

Creuza Santos Lage

Professor associado, Mestrado em Geografia da UFBA
creulage@terra.com.br

Heraldo Peixoto

Professor adjunto, Departamento de Geografia da UFBA
heraldop@ufba.br

Cláudia Margarete Batista Vieira

Mestre em Geografia pela UFBA

Aspectos da vulnerabilidade ambiental na Bacia do Rio Corrente-BA

Resumo

A Bacia do Rio Corrente é um exemplo expressivo dos problemas ambientais das bacias do Oeste Baiano. O crescente desenvolvimento econômico nesse espaço vem provocando conflitos relacionados à demanda de água pela irrigação e pela geração de energia elétrica, somando-se a essas questões os processos de degradação ambiental. Analisar aspectos da vulnerabilidade da Bacia é a finalidade deste trabalho, que pretende oferecer subsídios às estratégias que permitam sua revitalização e integração no processo produtivo da Bacia do Rio São Francisco. As unidades de paisagem - UIPs da Bacia do Rio Corrente foram classificadas de acordo com o seu grau de vulnerabilidade ambiental a partir do modelo da Ecodinâmica de Tricart, quantificado através do uso do geoprocessamento, o que permitiu uma análise integrada da paisagem. Os riscos ambientais identificados difundem-se pelas UIPs, classificados em graus diferenciados de vulnerabilidade e refletem as ações atinentes à produção do espaço regional. Os programas e projetos de desenvolvimento implantados na área, tanto pelo poder público quanto o privado, não levaram em conta as relações sociedade/natureza, insistindo, na sua maioria, por atividades nitidamente exploratórias, sem a contrapartida dos estudos sobre a capacidade de sustentabilidade dos ecossistemas regionais.

Palavras-chave: vulnerabilidade ambiental, unidades integradas da paisagem, riscos ambientais, Bacia do Rio Corrente.

Abstract

VULNERABILITY ASPECTS OF THE CORRENTE'S RIVER DRAINAGE BASIN

The Basin of the Corrente River is a significant example of the environmental problems of the western Baiano basins. The growing economic development in that area is causing conflicts related to the irrigation demand of water and generation of electricity, adding to these issues the processes of environmental degradation. The purpose of this study is to consider aspects of the vulnerability of the Basin, which plans to offer subsidies to strategies for its revitalization and integration in the production process of the Basin of São Francisco River. The landscape units - UIPs of the Corrente River basin were classified according to their degree of environmental vulnerability of the model of Ecodinâmica of Tricart, measured through the use of geoprocessing, which has an integrated analysis of the landscape. The environmental risks identified are spread by UIPs, they are classified into different degrees of vulnerability, and they reflect the actions relating to the production of regional space. The program and development projects located in that area, both the public as the private power, had not considered the relations society/environment, insisting most of them by exploratory activities clearly, without the consideration of studies on the ability of sustainability of regional ecosystems.

Key-words: environmental vulnerability, the landscape integrated units, environmental risks, Basin of the Corrente River.

1. Introdução ao tema

O diagnóstico ambiental de uma bacia hidrográfica, com avaliação do seu estado hidroambiental através de indicadores de avaliação de riscos previsíveis e azares “naturais”, tipificação do uso e ocupação do solo, faculta a definição de práticas de manejo, conservação e recuperação de áreas degradadas e oferece subsídios para formulação de políticas públicas, programas e projetos de revitalização socioambiental.

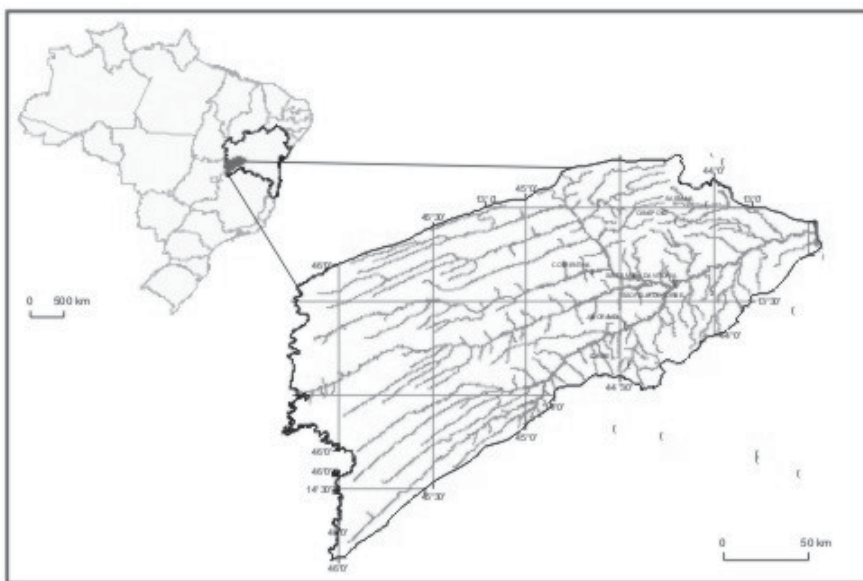
O Cerrado Baiano é conhecido e reconhecido como “território” de produção de águas, que abriga mananciais superficiais e subterrâneos responsáveis pela vazão e estoque de água da Bacia do Rio São Francisco, aportando aproximadamente 30% de sua vazão total, através das bacias dos rios Grande, Corrente e margem esquerda do Carinhonha.

As bacias hidrográficas do Cerrado Baiano constituem-se em espaços fragilizados. Séries históricas de vazões dessas bacias e dados piezométricos,

contratados com crescentes demandas por usos múltiplos, evidenciam tendência de redução da vazão em consequência de práticas inadequadas de uso, manejo e ocupação dos seus espaços com o desmatamento generalizado, sem respeito ao código florestal, para a implantação da agricultura produtora de commodities para exportação e o uso intensivo dos recursos hídricos pela irrigação, sem critério rigoroso de outorga água e monitoramento para uso eficiente da água. Processos de arenização são visíveis em áreas próximas às nascentes de alguns rios.

A Bacia do Rio Corrente é um exemplo expressivo dos problemas ambientais das bacias do Oeste Baiano (Figura 1).

Figura 1
LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO CORRENTE



Formada pelos rios Corrente, Correntina, Formoso, do Meio e Arrojado e com uma superfície de 45.732 quilômetros quadrados, abrange os municípios de Santa Maria da Vitória, Correntina, Jaborandi, São Félix do Coribe, Serra do Ramalho, Santana, Sítio do Mato, Serra Dourada, Canápolis, Coribe, Feira da Mata, Brejolândia, Carinhanha, Baianópolis, Cocos, São Desidério, Muquém do São Francisco, Tabocas do Brejo Velho e Bom Je-

sus da Lapa. Essa bacia hidrográfica situa-se entre as bacias dos rios Grande e Carinhanha, nas latitudes de 12°45' e 14°50' Sul e longitudes de 43°20' e 46°15' Oeste e está inteiramente localizada no Estado da Bahia.

O crescente desenvolvimento econômico desses municípios vem evidenciando conflitos relacionados à demanda de água para irrigação e geração de energia elétrica. Somam-se a essas questões os processos de degradação ambiental que vêm se expandindo e exigindo ações públicas e privadas imediatas que permitam o controle e a mitigação desses impactos.

Proceder ao diagnóstico ambiental da Bacia do Rio Corrente é a finalidade deste trabalho que se propõe a oferecer subsídios de utilização dos recursos naturais de forma proveitosa, que permitam a revitalização da bacia. Para tanto, far-se-á uso das novas tecnologias através das técnicas de geoprocessamento, que permitem uma análise integrada da paisagem, visando à valorização e integração da bacia do Rio Corrente no processo produtivo da bacia do Rio São Francisco.

2. Materiais e Métodos

O zoneamento ambiental de uma bacia hidrográfica caracteriza-se como uma metodologia cujos pressupostos fundamentam-se na escolha de categorias analíticas que facilitem primeiramente uma análise integrada das paisagens identificadas e em continuidade, permitindo o estabelecimento de perspectivas de mitigação dos problemas diagnosticados e identificação de suas ações causais.

Segundo Bertrand (1968), a paisagem é uma determinada porção do espaço que resulta da combinação dinâmica dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, os quais interagindo dialeticamente uns sobre os outros formam um conjunto indissociável em perpétua evolução. Maria de Bolós (1992) define a paisagem como o conjunto de formas que caracteriza determinada parte da superfície terrestre, distinguindo-se sua heterogeneidade e homogeneidade de modo a permitir a análise dos elementos em função de sua forma e magnitude. Milton Santos, em "A Natureza do Espaço" (2002), afirma que a paisagem é um conjunto de

formas que, num dado momento, exprime as heranças que representam as sucessivas relações localizadas entre homem e natureza. Já Cemim et al. (2007) referem-se à ecologia da paisagem como o estudo da estrutura, da função e da dinâmica de áreas heterogêneas compostas por ecossistemas interativos.

A visão de qualquer paisagem nos sugere, numa primeira aproximação, uma espécie de mosaico mais ou menos ordenado de formas e cores. Se analisarmos atentamente, veremos que as peças desse mosaico são muito diferentes: umas têm consistência sólida, outras, líquida; umas são todas de vida, outras, não. Todas e cada uma das formas ou elementos podem ser objetos de estudos e análise parciais, levados a cabo por diferentes especialistas, mas o mais importante é a estrutura e o funcionamento do todo, o mosaico, o conjunto. A análise integrada da paisagem ou ciência da paisagem é justamente o estudo específico deste aspecto global.

O geógrafo soviético Sotchava criou, em 1963, o conceito de Geossistema, adotado em 1967 por Stoddart, geógrafo inglês, e, em 1969, pelo geógrafo alemão Neef. A partir daí, geossistema passou a se tratar de um termo científico utilizado pelos especialistas na Ciência da Paisagem. Outros estudiosos como Jean Tricart, Carlos Figueiredo Monteiro e Antonio Christofolletti utilizaram o conceito de geossistema na análise integrada da paisagem com contribuições teóricas e metodológicas importantes.

Christofolletti (1999), estudando a paisagem como sistema ambiental, define a Geografia como o estudo das organizações espaciais e a Geografia Física tendo como finalidade o estudo da organização espacial do sistema natural adotando como categoria analítica o geossistema. Diz ele:

No campo conceitual e analítico para o estudo das características e complexidade das paisagens como sistemas integrados duas perspectivas surgem como norteadoras: a ecológica e a geográfica. A primeira focaliza as características das comunidades biológicas e seu habitat, enquanto a segunda refere-se à organização dos elementos da paisagem – naturais e socioeconômicos – no contexto espacial (CRISTOFOLETTI, 1999, p. 123).

O geossistema, pois, corresponde à aplicação do conceito de sistema à paisagem, ou seja, é a concepção sistêmica de paisagem. O geossistema,

como o ecossistema, é ao mesmo tempo uma abstração, um modelo teórico da paisagem e uma metodologia pelos procedimentos de análise e diagnóstico que oferece, representa o nível mais alto de organização do sistema natural, dadas as numerosas variáveis ou elementos que possui. Enquanto o ecossistema é definido como sendo área relativamente homogênea de organismos interagindo com seu ambiente, o geossistema é o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos, que fazem da paisagem um conjunto único e indissociável.

Maria Bolós (1992) define a estrutura do geossistema como a interdependência relativa de determinadas características do sistema em relação a seu funcionamento, distinguindo dois níveis estruturais: o vertical e o horizontal. Identifica-se na estrutura vertical do geossistema a litomassa, a aeromassa, a hidromassa, a biomassa e a antropomassa. A estrutura horizontal de um geossistema está constituída por um mosaico de geofácies, cada uma apresentando uma seqüência de geohorizontes. As variações que conduzem à formação de fácies permitem identificar de forma precisa o caráter dinâmico e evolutivo do sistema. Essas mudanças de dinâmica resultam em princípio da modificação dos elementos bióticos. A dinâmica é controlada nos geossistemas naturais pelo ecossistema; nos sistemas sociais esse controle se dá pelo homem, entretanto a taxa de mudanças e o limite de desenvolvimento são determinados pelos elementos abióticos e pela energia. O estado final apresenta um máximo de biomassa nos sistemas naturais e um de qualidade de vida nos antrópicos e em ambos a máxima estabilidade. Os métodos para analisar esses níveis são vários, caracterizando a interdisciplinaridade nos estudos geossistêmicos.

O desenvolvimento da informática e o aparecimento do geoprocessamento na década de 1960 vêm contribuindo com a coleta, o armazenamento, a manipulação, a consulta e a análise de um volume crescente de informações relativas ao espaço geográfico, facilitando sobremaneira a tomada de decisões de planejamento e gestão. O banco de dados gerado por essa geotecnologia produz um conhecimento detalhado do espaço regional, contribuindo com a proposição de programas de controle e manejo do meio ambiente. Xavier da Silva e Carvalho Filho (1993)

e Crepani et al. (2001) desenvolveram metodologias utilizando o SIG na construção do banco de dados e na elaboração de cartas temáticas e os programas Arcview e Spring aparecem como os melhores instrumentos de análise e diagnóstico integrado da paisagem.

A Bacia do Rio Corrente constitui um geossistema que possui uma dinâmica e uma estrutura que lhe são peculiares, contudo, contém unidades de paisagem que se diferenciam de acordo com o grau de homogeneidade/ heterogeneidade em relação à vizinhança. Assim considerou-se como base teórico-metodológica mais adequada ao diagnóstico e ao zoneamento dessa bacia o modelo da Ecodinâmica de Tricart, quantificado para se adequar ao manuseio das técnicas de geoprocessamento (CREPANI et al., 2001).

A Ecodinâmica é uma metodologia de zoneamento ambiental baseada na abordagem sistêmica que enfoca as relações mútuas entre a estrutura, a dinâmica e os fluxos de matéria e energia dos geossistemas. Nessa abordagem, a morfodinâmica – representada pelo balanço morfogênese/ pedogênese – orienta a avaliação dos ambientes permitindo classificá-los em estáveis, intergrades e instáveis. Nos ambientes estáveis há uma predominância da pedogênese sustentada pelos processos geoquímicos. Nos ambientes intergrades tem-se uma transição que pode ser positiva quando a pedogênese passa a influenciar a dinâmica ambiental, ou torna-se negativa quando a morfogênese aparece como dominante. Nos ambientes instáveis a fortemente instáveis a morfogênese predomina, com destruição dos solos e conseqüente degradação dos demais elementos do sistema.

Segundo Crepani et al. (2001), a utilização de imagens de satélites no zoneamento Ecológico-Econômico possibilita utilizar-se de todo o potencial disponível no Sensoriamento Remoto e nos Sistemas de Informações Geográficas. As informações geradas por esse procedimento permitem elaborar cartas de vulnerabilidade ambiental contendo informações básicas do meio físico e do uso da terra da bacia.

Nesse contexto teórico-metodológico, os procedimentos adotados fundamentaram-se nos levantamentos e análises documentais e bibliográficos, no trabalho de campo e de laboratório e compreenderam: levantamento de dados; elaboração da carta topográfica; geração de carta-ima-

gem em 3D; definição das unidades integradas da paisagem (UIP's); classificação da cobertura e do uso do solo; elaboração dos mapas temáticos de geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso do solo; ponderação das classes dos mapas temáticos; cálculo das médias zonal e aritmética dos temáticos em relação às unidades de paisagem; carta da vulnerabilidade ambiental; verificação dos resultados em campo. Os trabalhos de campo compreenderam coleta dos dados, aplicação de matrizes de observação e dimensionamento dos processos de degradação socioambiental.

O trabalho de laboratório constituiu-se na digitalização dos mapas e da organização do banco de dados; o tratamento quanti-qualitativo das informações e sua representação através de gráficos e tabelas; e a confecção de mapas temáticos. Para a realização do trabalho foram utilizados os seguintes materiais: carta topográfica com equidistância entre as curvas de nível de 10 metros, originada a partir do MDT, cuja resolução é de 30 metros quadrados; imagem de satélite; cartas de geologia, geomorfologia e solos na escala 1:250.000 (IBGE/RADAMBRASIL), das folhas que compreendem a Bacia do Rio Corrente (SC-23-YB, SC-23-XC, SC-23-ZA e SC-23-XA); cartas de vegetação na escala 1: 100.000 (extinta DDF/SEAGRI/BA hoje SFC/SEMARH/BA), das folhas que compreendem a bacia do Rio Corrente; Softwares de Sistema de Informações Geográficas ARCMAP (ARCGIS) versão 9 e SPRING (INPE) versão 4.1, ambos em ambiente Windows; Software de sensoriamento remoto *Environment for Visualizing Images* – ENVI versão 3.5 (RESEARCH SYSTEMS, 2002).

Os resultados são apresentados em tópicos que se iniciam com a análise do potencial ecodinâmico dos elementos naturais da bacia. Segue-se a classificação das Unidades de Paisagem a partir do grau de vulnerabilidade, uma Matriz Comparativa dos Cenários identificados e sua síntese num mapa de vulnerabilidade da Bacia. A apresentação dos riscos ambientais identificados caracteriza as considerações finais.

3. Potencial Ecodinâmico da Bacia do Rio Corrente

A análise integrada da paisagem da Bacia do Rio Corrente, como já citado, foi realizada segundo o modelo da Ecodinâmica quantificado con-

forme as técnicas de geoprocessamento. Para tanto, se considerou como condicionantes naturais da vulnerabilidade ambiental a litologia, o relevo, os solos e a vegetação. Os condicionantes sociais, por sua vez, dizem respeito ao uso do solo. A conjunção desses condicionantes produz um mosaico de situações ambientais que propiciam dinâmicas próprias e dependentes na evolução da paisagem. Tais dinâmicas referem-se aos processos morfogênicos e pedogênicos, onde os primeiros estão relacionados aos processos modificadores do relevo e os segundos aos processos formadores dos solos. A quantificação consiste em atribuir pesos às diferentes unidades de paisagem da bacia hidrográfica e, para tanto, fez-se necessário ponderar as diferentes classes da geologia (litologia), geomorfologia, solos, vegetação e uso do solo que ocorrem em cada uma dessas unidades.

Em linhas gerais, os diferentes pesos variam na escala de 1 (um) a 3 (três). Nas unidades de paisagem, onde na relação morfogênese/pedogênese prevalece a primeira, se atribui peso 1. Em unidades de paisagem onde na relação morfogênese/pedogênese há equivalência entre ambas, se atribui peso 2. E, finalmente, em unidades de paisagem/pedogênese que prevalece a segunda, então se atribui peso 3 (TRICART, 1979 apud CREPANI et al., 2001).

3.1. *Litologia*

Quadro 1
LITOLOGIAS

Arenitos, Pelitos	2,6
Aluviões, Areia, Argila, Cascalho	3,0
Calcários, Calcarenito, Dolomito	2,5
Folhelhos, Siltitos	2,0
Ortognaisse	1,2
Quartzos, Monzonitos	1,0
Argilito	2,5
Laterita	1,5

No quadro 1 encontram-se identificados os tipos de rochas frequentes na Bacia do Rio Corrente. Segundo a análise da morfogênese/pedogênese, os diferentes graus de coesão da rocha implicam em processos que variam desde aqueles que favorecem a modificação do relevo até aqueles que

favorecem a formação dos solos. Então, em rochas pouco coesas prevalecem os processos morfogenéticos, pois estão intensamente submetidas às ações dos agentes ativos do intemperismo que as deixam mais suscetíveis de serem erodidas e transportadas. As rochas bastante coesas resistem à atividade erosiva e à remoção, dando tempo, assim, para que ocorram os processos pedogenéticos. Desse modo, atribuiu-se peso próximo de 1 (um) às rochas coesas, peso próximo de 2 (dois) às rochas de coesão mediana e peso próximo de 3 (três) às rochas pouco coesas. De acordo com estes conceitos foram atribuídos pesos às classes rochas (litologias) como mostra o quadro 1.

3.2. Relevo

Na Bacia do Rio Corrente predominam as formas aplainadas. Nessas formas de relevo prevalecem os processos pedogenéticos, pois o gradiente topográfico não é suficiente para gerar a energia cinética e permitir que o solo seja removido e transportado. Muito pelo contrário, estará de certo modo estabilizado e terá tempo suficiente para se desenvolver. Entretanto, as formas de relevo dissecadas apresentam as maiores disposições ao desenvolvimento dos processos morfogenéticos, pois os índices de dissecação comandam a remoção e o transporte de materiais do solo para outras áreas. Daí, atribuiu-se peso próximo de 1 (um) às unidades onde predomina o modelado de aplainamento; peso próximo de 2 (dois) para as unidades onde predomina o modelado de dissolução e peso próximo de 3 (três) para as unidades onde predomina o modelado de dissecação. O Quadro 2 mostra a atribuição dos pesos às unidades geomorfológicas, resultado das análises morfopedogenéticas.

Quadro 2

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Patamares estruturais	3,0
Pedimentos funcionais	1,5
Pediaplano sertanejo	1,0
Plano sub-estrutural dos gerais	1,0
Região de acumulação	2,0

3.3. Solos

Os estágios de desenvolvimento do solo indicam a atuação dos processos relacionados à modificação do relevo (morfogênese) e aqueles relacionados à formação dos solos (pedogênese). Em solos jovens e pouco desenvolvidos prevalecem os processos da morfogênese e predomina a pedogênese em solos maduros e bem desenvolvidos. Neste sentido, atribuiu-se aos solos da Bacia do Rio Corrente peso próximo de 1 (um) aos mais maduros, os intermediários tiveram peso próximo de 2 (dois) e os solos jovens, peso próximo de 3 (três). O Quadro 3 mostra os tipos de solos com seus respectivos pesos, resultado da análise descrita.

Quadro 3
TIPOS DE SOLOS

Afloramentos rochosos	3.0
Argissolo vermelho-amarelo eutrófico	3.0
Cambissolo háplico	3.0
Gleissolo háplico	3.0
Latossolo vermelho-amarelo	1.0
Neossolo flúvico eutrófico	3.0
Neossolo quartzarênico	1.5
Vertissolos	2.5

3.4. Vegetação

A densidade da vegetação indica a atuação dos processos relacionados à modificação do relevo (morfogênese) e aqueles relacionados à formação dos solos (pedogênese). Nesse sentido, coberturas vegetais densas relacionam-se aos processos pedogenéticos, pois que possuem capacidade de inibir a erosão do solo, e vegetação de densidade baixa relaciona-se aos processos morfogenéticos, pois a capacidade de proteção ao solo pode ser até nula. Sendo assim, atribuiu-se peso próximo de 1 (um) aos polígonos de vegetação densa; peso próximo de 2 (dois) aos polígonos de vegetação mediana e próximo de 3 (três) aos polígonos de vegetação rala. Esta análise resultou na atribuição de pesos às diferentes fitofisionomias encontradas na Bacia do Rio Corrente como mostra o Quadro 4.

Quadro 4
FITOFISIONOMIAS

Agricultura/Pecuária	3.0
Brejo	3.0
Caatinga Arbórea/Arbustiva	2.5
Campo Limpo	2,6
Cerrado	2.4
Veredas	3,0
Floresta Estacional	1.0

3.5. *Uso do Solo*

O uso atual do solo expressa no espaço as formas de derivações antropogênicas existentes. A dinâmica e a intensidade dessas derivações variam e podem favorecer os processos morfopedogenéticos. Quanto mais essas derivações ocorrem no sentido da retirada da vegetação, mais atua a morfogênese. Nesse caso, atribuiu-se peso próximo de 1 (um) às áreas mais antropizadas; peso próximo de 2 (dois) às áreas onde há equivalência entre antropização e preservação e próximo de 3 (três) às áreas cuja vegetação é mais preservada. Com base nesta análise foram atribuídos pesos aos diferentes usos do solo, como mostra o Quadro 5.

Quadro 5
USO DO SOLO

Agropecuária	3,0
Áreas irrigadas	3,0
Edificações	3,0
Áreas urbanizadas	3,0
Vegetação	1,0
Solo exposto	3,0
Reflorestamento	2,0

4. Unidades Integradas da Paisagem

A análise integrada da paisagem, segundo a base teórico-metodológica utilizada, permitiu a delimitação na Bacia do Rio Corrente de 12 (doze) unidades territoriais denominadas Unidades Integradas da Paisagem - UIPs. Entende-se como unidade territorial as células de informação e análise de um zoneamento ecológico/ econômico. Elas contêm atributos ambientais

que permitem diferenciá-las das demais (BECKER; EGLER apud CREPANI et al., 2001). Essa delimitação ocorreu por intermédio da identificação da homogeneidade de textura e matizes de cores da imagem de satélite. Foi essencial que esta imagem estivesse visualizada em três dimensões para facilitar a interpretação visual. Essas unidades constituíram-se na base para o estabelecimento dos diferentes graus de vulnerabilidade ambiental e vão descritas a seguir e representadas nas figuras 2 e 3.

4.1. Unidades Integradas da Bacia do Rio Corrente

UIP I - Caracterizada por grande homogeneidade dos seus aspectos naturais. Predominam rochas areníticas, com algumas intercalações de aluviões ao longo dos vales fluviais; relevo caracterizado por formas aplainadas e os solos geralmente maduros e bem desenvolvidos.
UIP II - Há predominância das rochas areníticas interrompidas por aluviões ao longo dos vales fluviais; as formas de relevo são aplainadas e os solos que predominam são maduros e bem desenvolvidos.
UIP III - Predomina o arenito interrompido pelos aluviões ao longo dos vales fluviais, ambos sob formas de relevo dissecadas e recobertos pelos argissolos e neossolos.
UIP IV - Caracterizada pela heterogeneidade dos seus aspectos naturais. Os diversos tipos litológicos estão recobertos por diversos tipos de solos e associados a formas de relevo muito dissecadas.
UIP V - Caracterizada pela diversidade de tipos litológicos, associados a formas de relevo fortemente dissecadas e recobertos por diversos tipos de solos.
UIP VI - A rocha arenítica sob formas de relevo aplainadas e a presença dos latossolos sustentando a vegetação raleada caracterizam esta unidade.
UIP VII - Predominam as rochas areníticas que sustentam as formas de relevo aplainadas sob solos do tipo latossolos, onde a vegetação encontra-se preservada.
UIP VIII - Caracterizada pela presença do arenito sob formas de relevo aplainadas e solos bem desenvolvidos sustentando a vegetação ainda preservada.
UIP IX - A variedade litológica associada a formas de relevo de dissolução e os latossolos sustentando os fragmentos da floresta estacional caracterizam esta UIP.
UIP X - Apresenta-se dividida em três geofácies, isto porque o uso do solo é diferenciado, embora os condicionantes naturais sejam quase os mesmos
GEOFÁCIES I - A predominância da agricultura do tipo sequeiro em solos férteis e rasos caracteriza esta geofácies.
GEOFÁCIES II - Esta geofácies é caracterizada pela prática da agricultura irrigada na forma de pivots centrais.
GEOFÁCIES III - Caracteriza esta geofácies a ocorrência de brejos acompanhando o Rio Corrente e a forte antropização, tanto pela urbanização como pela agropecuária que suprimiram a vegetação.

Figura 2
UNIDADES INTEGRADAS DA PAISAGEM

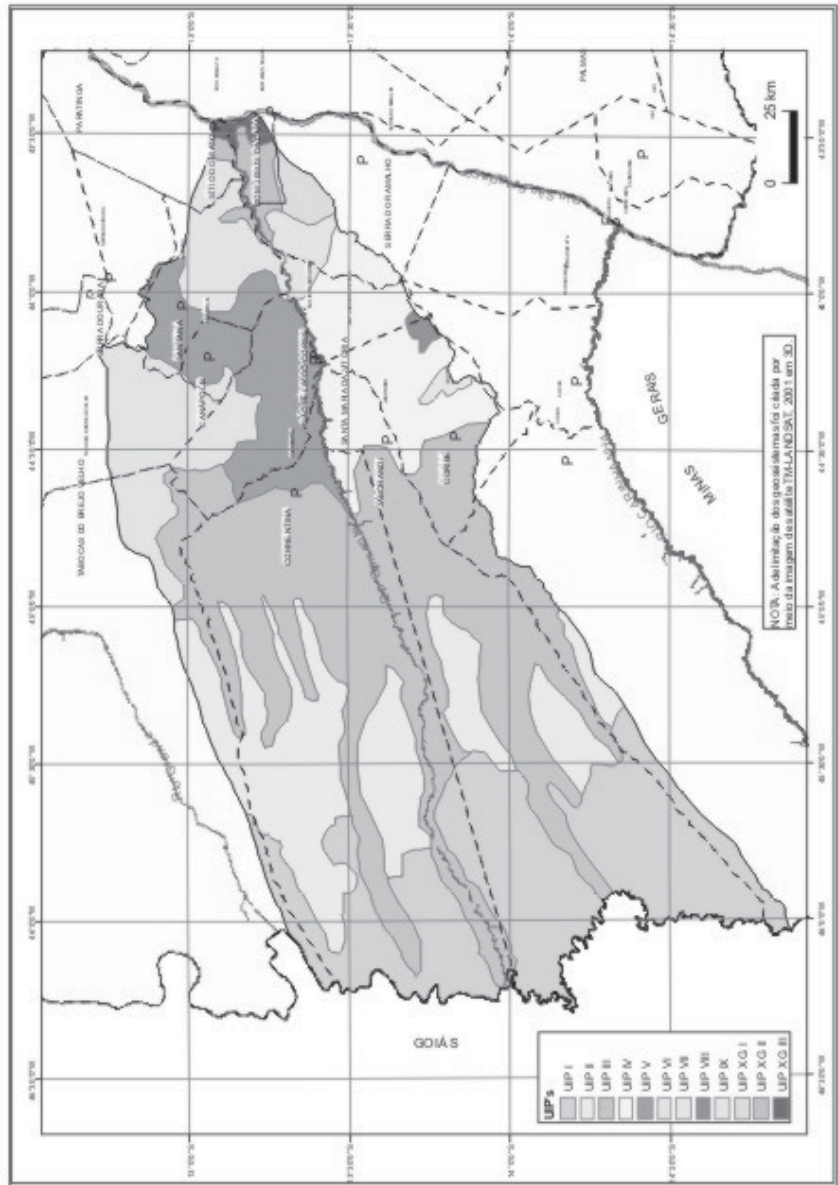
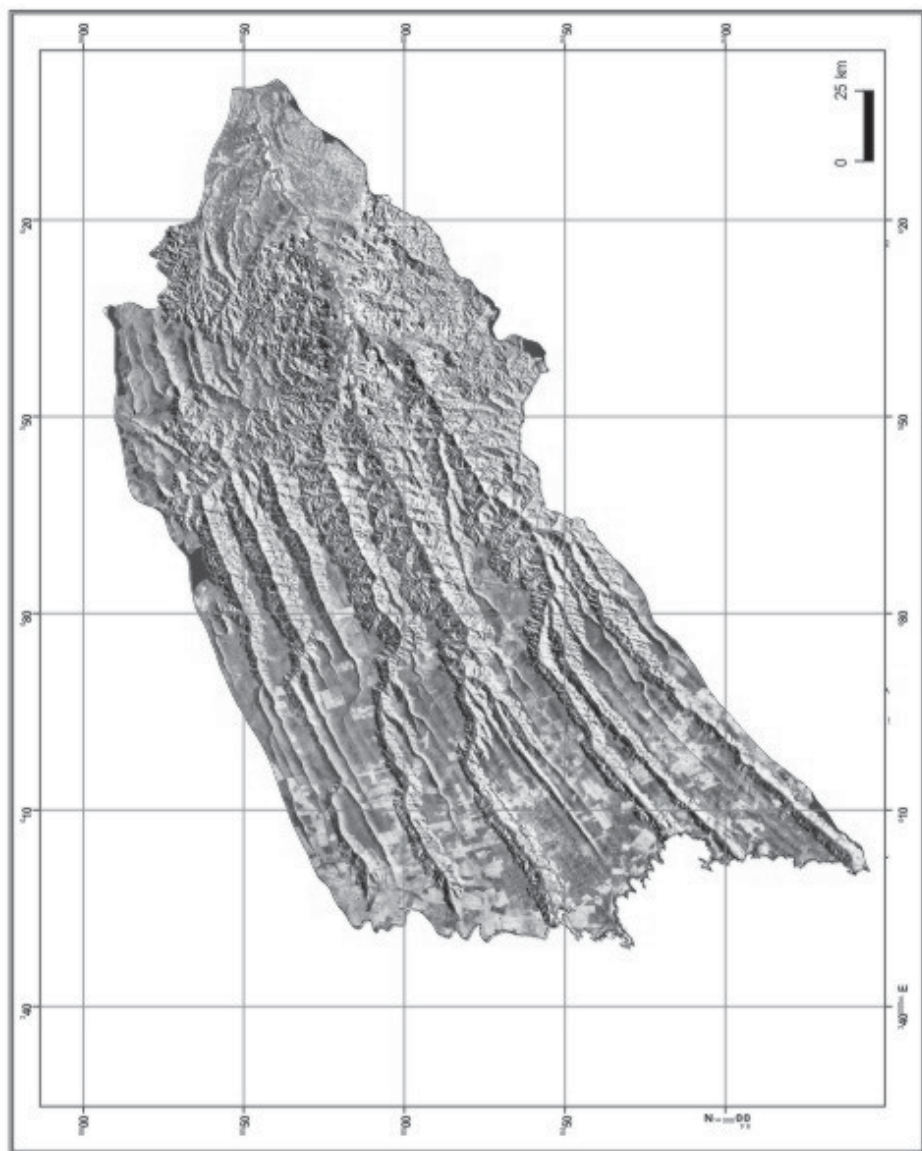


Figura 3
IMAGEM DE SATÉLITE



5. Aspectos da Vulnerabilidade na Bacia do Rio Corrente

Os resultados obtidos na análise integrada da paisagem, com a conseqüente classificação das UIP's e do potencial ecodinâmico dos condicionantes naturais e antrópicos, permitiram estabelecer o grau de vulnerabilidade de cada uma dessas classes. O Quadro 6 apresenta o procedimento adotado a partir do geoprocessamento, que definiu uma média zonal para cada condicionante ambiental e daí uma média aritmética, identificando, assim, o grau de vulnerabilidade a que está sujeita cada unidade de paisagem. Esse procedimento foi a base da elaboração da Carta da Vulnerabilidade Ambiental.

Quadro 6
MÉDIAS DE VULNERABILIDADE POR UIP

Unidade integrada da paisagem (UIP)	Área (km ²)	Média zonal					Média aritmética
		Geologia	Geomorfologia	Solos	Vegetação	Uso atual	Vulnerabilidade ambiental
UIP I	7.417	2.61	1.14	1.07	2.81	2.89	2.10
UIP II	5.567	2.61	1.18	1.06	2.64	2.98	2.09
UIP III	11.144	2.59	2.66	1.56	2.65	2.99	2.49
UIP IV	3.022	2.33	2.83	2.20	2.25	2.99	2.52
UIP V	2.777	2.24	2.81	2.25	2.62	2.99	2.58
UIP VI	2.332	2.60	2.04	1.17	2.53	3.00	2.27
UIP VII	0.095	2.57	1.82	1.15	1.14	3.00	1.94
UIP VIII	0.089	2.59	1.70	1.18	1.40	3.00	1.97
UIP IX	1.545	2.27	1.6	1.53	2.14	2.99	2.11
GEOFÁCIES I	0.307	2.49	2.09	2.28	2.68	3.00	2.51
GEOFÁCIES II	0.471	2.54	1.76	1.55	2.62	2.98	2.29
GEOFÁCIES III	0.134	2.80	1.97	2.20	2.64	2.92	2.51

Entende-se por vulnerabilidade ambiental a suscetibilidade maior ou menor de pessoas, lugares, infra-estruturas ou ecossistemas de sofrerem algum tipo de risco, perigo ou agravo. Segundo Rebelo (2005), exprime o grau das conseqüências previsíveis geradas por um fenômeno natural e que podem afetar um alvo. Caracteriza-se pelo potencial da paisagem em absorver impactos. A vulnerabilidade se mede pela estimativa dos danos potenciais e exprime a capacidade de resistência das pessoas, lugares,

infra-estruturas ou ecossistemas diante de um perigo ou processo. Os resultados apresentados no Quadro 6 demonstram a suscetibilidade da Bacia do Rio Corrente aos riscos ou impactos ambientais. Considerando que os pesos atribuídos aos temas variaram entre 1 a 3 e as unidades de paisagem na sua maioria apresentaram graus de vulnerabilidade de médio a alto, acima de 2,5, permitindo identificar a sua ecodinâmica nos padrões instáveis a muito instáveis. Por outro lado, as UIP's que apresentaram as menores médias de vulnerabilidade ficaram na ordem de 1.94, configurando áreas intergrades, onde a morfogênese começa a predominar (Figura 4). Essas características estão apresentadas na Matriz de Cenários (Quadro 7).

Quadro 7
MATRIZ COMPARATIVA ENTRE OS CENÁRIOS QUE ORIGINARAM A VULNERABILIDADE AMBIENTAL

Unidade integrada da paisagem - UIPs	Condicionantes naturais e sociais	Vulnerabilidade ambiental
<p>UIP I</p> <p>Caracterizada por grande homogeneidade dos seus aspectos naturais. Predominam rochas areníticas, com algumas intercalações de aluviões ao longo dos vales fluviais; relevo caracterizado por formas aplainadas e os solos geralmente maduros e bem desenvolvidos.</p>	<p>Há algumas condições naturais que favorecem a atuação dos processos pedogenéticos nesta UIP, como a predominância do arenito que, apesar de não possuir alta capacidade de coesão, está sob formas de relevo aplainadas que freiam os processos erosivos. Ademais, o solo predominante é o latossolo vermelho-amarelo que é maduro e bem desenvolvido. De modo restrito, aparecem algumas manchas de argissolos e neossolos que coincidem com o relevo dos vales fluviais que é dissecado. Contudo, o uso atual do solo é o aspecto que mais favorece a atuação dos processos morfogenéticos, pois, a vegetação de cerrado (<i>latu sensu</i>) foi quase que totalmente substituída pela agropecuária.</p>	<p>As condições sócio-ambientais relacionadas propiciaram a obtenção da média 2,10.</p>
<p>UIP II</p> <p>Há predominância das rochas areníticas interrompidas por aluviões ao longo dos vales fluviais; as formas de relevo são aplainadas e os solos que predominam são maduros e bem desenvolvidos.</p>	<p>Assim como na UIP I, há predominância das rochas areníticas que nesta região possuem média capacidade de coesão. Estas rochas estão associadas a formas de relevo planas e solo do tipo latossolo vermelho-amarelo que ocorre de modo predominante e caracterizado por ser maduro e bem desenvolvido. O que a diferencia da unidade anterior é a presença do cerrado, que, apesar de se tratar de uma vegetação secundária, apresenta-se ora preservada, ora raleada, demonstrando que o uso atual do solo não é predominantemente a agropecuária. Tais condições favorecem a maior atuação dos processos pedogenéticos em relação à UIP I.</p>	<p>O mosaico de tais condições gerou subsídios para a obtenção da média 2,09.</p>

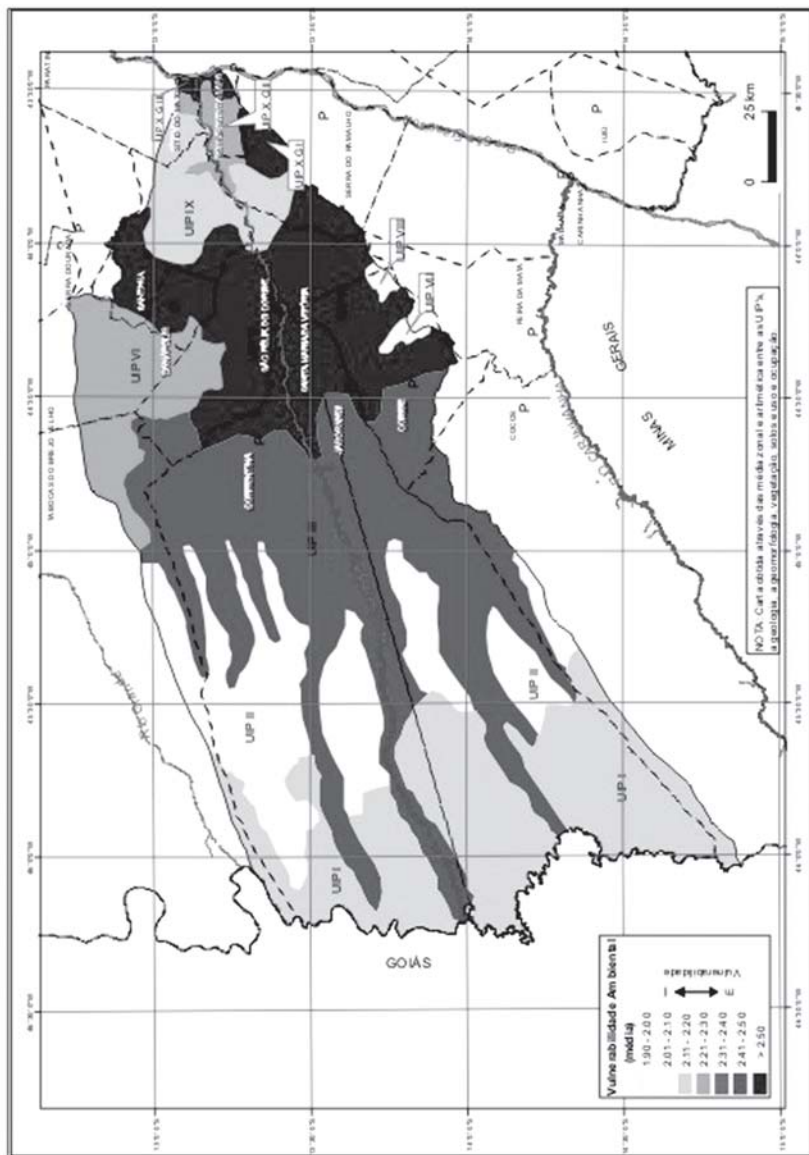
<p>UIP III</p> <p>Predomina o arenito interrompido pelos aluviões ao longo dos vales fluviais, ambos sob formas de relevo dissecadas e recobertos pelos argissolos e neossolos.</p>	<p>Predomina nesta UIP o arenito, litologia de média coesão, aparecem também os aluviões ao longo dos vales fluviais. Nesta unidade as litologias citadas estão associadas a formas de relevo dissecadas correspondentes aos chamados Patamares. No que diz respeito aos solos, ocorrem de maneira predominante os argissolos e neossolos, que são caracterizados como solos jovens e pouco desenvolvidos. Quanto à vegetação, apesar de secundária e raleada, predomina em relação à agropecuária. Estas condições ambientais favorecem em muito a atuação dos processos morfogenéticos.</p>	<p>O mosaico de tais condições gerou subsídios para a obtenção da média 2,49.</p>
<p>UIP IV</p> <p>Caracterizada pela heterogeneidade dos seus aspectos naturais. Os diversos tipos litológicos estão recobertos por diversos tipos de solos e associados a formas de relevo muito dissecadas.</p>	<p>Nesta unidade aparecem diversas litologias como areia, argila, cascalho, lama, laterita, argilito, calcário, siltito, calcarenito, dolomito, folhelho, ortognaisse arenito, quartzo monzonito, rocha carbonática e sedimento aluvionar, que estão associadas a formas de relevo muito dissecadas correspondentes aos Patamares. São litologias muito antigas (proterozóico) e aparecem nesta unidade por conta da forte dissecação do relevo que as exumou ao longo do tempo geológico. Estas litologias deram origem aos diversos tipos de solos como afloramentos rochosos, argissolos, cambissolos, latossolos, neossolos e vertissolos. No âmbito da vegetação, se observou que a mesma encontra-se raleada e na maioria das vezes substituída pela agropecuária. Tais condições ambientais geram muito mais subsídios para a atuação dos processos morfogenéticos em relação à UIP III.</p>	<p>As condições ambientais descritas levaram esta UIP a obter média a 2,52.</p>

<p>UIP V</p> <p>Caracterizada pela diversidade de tipos litológicos, associados a formas de relevo fortemente dissecadas e recobertos por diversos tipos de solos.</p>	<p>Esta UIP apresenta as mesmas características da UIP IV, sendo que a diferença encontrada reside na forma de relevo, que, apesar de ser a mesma, ocorre em maior grau de dissecção. No que se refere às litologias, aparecem tipos como areia, argila, cascalho, lama, laterita, argilito, calcário, silito, calcarenito, dolomito, folhelho, ortognaisse arenito, quartzo monzonito, rocha carbonática, que foram exumadas por conta da dissecção do relevo e que acabam sustentando as formas chamadas Patamares. Recobrem estas litologias diversos tipos de solos como afloramentos rochosos, argissolos, cambissolos, latossolos, neossolos e vertissolos. A agropecuária é predominante, substituindo a vegetação cerrado(<i>strictu sensu</i>).</p>	<p>Tais condições ambientais favoreceram a obtenção da média 2,58.</p>
<p>UIP VI</p> <p>A rocha arenítica sob formas de relevo aplainadas e a presença dos latossolos sustentando a vegetação raleada caracterizam esta unidade</p>	<p>As características físico-naturais desta unidade como a rocha arenítica, pouco coesa, mas sob formas de relevo aplainadas, e a existência de solos maduros e bem desenvolvidos, os latossolos, favorecem a atuação dos processos pedogenéticos. Contudo, a vegetação raleada e a presença da agropecuária favorecem a atuação dos processos morfogenéticos.</p>	<p>Esta UIP obteve a média 2,27, devido às condições naturais e sociais a que está submetida.</p>
<p>UIP VII</p> <p>Predominam as rochas areníticas que sustentam as formas de relevo aplainadas sob solos do tipo latossolos, onde a vegetação encontra-se preservada.</p>	<p>Esta UIP apresenta as maiores condições para a atuação dos processos pedogenéticos, pois nela encontram-se as rochas areníticas sob formas de relevo aplainadas. Os solos que predominam são os latossolos e a vegetação encontra-se preservada, evidenciando que o uso agrícola e a pecuária são insuficientes.</p>	<p>As condições apresentadas favoreceram a obtenção da média 1,94.</p>

<p>UIP VIII</p> <p>Caracterizada pela presença do arenito sob formas de relevo aplainadas e solos bem desenvolvidos sustentando a vegetação ainda preservada.</p>	<p>Esta UIP apresenta as mesmas condições ambientais que a UIP VII, onde a rocha arenítica, as formas de relevo aplainadas e o solo do tipo latossolo são predominantes. Acrescentam-se a vegetação ainda preservada e a pouca presença da agropecuária, tudo isso favorecendo em muito a atuação dos processos pedogenéticos.</p>	<p>Esta UIP obteve média de 1,97 por conta das condições apresentadas.</p>
<p>UIP IX</p> <p>A variedade litológica associada a formas de relevo de dissolução e os latossolos sustentando os fragmentos da floresta estacional caracterizam esta UIP.</p>	<p>As condições ambientais que se apresentam como a presença de areia, lama, laterita e rocha carbonática sob formas de relevo de dissolução (carste) e predominância da agropecuária favorecem a atuação dos processos morfogenéticos. Tal condição é amenizada por conta da presença dos latossolos e dos fragmentos de floresta estacional.</p>	<p>Tais condições concorrem para que esta UIP obtivesse a média de 2,11.</p>
<p>UIP X</p> <p>A UIP X apresenta-se dividida em três geofácies, isto porque o uso do solo é diferenciado, embora os condicionantes naturais sejam quase os mesmos.</p>	<p>GEOFÁCIAS I</p> <p>A predominância da agricultura do tipo sequeiro em solos férteis e rasos caracteriza esta geofácies.</p>	<p>As características físico-naturais e sociais desta UIP determinaram a obtenção da média 2,51.</p>
<p>Predomina a rocha carbonática com intercalações de areia, argila e cascalho, recobertas por formas de relevo de dissolução (carste) e de acumulação (planície fluvial). Além dos afloramentos rochosos, os argissolos e os cambissolos que aparecem com muita frequência em relação aos latossolos, que também são observados, favorecem a atuação dos processos morfogenéticos. Ademais, a vegetação foi suprimida e o uso do solo predominante é a agricultura de sequeiro.</p>		

	<p>GEOFÁCIAS II</p> <p>Esta geofácies é caracterizada pela prática da agricultura irrigada na forma de pivots centrais.</p>	<p>Os condicionantes naturais e o uso do solo que se apresentam nesta UIP concorrem para a atuação dos processos morfogenéticos; pois predominam as rochas carbonáticas com intercalações de areia, argila e cascalho, recobertas por formas de relevo de dissolução (carste) e de acumulação (planície fluvial). Adicionalmente, têm-se os argissolos, os solos hidromórficos e os afloramentos rochosos que aparecem juntamente com os latossolos. A vegetação foi suprimida e o uso do solo predominante é a agricultura irrigada.</p>	<p>As condições ambientais observadas fazem com que esta UIP obtenha a média 2,29.</p>
	<p>GEOFÁCIAS III</p> <p>Caracteriza esta geofácies a ocorrência de brejos acompanhando o Rio Corrente e a forte antropização tanto pela urbanização como pela agropecuária, que suprimiram a vegetação</p>	<p>A reunião dos condicionantes naturais e o uso do solo favorecem a atuação dos processos morfogenéticos. Predomina a rocha carbonática com intercalações de areia, argila e cascalho, recobertas por formas de relevo de dissolução (carste) e de acumulação (planície fluvial). Ademais, têm-se os solos hidromórficos e os argissolos em terrenos de brejos. A vegetação foi suprimida por conta da forte antropização nas formas de urbanização e agropecuária.</p>	<p>Devido às condições ambientais existentes, esta UIP obteve a média 2,51.</p>

Figura 4
CARTA DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA BACIA DO RIO CORRENTE



6. Conclusão

Os resultados obtidos no trabalho efetuado permitem estabelecer considerações sobre a base teórico-metodológica utilizada, os riscos ambientais que já atingem a bacia e algumas proposições com base no grau de vulnerabilidade identificado nas UIPs.

Com relação à base teórico-metodológica utilizada, verificou-se que é eficiente para zoneamentos de grandes superfícies, como é o caso da Bacia do Rio Corrente, entretanto, quando se trata de estudar e representar áreas com fácies particulares é preciso associá-la a outros modelos de análise integrada da paisagem. Outro ponto é que a metodologia não dispensa um trabalho de campo apurado; embora o geoprocessamento apresente índices confiáveis, a quantificação associada à escala em que o trabalho é desenvolvido pode mascarar fenômenos específicos e suas particularidades. Considera-se, todavia, que o modelo teórico é facilitador no diagnóstico preliminar da área, mas que deve ser seguido por outras técnicas de pesquisa que possam identificar com mais clareza a situação ambiental estudada. Os softwares utilizados mostraram-se eficientes, permitindo a integração dos mapas temáticos, dando origem a um único mapa, caracterizado pelos valores de vulnerabilidade de cada componente do meio físico homogeneizado pelas unidades de paisagem.

Os riscos ambientais que atingem a Bacia e difundem-se pelas UIPs são classificados em graus diferenciados de vulnerabilidade e refletem as ações atinentes à produção do espaço regional. Os programas e projetos de desenvolvimento implantados na área, tanto pelo poder público quanto pela iniciativa privada, não levaram em conta as relações sociedade/natureza, insistindo, na sua maioria, em atividades nitidamente exploratórias, sem a contrapartida dos estudos sobre a capacidade de sustentabilidade dos ecossistemas regionais. A implantação da agricultura de exportação de soja, milho e algodão, através da irrigação, via pivots central, tem provocado conflitos relacionados com o uso da água – a utilização predatória dos aquíferos, em forma de poços artesianos que se multiplicam – vem diminuindo a vazão dos rios, antes totalmente navegáveis e, por consequência, a do Rio São Francisco, do qual são tributários. O desmatamento vem se disseminando na Bacia. A implantação da agropecuária, com a

devastação das matas ciliares provoca o desaparecimento das veredas, o assoreamento e a intermitência de vários cursos d'água. Entretanto, a demanda das siderúrgicas de Minas Gerais vem criando um novo risco ambiental na área da Bacia – o desmatamento de grandes áreas do cerrado para a produção clandestina de carvão vegetal. Essa situação agrava-se com o aparecimento de áreas arenizadas, principalmente nas nascentes de tributários importantes. A mineração que se instala progressivamente nas áreas de afloramento do Bambuí é outra atividade necessitada de fiscalização, dada a vulnerabilidade ambiental que provoca. Importante considerar os impactos sociais com riscos importantes para a população local. As transformações nas relações de trabalho e de produção podem ser inferidas pelo número de desempregados tanto nas áreas rurais quanto nas urbanas, pela segregação habitacional e pela ampliação das zonas de carência social. O comércio da maioria das localidades vive em função dos rendimentos dos aposentados e a população jovem diminui pela emigração constante.

Referências

- BERTRAND, G. **Paysage et Géographie Physique Globale: esquisse méthodologique**. Toulouse: Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest, v. 39, n. 3, p. 249-272, 1968.
- BOLÓS, M. **Manual de Ciência del Paysage – Teoría, métodos e aplicaciones**. Barcelona: Masson, 1992.
- CEMIM, G. et al. **Análise da estrutura da Paisagem da Sub-bacia do Arroio Boa Vista, R.S. Uma abordagem em Ecologia de Paisagem**. Anais do XIII Simpósio de Sensoriamento Remoto, UCS, Florianópolis, 2007.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. 1ª ed. S. Paulo: Edgard Blucher, 1999.
- CREPANI, E. et al. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.
- REBELO, F. **Uma experiência Européia em Riscos Naturais**. Coimbra: Minerva Coimbra, 2005.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço. Técnica e Tempo. Razão e Emoção.** São Paulo: EDUSP, 2002.

TRICART, J. **Ecodinâmica**, FIBGE, Secretaria de Planejamento da Presidência da República, Rio de Janeiro/RJ, 1977.

XAVIER DA SILVA, J.; CARVALHO FILHO, L. M. **Sistemas de Informação Geográfica: uma Proposta Metodológica.** Anais da IV conferência Latino-americana sobre Sistemas de Informação Geográfica e II Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento, São Paulo, USP, 1993 .