 1990 apresenta mesma configuração que na de 2000, com índices de classificação de média a muito alta, conforme a tabela 7. A classe de fragilidade potencial de maior expressividade foi a classe média, com 84,75% de ocupação para as décadas de 1990 e 2000, sendo assim, onde há o predomínio dos mais baixos declives de 0-6% e 6-12% nas áreas onde concentram os latossolos, a fragilidade e ocupada pela classe média. As demais classes, alta e muito alta restaram com 15,25% de ocupação da área, localizadas nos mais altos declives de 12-20, 20-30 e >30 %, proporcionalmente localizados onde, situam os solos mais frágeis os argissolos e neossolos litólicos e quartizarênicos, como visto na figura 3a.

No intervalo de 2010 a classe de maior ocupação para fragilidade foi à média também, com 59,21%, seguida de outra classe que apresentou o segundo maior índice de ocupação, a baixa com 28,56%. A classe baixa somente teve presença devido as isoietas de precipitação na década de 2010 representarem além da fragilidade 4, a classe de fragilidade 3 (Figura 3b).

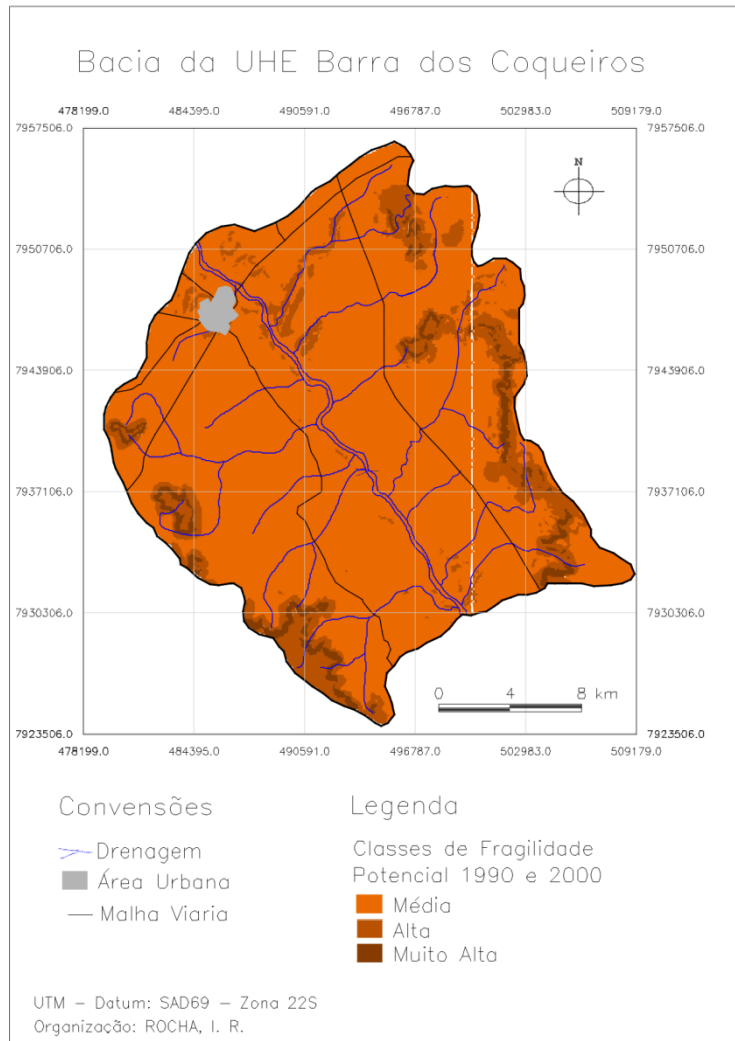


Figura 3a – Mapa de Fragilidade Potencial para o período de 1990 e 2000.

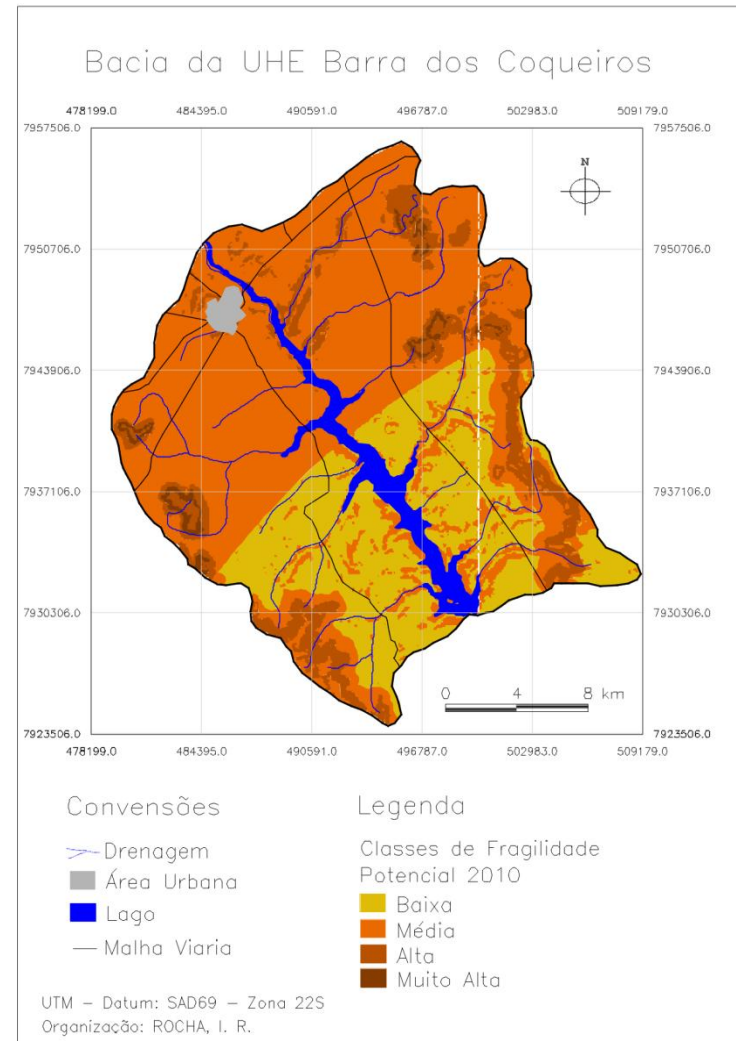


Figura 3b – Mapa de Fragilidade Potencial para o período de 2010.

Tabela 7. Classes de Fragilidade Potencial

Fragilidade Potencial	Área 1990 (km²)	1990%	Área 2000 (km²)	2000%	Área 2010 (km²)	2010%
1 Muito Baixa	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2 Baixa	0	0,00	0	0,00	150,77836	28,56
3 Média	447,4642	84,75	447,464214	84,75	312,602532	59,21
4 Alta	65,59848	12,43	65,598482	12,43	58,905799	11,16
5 Muito Alta	14,8726	2,82	14,872599	2,82	5,638437	1,07
Total	527,9353	100,00	527,935295	100,00	527,925128	100,00

4.6 – Fragilidade Emergente

O uso da terra é determinado por Ross (1994) como a última variável a ser unida junto a base de fragilidade potencial na análise do modelo para determinar a fragilidade emergente. As mudanças ocorridas nos ambientes naturais devido ao uso da terra nas atividades antrópicas alteram o estado de equilíbrio dinâmico da natureza, podendo acelerar os processos erosivos, pelo manejo inadequado do solo.

Em função da utilização do uso da terra a bacia hidrográfica da UHE Barra dos Coqueiros, apresenta três distintos resultados quanto a fragilidade ambiental (Figura 4a,4b e 4c), fazendo-se necessário análises importantes em relação a estudos de impactos ambientais, principalmente devido a construção do reservatório no Rio Claro de 2005 à 2010 para subsidiar a usina hidroelétrica.

Analisado-se as figuras 4a, 4b e 4c, a classe de média fragilidade ocupa um percentual de 87,04% no intervalo de 1990, e 79,23% para 2010 (Tabela 8) e, se trata da classe de maior evidência na área de estudo. Esse índice pode ser justificado devido a fragilidade potencial estar classificada entre média a muito alta. Outro fator ser levado em consideração e o relevo e o fator R, pois, a erosividade da chuva é a maior determinante do processo de erosão causado pelo impacto das gotas das chuvas no solo.

Tabela 8. Classes de Fragilidade Emergente

Fragilidade Emergente	Área 1990 (km²)	1990%	Área 2000 (km²)	2000%	Área 2010 (km²)	2010%
1 Muito Baixa	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2 Baixa	4,419729	0,84	4,124771	0,78	48,015053	9,12
3 Média	458,179850	87,04	454,939638	86,29	417,098623	79,23
4 Alta	60,831203	11,56	62,056241	11,78	59,705532	11,34
5 Muito Alta	2,93841	0,56	6,077538	1,15	1,601509	0,31
Total	526,369192	100,00	527,198188	100,00	526,420717	100,00

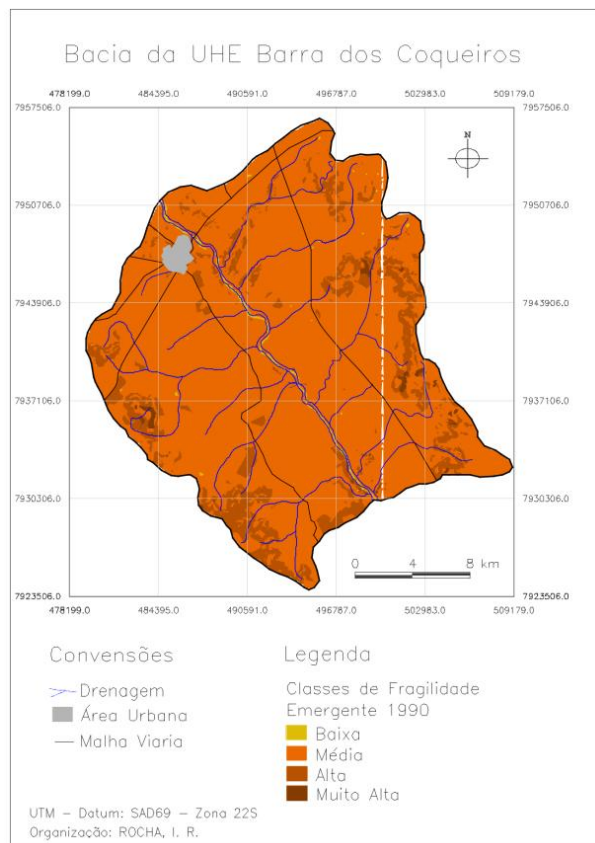


Figura 4a – Mapa de Fragilidade Emergente para o período de 1990.

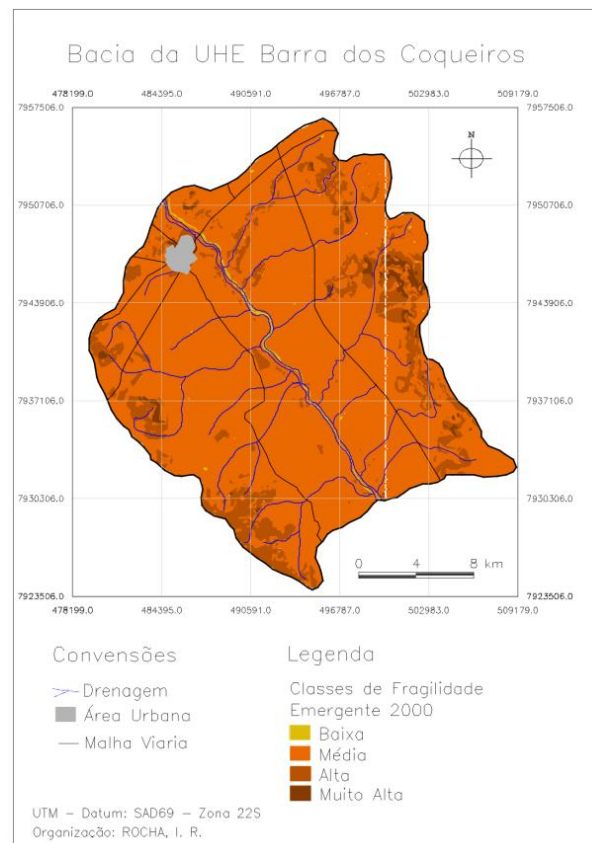


Figura 4b – Mapa de Fragilidade Emergente para o período de 2000.

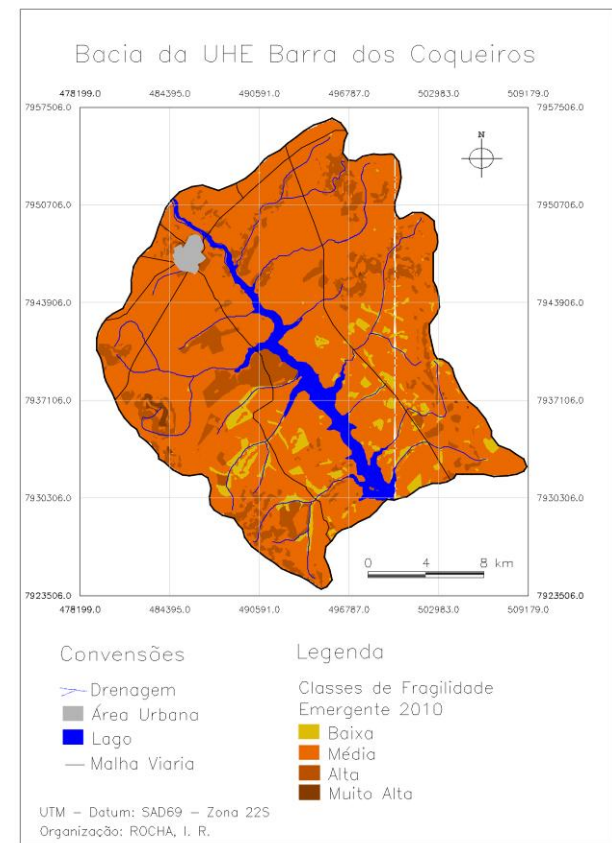


Figura 4c – Mapa de Fragilidade Emergente para o período de 2010.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se que as variações do uso da terra ocorreram, mesmo que pouco, mas, havendo alterações importantes a considerar, como o fato da redução de vegetação natural em 7,2% no intervalo de 1990 até o ano de 2010. Relacionado esse declínio houve aumento da cultura em 2010 com 4,18% de ocupação, nesse caso com a cultura da cana-de-açúcar. A vegetação das margens do rio também reduziu devido à construção da barragem. A concentração de pastagens ficou em percentual praticamente estável em 1990 e 2010, variando com 2,29% de aumento no ano de 2000, mas, essa ocupação pode elevar a ocorrência da erosão laminar, pois, a revegetação nesses locais ocorre em um processo muito lento ficando exposto ao impacto da chuva e enxurradas.

A fragilidade potencial demonstrou que as precipitações nessa região alteram muito o equilíbrio dinâmico negativamente na bacia da UHE Barra dos Coqueiros, pois, apresentaram classes de média a muito alta.

A fragilidade emergente evidenciou a classe baixa, na disposição das classes de fragilidade ambiental. Pois, a classe de baixa fragilidade apareceu em áreas ocupadas pela água no cruzamento com os usos da terra, de 1990, 2000 e 2010. Notando que devido à classe baixa ter existência somente na instabilidade potencial de 2010, o resultado do cruzamento com o uso da terra, demonstra que onde localiza-se algumas áreas de vegetação natural continua prevalecendo à classe baixa.

O método aplicado foi eficaz no cruzamento de todas as variáveis, mas, justamente na variável uso da terra que evidenciaram além da redução da vegetação, outra diferença de 1990 até 2010, o percentual de água elevou, de 0,87% para 4,58%, notando que é um grau de proteção muito alto, mas, devendo se observar os danos ambientais que poderão ser causados como o barramento da água pela construção da usina, pois está transformando o um ambiente lótico para um lântico.

6 – REFERÊNCIAS

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.

CABRAL, J. B. P. **Utilização de técnicas de segmentação e correlação de Spearman em Imagens TM para o Estudo da concentração de sedimentos em suspensão no reservatório de Barra Bonita – São Paulo-Brasil.** In: International Review of Geographical Information Science and Technology - GeoFocus - ISSN: 1578- 5157. N3. 235-267p. 2003.

CABRAL, J. B. P. **Análise da sedimentação e aplicação de métodos de previsão para tomada de medidas mitigadoras quanto ao processo de assoreamento no reservatório de Cachoeira Dourada – GO/MG.** Curitiba - PR. Tese (Doutorado em Geologia, Área de Concentração Geologia Ambiental) UFPR - Universidade Federal do Paraná – Setor de Ciências da Terra. 194p. 2006.

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.

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.

MARIANO, Z. F. ; SANTOS, M. J. Z. ; SCOPEL, I. **Variabilidade e tendência climática da região do Sudoeste de Goiás e sua relação com a cultura da soja.** In: Seminário de Pós-Graduação em geografia da UNESP, 3, 2003, Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2003, v. 1, p. 596-616.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo.** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 24 setembro 2010.

NOVELIS. Inc. **RIA/RIMA UHEs Caçu e Barra dos Coqueiros.** 230p. 2005.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher, 1989.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPS, p 65. 1994.

ROSS, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. In: Revista do Departamento de Geografia. n.8, p.63-74. FFLCH-USP, São Paulo.1994.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**. Contexto: São Paulo, p.. 1990.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. Uberlândia: Editora UFU, 2007.

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**. In: Revista Eletrônica do Curso de Geografia do Campus Jataí, UFG, GEOAMBIENTE ONLINE, 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.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. 91p.