

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

Makele Rosa de Paula, João Batista Pereira Cabral

Universidade Federal de Goiás/Campus Jataí - GO, Departamento de Geografia, 75804.020,
Brasil

makeleufg@yahoo.com.br, jbcabral@yahoo.com.br

Palavras-chave: Vulnerabilidade Ambiental, UHE Barra dos Coqueiros, Sensoriamento Remoto.

1- INTRODUÇÃO

A ocupação territorial e as necessidades de consumo da sociedade fazem com que os recursos naturais sejam cada vez mais explorados de forma desenfreada, com isso torna-se necessário analisar a área, buscando oferecer subsídios às estratégias de uso e ocupação territorial, com vistas à recuperação e preservação.

A influência marcante dos fatores antrópicos em ambientes físicos, trás uma grande preocupação, e com isso surge inúmeros estudos específicos e aprofundados. Assim este trabalho visou analisar a área da Bacia da UHE Barra dos Coqueiros – GO, com o intuito de avaliar a vulnerabilidade ambiental, buscando-se priorizar as ações para a recuperação ambiental, a produção de energia e a vida útil do reservatório.

De acordo com Crepani *et al.* (1996) o mapa de vulnerabilidade ambiental pode constituir uma das principais ferramentas utilizadas pelos órgãos públicos na elaboração do planejamento territorial e ambiental, pois permite avaliar as potencialidades do meio ambiente de forma integrada, compatibilizando suas características naturais com suas restrições.

Esse trabalho teve como objetivo avaliar as áreas de vulnerabilidade ambiental, da UHE Barra dos Coqueiros, a partir do método proposto por Crepani *et al.* (1996) que é fundamentada no conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977), que se baseia na relação morfogênese/pedogênese permitindo assim a classificação do grau de vulnerabilidade de cada unidade ambiental.

2- MATERIAIS E MÉTODOS

A bacia hidrográfica da UHE Barra dos Coqueiros -GO encontra-se inserida entre a cidade de Caçu – GO e Cachoeira Alta – GO, com uma área de aproximadamente 550 km²,

entre as coordenadas de 7959000 a 7924000 de latitude sul e 477000 a 512000 de longitude oeste (Figura1).

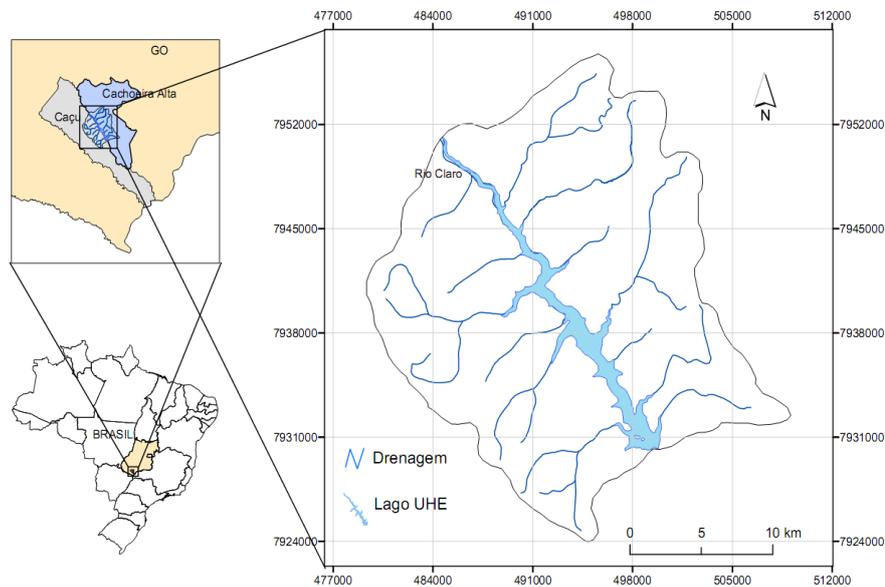


Figura 1: Localização da Bacia Hidrográfica da UHE Barra dos Coqueiros

Para a realização desta pesquisa foram aplicadas técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, realizando tratamento de imagens de satélite Landsat-TM 5 disponíveis no banco de dados do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e das cartas topográficas do SIEG (Sistema Estadual de Estatísticas Informações Geografias de Goiás). Para a delimitação do limite da bacia foram utilizadas cartas do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) folhas SE-22-Y-B de Caçu e SE-22-ZA de Quirinópolis.

O mapa de uso da terra foi realizado a partir da interpretação das imagens de 13/08/1990, 24/08/2000 e 20/08/2010, do satélite Landsat-TM 5 órbita 223 ponto 73, de acordo com a proposta de Rosa (2009), utilizando chave de interpretação, que consiste na análise visual dos elementos presentes na imagem (tonalidade, cor, textura, forma, tamanho, padrão, e outros), a fim de se estabelecer uma evolução temporal dos fenômenos observados. Utilizou-se a escala de 1:250.000, utilizando as bandas 3 (azul), 4 (infravermelho próximo) e 5 (infravermelho médio), fundamentada na proposta organizada por Novo (1989).

Para a análise da vulnerabilidade ambiental da área da bacia foi utilizada a metodologia descrita por Crepani *et al.* (1996), que desenvolveu a partir de conceito de análise Ecodinâmica de Tricart (1977), que se baseia na relação morfogênese/pedogênese e na potencialidade de estudos integrados de imagens orbitais.

A metodologia consiste no primeiro momento na interpretação e classificação das

unidades de paisagem, atribuindo valores individuais aos temas (Geologia, Geomorfologia, Solos, clima, Uso da Terra e Cobertura Vegetal), sendo estabelecida através de uma escala de valores de 1 a 3 (Tabela, 1), contendo 21 classes, de acordo com o processo de pedogênese e morfogênese. São classificadas em estável, intermediária e instável nas quais as UTBs (Unidades Territoriais Básicas) são compostas, sendo dividida em unidades de paisagem natural e polígonos de intervenção antrópica.

Segundo Becker e Egler (1996, apud Crepani *et al.*, 1996) as UTBs são entidades geográficas que tem várias características que distingue das demais, que seria as suas vizinhas, e está ligada a uma complexa rede de outras unidades territoriais.

Tabela 1: Classes de vulnerabilidade da morfodinâmica natural

Categoria morfodinâmica	Relação Pedogênese/Morfogênese	Valor
Estável	Prevalece a Pedogênese	1,0
Intermediária	Equilíbrio Pedogênese/Morfogênese	2,0
Instável	Prevalece a Morfogênese	3,0

Fonte: Adaptado, de Crepani, *et al* (2001).

Após classificação e atribuição dos valores do grau de vulnerabilidade dos mapas temáticos, foram realizados os cruzamentos utilizando-se o software SPRING 5.1.6 (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas), a partir do módulo LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico), que segundo Barbosa (1997) serve para manipular dados geográficos no ambiente do sistema SPRING resultando assim em mapa de vulnerabilidade ambiental, da seguinte forma:

$$V = \frac{G + R + S + Vg + C}{5}$$

Onde: V= Vulnerabilidade, G= Geologia, R= Geomorfologia, S= Solos, Vg= Vegetação/ Uso da terra, C= Clima.

3- DISCUSSÃO DOS DADOS

Segundo Crepani *et al* (1996) para analisar uma unidade de paisagem natural é preciso conhecer sua origem, sua constituição física, sua forma e o seu processo de evolução, bem como o tipo de cobertura vegetal que se encontra presente, desse modo foi feito um banco de dados geográficos (solos, uso da terra, geomorfologia, cobertura vegetal, clima e outros), que através do conhecimento de cada um desses item foi possível obter resultados da carta de vulnerabilidade da bacia.

3.1- Geologia

O mapa geológico da área de estudo foi obtido do recorte da carta de geologia disponibilizada no site do SIEG (2008), na escala 1:250.000. A área de estudo apresenta três formações geológicas sendo elas a Formação Vale do Rio do Peixe que abrange quase toda bacia que compõe o Grupo Bauru, a Formação Marília que também faz parte do Grupo Bauru e encontra-se na borda da bacia e a Formação Serra Geral que é encontrada no meio da bacia no percurso do Rio Claro que faz parte do Grupo São Bento.

A Formação Vale do Rio do Peixe é composta por estratos de arenitos, maciços, finos a muito finos, às vezes médio, em geral mal selecionado e com estratificação plano-paralela e cruzada subordinada, encontra presença de bolas de argila em toda sequência. A Formação Marília em termos gerais sustenta o topo de interflúvios. É composta de arenitos vermelhos, finos a grossos, mal selecionados, cimentados por sílica amorfa, bem como de arenitos argilosos, siltitos e lamitos. Apresenta níveis conglomeráticos com cimentação e concreções carbonáticas (Fernandes, 2004).

A Formação Serra Geral é integrante do Grupo São Bento, consiste em derrames basais, na qual sustenta relevo plano, são maciços, finos, por vezes amigdalóides e com disjunções colunares. (SIEG, 2008).

Para a atribuição do grau de vulnerabilidade ao mapa de geologia foi considerado o conhecimento da origem e evolução do ambiente geológico, o que permite saber o grau de coesão das rochas sendo a base para a unidade de paisagem natural.

3.2- Geomorfologia

O mapa de geomorfologia foi obtido seguindo o mesmo critério adotado para o mapa geológico, onde apresenta na área de estudo a SRAIIB-RT (m) o que significa Superfície Regional de Aplainamento III com cotas entre 650 e 750 m, associada a relevos tabulares na bacia do Paraná (Fo-dissecação forte, m-dissecação média, fr-dissecação fraca). E o SRAIIB-RT (m) Superfície Regional Aplainada IIB com cotas entre 800 e 1000 m, associadas a relevos tabulares na bacia do Paraná (fo-dissecação forte, m-dissecação média, fr-dissecação fraca, mfr-dissecação muito fraca).

O grau de coesão do mapa temático de geomorfologia foi estabelecido analisando a dissecação do relevo pela drenagem, amplitude altimétrica e declividade, dividido por três.

Para a obtenção dos valores de dissecação do relevo podem ser realizadas de duas formas, medir a distância entre canais de drenagem nas imagens de satélite ou nas cartas topográficas, ou densidade de drenagem que seria o número de canais por unidade de área,

sendo parâmetro inversamente proporcional ao primeiro (CREPANI *et al.*, 1996). Sendo assim, a quantidade de canais da área de estudo são 24 (considerando a base de drenagem na escala de 1: 250.000 do IBGE) pela área da bacia 550 km² que resultou em 0,043 que ao transformar em metros é 43, segundo parâmetros de amplitude interfluvial descritos por Florenzano (2008), que apresenta um valor <250, sendo assim atribuiu valor 3,0 para o grau de vulnerabilidade. A amplitude altimétrica é obtida pelo cálculo da diferença entre as cotas máximas e mínimas contidas nas unidades de paisagem natural, através dos dados de altimetria das cartas topográficas, sendo que a cota máxima da bacia é 800 m e mínima é 450 m resultando no valor 3,0 do grau de vulnerabilidade, devido ao valor do resultado ser > 200 m (FLORENZANO, 2008).

Para o tema declividade, adotou-se o esquema de classes e respectivos graus de vulnerabilidade descritos por Crepani *et al.* (1996), (Tabela 2).

Tabela 2: Classes Morfométricas e vulnerabilidade para declividade

Classes Morfométricas	Declividade (%)	Valores de Vulnerabilidade
Muito Baixa	< 2	1,0
Baixa	2 - 6	1,5
Média	6 – 20	2,0
Alta	20 – 50	2,5
Muito Alta	> 50	3,0

Fonte: Crepani *et al.* (1996)

Visto estes parâmetros o grau de vulnerabilidade para o tema geomorfologia é obtido pela seguinte equação (FLORENZANO, 2008):

$$R = \frac{G + A + D}{3}$$

Onde: R= vulnerabilidade para o tema geomorfologia; G= Vulnerabilidade atribuída ao grau de dissecação; A= vulnerabilidade atribuída a amplitude altimétrica; D= vulnerabilidade atribuída a declividade.

3.3- Solos

Na bacia predominam quatro tipos de solos: Latossolos Vermelhos, Argissolos, Neossolos Quartzarenicos e Neossolos Litólicos.

De acordo com a EMBRAPA (1999) os Latossolos são solos fortes a moderadamente drenados, muito profundos, destituídos de minerais primários que intemperizam facilmente, ocorrem normalmente em relevo plano e suave ondulado, embora possa ocorrer em áreas acidentadas, até em relevo montanhoso. Já os Neossolos Litólicos são os mais novos onde a

rocha está próxima a superfície, que significa que ocorre uma pequena expressão dos processos formadores de solos (pedogênese), considerando assim a resistência do material de origem onde impede a evolução dos solos, sendo que os Neossolos Quartzarenicos se enquadra nos solos pouco desenvolvido, que é a pequena evolução dos perfis de solos.

Os Argissolos são solos fortes a moderadamente ácidos, com saturação por bases alta, ou baixa, ou seja, a alta saturação é a distinção de solos com saturação por base igual ou superior a 50% e a baixa saturação é a distinção de solos com saturação por bases inferior a 50%.

Segundo Crepaniet *et al* (1996) para definir o grau de vulnerabilidade do solo é necessário considerar o grau de maturidade que se obtém através do processo de morfogênese ou pedogênese. Porém quando prevalece a pedogênese que é o processo de formação de solos geram solos bastante desenvolvidos, intemperizados e envelhecidos sendo assim estável. Enquanto que o processo de morfogênese que é o processo de formação do relevo, na qual atua o processo de erosão do solo, geram solos jovens, pouco desenvolvidos, ou seja, ocorre o processo de detrimento de formação e desenvolvimento do solo, sendo assim instável.

3.4- Uso da Terra e Cobertura Vegetal

A partir do uso das técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento foi possível ter uma visão holística da paisagem permitindo assim uma análise temporal da bacia (Figuras, 2, 3 e 4) do anos 1990, 2000 e 2010, uma vez que os processos naturais e antrópicos contribuem para a modificação da área.

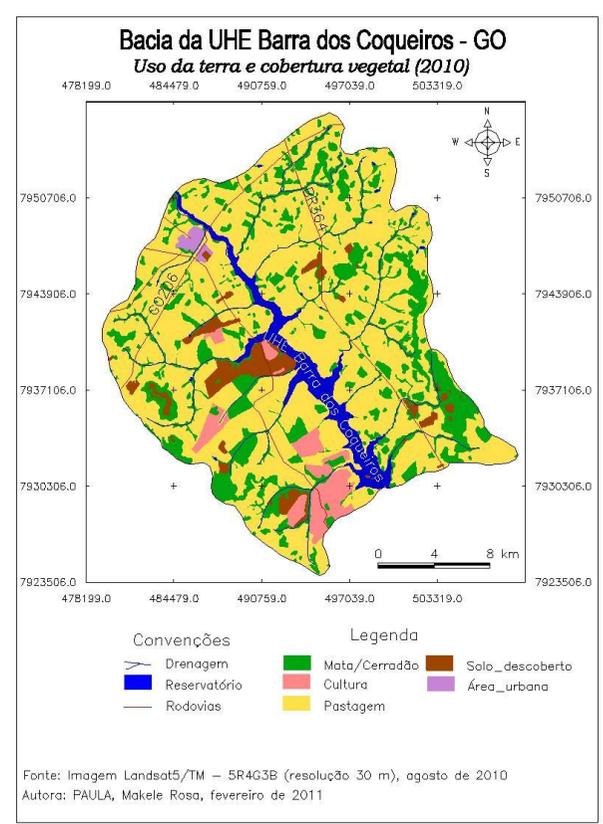
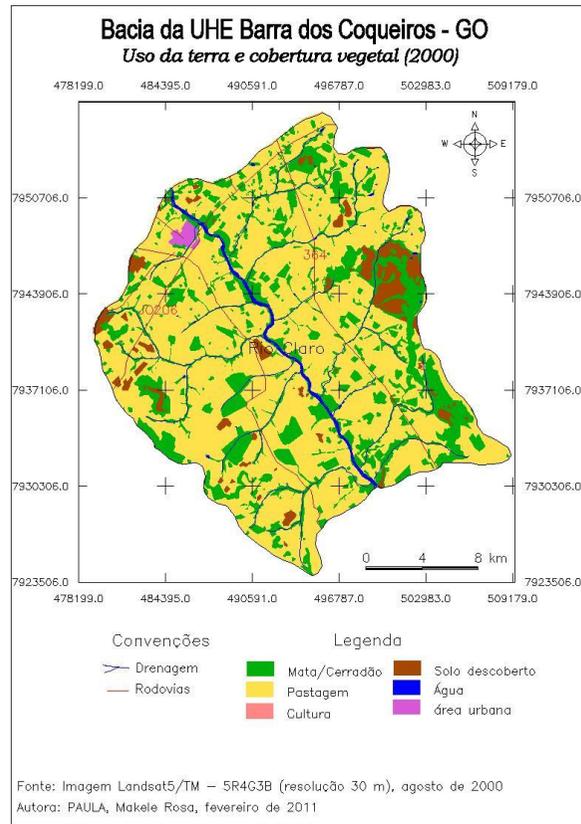
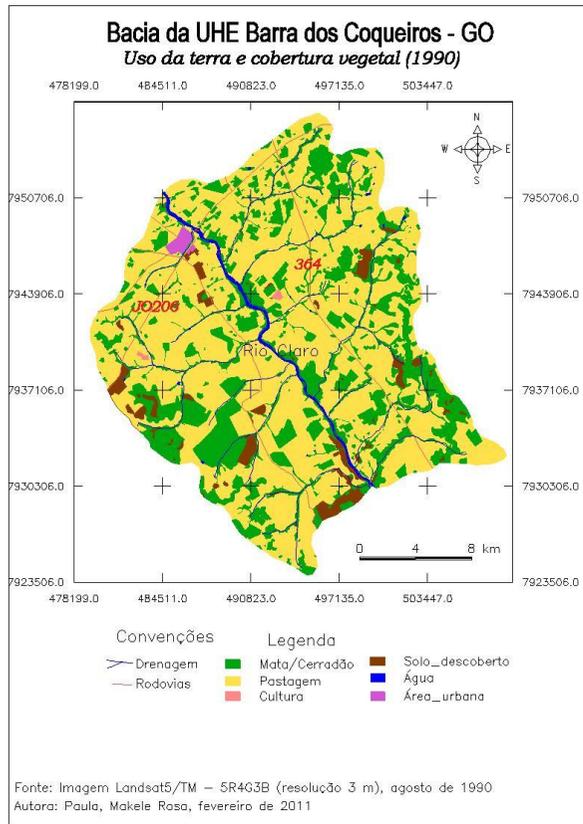


Figura 2: Uso da terra e cobertura vegetal de 1990.

Figura 3: Uso da terra e cobertura vegetal de 2000.

Figura 4: Uso da terra e cobertura vegetal de 2010.

Analisando-se a tabela 01 e o gráfico 01, percebe-se que houve modificações em relação às características de uso da terra da área da bacia de 1990 à 2010. A perda significativa da categoria mata/cerradão durante os 30 anos foi de 7,27% que no primeiro momento estava sendo substituído pela pastagem com uso de pecuária e que recentemente a pastagem está sendo substituída pelo o cultivo de cana de açúcar.

Tabela 1: Tipos de categorias de uso da terra da Bacia da UHE Barra dos Coqueiros – GO dos anos de 1990, 2000 e 2010.

	1990		2000		2010	
	KM	%	KM	%	KM	%
Mata/Cerradão	154.516.079	29,16	137.901.191	25,99	116.176.792	21,89
Cultura	0,597028	0,05	0	0	22.201.331	4,18
Pastagem	352.148.049	66,42	364.241.185	68,66	344.977.584	65,01
Solo descoberto	16.385.532	3,09	21.568.124	4,07	20.165.215	3,8
Água	4.670.360	0,88	4.387.722	0,83	24.299.508	4,58
Área urbana	2.100.239	0,4	2.395.510	0,45	2.825.428	0,54
Área total	529.820.259	100	530.493.732	100	530.645.858	100

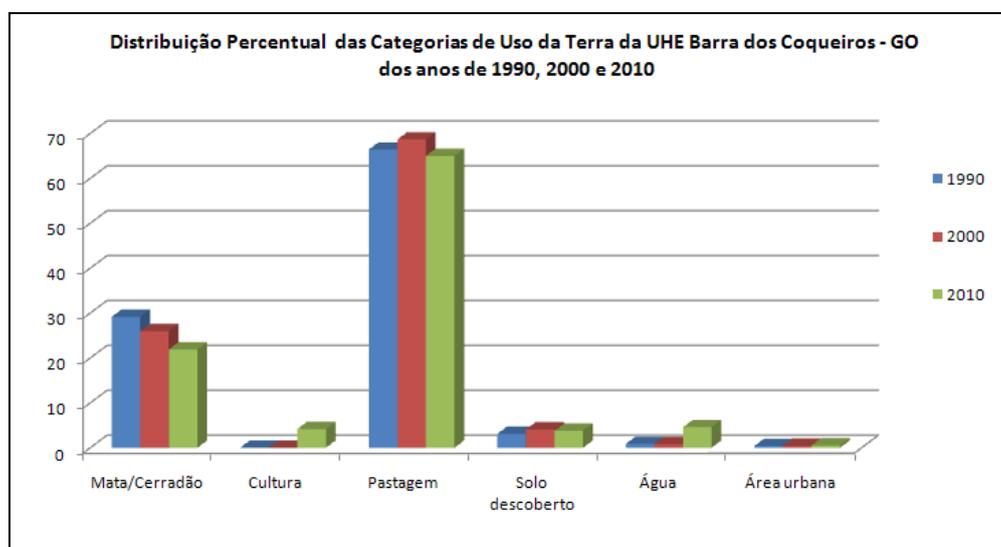


Gráfico 01: Gráfico de distribuição percentual das categorias de uso da terra da UHE Barra dos Coqueiros –GO dos anos de 1990, 2000 e 2010.

De acordo com gráfico 1, observa-se que a pastagem teve um aumento de 2,24%, na qual o pastoreio é o uso que tem influência marcante, e em relação ao ano de 2000 a 2010 houve um declínio de 3,65% devido a cultura de cana de açúcar que está sendo recentemente integrada na região que consequentemente é explicado pela implantação de uma usina Bioenergética.

Na figura 3, o cultivo de cana de açúcar apresenta um valor superior as figuras 1 e 2, tornando-se necessário sempre um conhecimento atualizado das formas de como o espaço está sendo ocupado pelo o homem, pois é de grande importância aos planejadores e aos legisladores, para a obtenção de melhor política de uso e ocupação do terra.

A categoria de solo descoberto apresentou áreas pouco significativas nos três períodos analisados (1990, 2000 e 2010), e isso não significa solo impróprio para o uso e ocupação. Este fato pode ser explicado pela época em que a imagem foi registrada (mês de agosto), portanto, durante o período seco. Se considerarmos uma análise em período chuvoso, conseqüentemente, estas áreas corresponderiam às pastagens.

Porém o solo descoberto que apresenta 3,8% em 2010 pode ser somado ao espaço utilizado para o cultivo de cana de açúcar que é de 4,18% apresentando assim 7,98% da área, sendo que o solo descoberto apresentado na imagem corresponde à área de preparação do solo para o cultivo.

O aumento do volume de água foi significativo, passando de 0,88% em 1990 para 4,58% em 2010, devido à implantação da Usina Hidrelétrica Barra dos Coqueiros, mas que trouxe como consequência a perda de parte da vegetação ao longo do rio que se observa por meio da análise das figuras 1,2 e 3. Em relação a área urbana não teve grande crescimento, apresentando somente 0,14% do crescimento em 30 anos.

3.5- Clima

Os dados de precipitação foram obtidos no site da ANA (Agência Nacional de Águas), sendo de 8 postos pluviométricos (Tabela 2) que se localizam ao redor da bacia gerando-se assim uma interpolação e com esses dados foi possível a elaboração do mapa de precipitação e intensidade pluviométrica.

Tabela 2: Estações pluviométricas e o grau de vulnerabilidade

Estação	Long	Lat	chuva 1981-1990 (mm)	chuva 1981-2000 (mm)	chuva 1981-2010 (mm)	Dias- chuvas 1981-1990	dias-chuvas 1981-2000	dias-chuvas 1981-2010	1981-1990	Intens. Pluviométrica 1981-2000	Intens. Pluviométrica 1981-2010	Intens. Pluviométrica 1981-2010	
CACHOEIRA ALTA	7910228	49155	1322	1662	1341	2,64	3,58	2,75	501,28	2,9	464,12	2,7	
CANASTRA	7888107	48425	1630	1589	1534	3,08	3,01	2,97	529,47	3,0	527,07	3,0	
ITAJA	7884002	44375	1524	1476	1475	3,28	3,26	3,21	464,27	2,7	452,79	2,7	
ITARUMA	7925686	46414	1640	1580	1541	3,87	3,65	3,34	424,13	2,5	433,11	2,6	
												486,67	2,8
												515,41	2,9
												458,79	2,7
												461,10	2,7

POMBAL	7999781	44813	1650	1591	1599	4,23	3,84	3,63	389,51	2,4	414,03	2,5	440,04	2,6
PONTE RIO DOCE	8019605	42051	1596	1620	1602	3,53	3,63	3,56	452,67	2,7	446,25	2,6	450,10	2,7
QUIRINOPOLIS	7955527	55063	1505	1462	1458	3,17	3,17	3,35	473,3	2,7	461,45	2,7	435,08	2,6

Fonte: Agencia Nacional das Águas (ANA). Dados dos anos de 1981 a 2010.

É de grande importância o conhecimento da intensidade pluviométrica o que representa a relação de quanto chove e quando chove ao ano, pois se houver um alto índice de chuva e uma distribuição ao longo de todo o período chuvoso, ocorre erosão em pequena proporção em relação ao menor índice de chuva que ocorre torrencialmente durante o ano o que ocasiona erosão em grande proporção.

Para a realização do cálculo do valor da intensidade pluviométrica para cada posto, seguiu-se a metodologia de Crepani *et al.* (1996), seguindo a seguinte forma:

$$\text{Intensidade Pluviométrica} = \frac{\text{Precipitação Média Anual}}{\text{Nº de dias com chuva} / 30 \text{ dias}}$$

4- Elaboração e discussão do Mapa de Vulnerabilidade Natural a Erosão

O mapa de vulnerabilidade ambiental constitui uma das principais ferramentas utilizadas pelos órgãos públicos na elaboração do planejamento territorial ambiental, pois permite avaliar as potencialidades do meio ambiente de forma integrada, compatibilizando suas características naturais com suas restrições.

A metodologia aplicada para a elaboração do mapa de vulnerabilidade consiste no cruzamento dos mapas temáticos sendo eles (Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Uso da Terra/Cobertura Vegetal e Clima), onde foi atribuído valores de 1 a 3, onde as unidades próximos de 1 são estáveis, próximo de 2 são intermediárias e próximo de 3 são mais vulneráveis (Tabela 3).

Tabela 3: Grau de vulnerabilidade das unidades de paisagem

Mapa Temático	Grau de Vulnerabilidade
Geologia	
F. Vale do Rio do Peixe	3,0
F. Marília	2,7
F. Serra Geral	1,0
Pedologia	
Latossolos Vermelhos	1,0
Argissolos	2,0
Neossolos Quartzarenicos	3,0
Neossolos litólicos	3,0

Uso da Terra	
Mata/Cerradão	2,2
Cultura	2,7
Pastagem	3,0
Solo Descoberto	3,0
Água	2,2
Área Urbana	3,0
Geomorfologia	
Muito Baixa	1,0
Baixa	1,5
Média	2,0
Alta	2,5
Muito Alta	3,0

Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (1996).

O primeiro cruzamento foi o mapa de geologia com o de geomorfologia, a partir do resultado dos mesmos cruzou-se com o de solos, depois com o de uso da terra e cobertura vegetal, e por último com o clima.

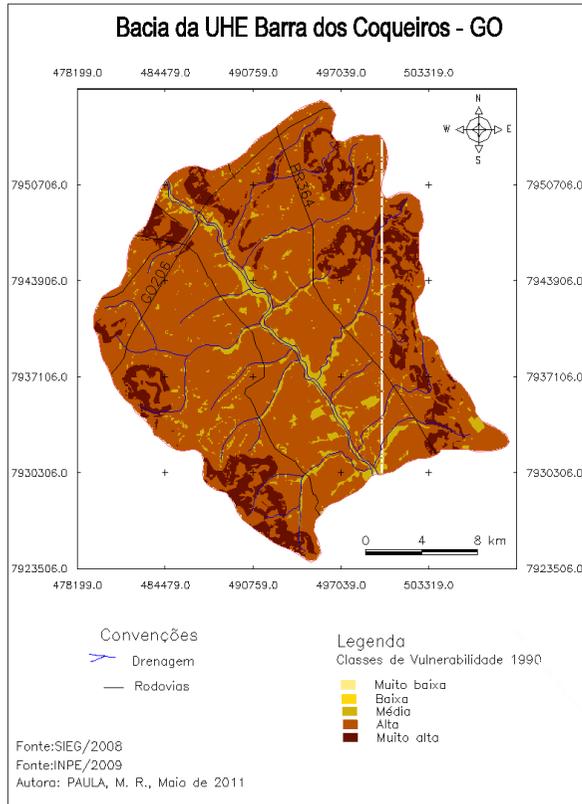


Figura 5: Vulnerabilidade de 1990

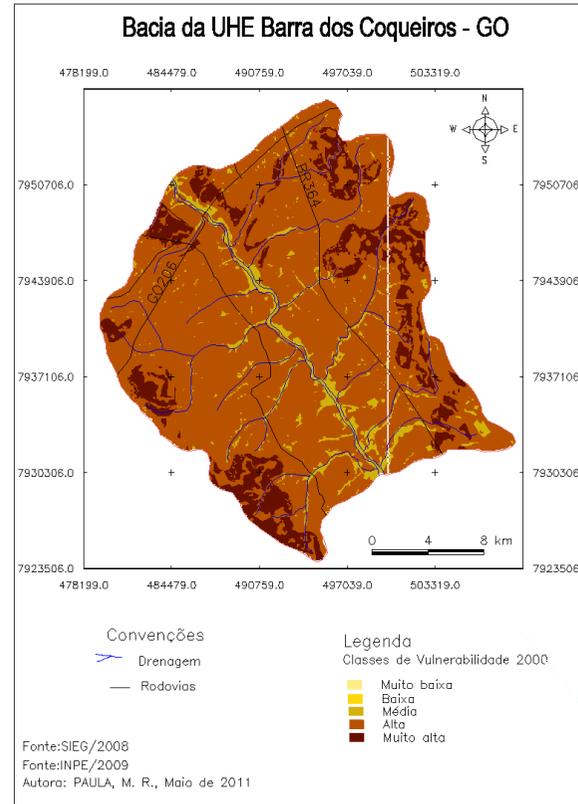


Figura 6: Vulnerabilidade de 2000

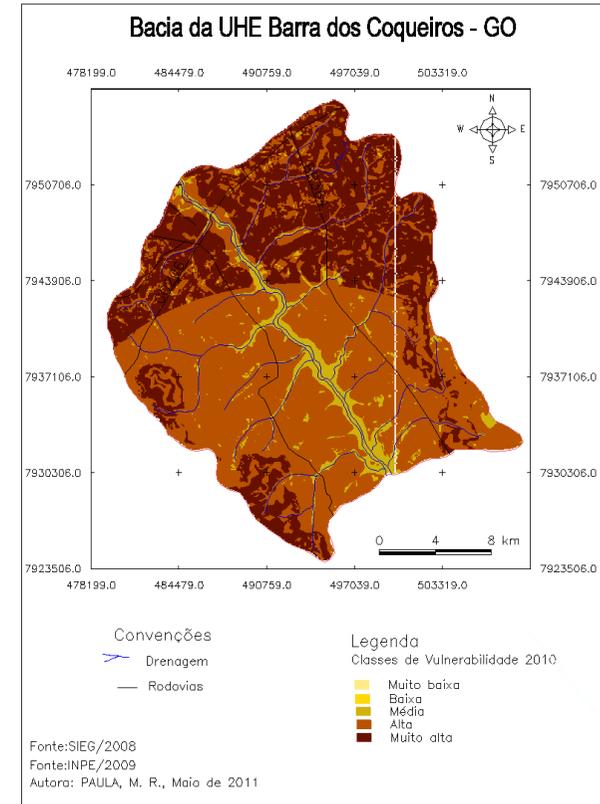


Figura 7: Vulnerabilidade de 2010

Segundo Costa (2006) o objetivo dos mapas de vulnerabilidade ambiental é representar o conhecimento do estado da área atual, de maneira de como o espaço está sendo ocupado. Nesse trabalho foi realizada uma análise temporal do uso da terra para se compreender o grau de vulnerabilidade da bacia, em três períodos distintos. De acordo com os dados (Tabela 4) a bacia da UHE Barra dos Coqueiros apresenta três classes de vulnerabilidade ambiental em cada ano, sendo elas: média, alta e muito alta.

Tabela 4: Classes de vulnerabilidade da bacia Barra dos Coqueiros

Classes de Vulnerabilidade Ambiental	Área de 1990 (km²)	%	Área de 2000 (km²)	%	Área de 2010 (km²)	%
Muito Baixa	0.000000	0,0	0.000000	0,00	0.000000	0,00
Baixa	0.000000	0,0	0.000000	0,00	0.000000	0,00
Média	39.255300	7,46	35.927100	6,82	40.278600	7,65
Alta	423.306900	80,43	423.468000	80,35	309.616200	58,82
Muito Alta	63.774000	12,1	67.615200	12,83	176.503500	33,53
Total	526.336200	100,00	527.010300	100,00	526.398300	100,00

Nos três períodos avaliados prevaleceu a classe alta, que está inserida no grau de vulnerabilidade como moderadamente vulnerável, sendo que no ano de 1990 predominou-se a classe alta com 80,43% da área total da bacia, em 2000 quase não houve diferença em relação a de 1990, apresentando assim 80,35% da área, já em 2010 foi de 58,82% onde houve um declínio desses valores.

O predomínio da classe alta nos três mapeamento se da pela Formação Vale do Rio do Peixe que foi atribuído o valor 3 em relação as outras duas formações presente, por ser uma formação constituída de rochas sedimentares, sendo pouco resistente aos processos de intemperismo.

A segunda classe que mais se apresentou foi a classe muito alta, mantendo em estabilidade em 1990 e 2000. Enquanto que em 2010 houve um acréscimo dessa classe em 20,7% de ocupação.

5- Considerações Finais

O conhecimento das unidades de paisagem da bacia hidrográfica da UHE Barra dos Coqueiros permitiu uma análise integrada, concluindo que houve modificações em relação às atividades antrópicas da área da bacia de 1990 a 2010. Ocorreu a retirada da vegetação que foi substituída por pastagem com o uso de pecuária. Recentemente a pastagem está sendo substituída pelo cultivo de cana de açúcar, que é mais um fator que ocasiona grandes modificações, pois quando o solo está exposto, após aração do terreno para cultivo, ocasiona erosão laminar.

Outro fator significativo que se observa é o aumento do volume de água do reservatório no mapa de uso da terra em 2010, que acaba gerando desequilíbrio ambiental. A intensidade pluviométrica é de grande significância na alteração do equilíbrio da dinâmica da bacia, apresentando assim classes de vulnerabilidade alta e muito alta, como no mapa de vulnerabilidade de 2010 que exemplifica claramente a classe muito alta.

Portanto, os resultados das classes de vulnerabilidade ambiental encontrada nas figuras 5, 6 e 7, que são elas média, alta e muito alta, comparando com a escala de vulnerabilidade a perda de solo de acordo com a metodologia de Crepani *et al.* (1996) está inserida no grau de vulnerabilidade medianamente estável/vulnerável, moderadamente vulnerável e vulnerável.

O trabalho realizado disponibiliza dados de vulnerabilidade ambiental para subsidiar ações públicas com interesse de planejamento territorial quanto à ocupação desordenada da área da bacia UHE Barra dos Coqueiros. Desse modo, podem ser atualizado constantemente os registros do uso da terra, para que suas modificações sejam reavaliadas.

6- REFERENCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas. Sistema de Informações Hidrográficas – **Hidroweb**. Disponível em: < <http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 15 fev. 2011.

BARBOSA, C. C. F. **Álgebra de Mapas e suas Aplicações em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento**. Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São Paulo, Dissertação de Mestrado, 161p.

CABRAL, J. B. P. **Análise da Sedimentação e Aplicação de métodos de Previsão para Tomadas de Medidas Mitigadoras quanto ao Processo de Assoreamento no**

Reservatório de Cachoeira Dourada-GO/MG. Pós-graduação em Geologia, Área de Concentração Geologia Ambiental, UFPR. Tese de Doutorado. Curitiba, 2006.

COSTA, F. H. S. et al. **Determinação da Vulnerabilidade Ambiental na Bacia Potiguar, Região de Macau (RN), Utilizando Sistemas de Informações Geográficas.** Revista Brasileira de Cartografia, nº 58/02, agosto, 2006.

CREPANI, E. CREPANI, E.; MEDEIROS J. S.; FILHO, P. H.; FLORENZANO, T. G.;

DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial.** São José dos Campos, 2001, 103p.

CREPANI, E.; MEDEIROS J. S.; AZEVEDO, L. G.; FILHO, P. H.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V. **Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico.** São José dos Campos, 1996, 18p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro e Classificação de Solos.** Serviço de Produção de Informação-SPI, Brasília: DF, 1999.

FERNANDES, L. A. Mapa **Litoestratigráfico da Parte Oriental da Bacia Bauru** (PR, SP, MG), escala 1: 1.000.000 In: Boletim Paranaense de Geociências, N55. 53-66p, 2004.

FLORENZANO, T.G. Geomorfologia: Conceitos e Tecnologias Atuais. (org.), São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cartas topográficas de escala 1: 250.000** (folhas SE-22-YB e SE-22-ZA). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 23 nov. 2010.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – **Divisão de Processamento de Imagens – DPI.** Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/>>. Acesso em: 15 dez. 2009.

MOREIRA, M. L. O.; MORETON, L. C.; ARAÚJO, J. A.; FILHO, J. V. L.; COSTA, H. F.; **Geologia do Estado de Goiás e do Distrito Federal.** Goiânia: CPRM/SIC-Funmineral, 2008.

NOVO, E.M.LM. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações.** São Paulo: Edgar

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto.** 7º ed., Uberlândia: EDUFU, 2009.

SIEG. **Sistema Estadual de Estatísticas Informações Geografias de Goiás.** Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br>>. Acesso em: 15 jan. 2011.

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