

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À GESTÃO DOS RECURSOS NATURAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAÍBA NO CERRADO MINEIRO

Geotechnologies applied to natural resources management of river basin Paranaíba in the Cerrado of Minas Gerais

Fabício Silvério Flauzino

Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia/MG – Brasil
fsflauzino@yahoo.com.br

Mirna Karla Amorim Silva

Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia/MG – Brasil
mirna_karla@yahoo.com.br

Luiz Nishiyama

Prof. Dr. do IG/PPGEO da Universidade Federal de Uberlândia/MG – Brasil
Uberlândia/MG – Brasil
nishi@ufu.br

Roberto Rosa

Prof. Dr. do IG/PPGEO da Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia/MG – Brasil
rrosa@ufu.br

Artigo recebido para publicação em 29/09/2009 e aceito para publicação em 28/03/2010

RESUMO: *A cobertura vegetal e os recursos hídricos do Cerrado devem ser preservados, mas o que se percebe é que grande parte do Cerrado mineiro já sofreu intenso desmatamento de sua cobertura vegetal e crescente poluição dos seus mananciais. Neste sentido, esta pesquisa tem por objetivo mostrar o uso de geotecnologias para o mapeamento dos recursos naturais da bacia hidrográfica do rio Paranaíba no Cerrado mineiro (entre as coordenadas geográficas 16°13' – 20°12'S e 46°03' – 50°56' W), no intuito de auxiliar a gestão e preservação destes recursos. O mapeamento da cobertura vegetal e uso antrópico mostra que apenas 28,56% da área de estudo ainda encontram-se cobertos por vegetação. O mapa de Índice de Qualidade da Água mostra que a maioria dos índices verificados oscila entre médio (50<IQA≤70) e bom (70<IQA≤90). Os resultados apresentados a partir da utilização de tecnologias de obtenção, armazenamento, manipulação e apresentação de dados georreferenciados mostram importantes dados do diagnóstico da área estudada e permitem um avanço nos estudos ambientais da bacia hidrográfica do rio Paranaíba na área do Cerrado mineiro.*

Palavras Chave: Geotecnologias. Rio Paranaíba. Recursos Naturais. Cerrado.

ABSTRACT: *The vegetation cover and water resources in Cerrado must be preserved, but what we notice is that most of Minas Gerais' Cerrado has suffered intense deforestation of its vegetation cover and increasing pollution of its water sources. Therefore, this research aims to show the use of geotechnologies to the natural resources mapping of river basin Paranaíba in Cerrado area of Minas Gerais (between 16°13' – 20°12'S and 46°03' – 50°56'W), in order to assist the management and conservation of these resources. The mapping of the vegetation cover and land use shows that only 28.56% of the study area is still covered by vegetation. The Index map of Water Quality shows that most of the verified indexes vary from medium ($50 < WQI \leq 70$) and good ($70 < WQI \leq 90$). The results presented from the use of technologies of obtaining, storage, handling and presentation of georeferenced data show important diagnosis data in the studied area and allow a breakthrough in environmental studies of river basin Paranaíba in Cerrado's area of Minas Gerais.*

Keywords: Geotechnologies. Paranaíba River. Natural Resources. Cerrado.

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado apresenta uma das diversidades mais ricas dentro da vegetação savânica no mundo. A vegetação deste bioma compreende fisionomias que englobam formações florestais, savânicas e campestres sendo influenciada, além do clima, por fatores como geomorfologia, topografia, intemperismo físico/químico do solo, latitude, disponibilidade de água e nutrientes, além das ações antrópicas atuantes na ocupação e uso de suas terras (SANO e ALMEIDA, 1998). É grande a responsabilidade em manter e conservar tamanha biodiversidade, visto que a intensidade de exploração dos recursos físicos e biológicos desta área não pode ultrapassar os limites de sua capacidade, já que esta apresenta uma grande variabilidade ambiental com ambientes extremamente frágeis e susceptíveis à degradação (LIMA *et al.*, 1998).

Em Minas Gerais, grande parte do Cerrado já sofreu intenso desmatamento, tanto pela ocupação territorial no Estado, ao longo de sua história, como pelo desenvolvimento das atividades econômicas na região, especialmente aquelas ligadas ao setor agropecuário. Desta forma, para conservar tamanha biodiversidade de recursos são necessárias ações eficientes no sentido de promover um uso adequado do território e o aproveitamento racional dos recursos naturais existentes primando pela manutenção

da diversidade ecológica e dos recursos hídricos dessa região. A alteração dos fatores naturais e a influência antrópica indiscriminada na região são responsáveis por constantes alterações nos cursos d'água do Cerrado brasileiro, bioma considerado como importante área de contribuição hídrica para grandes bacias hidrográficas brasileiras.

Neste contexto, o diagnóstico das características físicas de uma bacia hidrográfica se torna uma ferramenta importante para fornecer subsídios à gestão das bacias e promover intervenções no sentido de se conservar os recursos naturais existentes.

Segundo Guerra (1980), antes de se pensar em planejar a utilização dos recursos naturais, faz-se necessário o conhecimento prévio dos mesmos, ou seja, suas características qualitativas e quantitativas. Uma das tecnologias que possibilitam a caracterização física de uma região é denominada geotecnologia. Esta tecnologia permite o emprego de diversas ferramentas disponíveis para o conhecimento, gestão e monitoramento das bacias hidrográficas de uma região e o aproveitamento dos recursos naturais ali existentes.

Miranda (2005) ressalta que as geotecnologias existentes possibilitam a aquisição e manipulação de informações espaciais, sendo ferramentas

relevantes para o levantamento, monitoramento e mapeamento dos recursos naturais. A gama de fontes de dados espaciais disponíveis na internet e as tecnologias do geoprocessamento, tais como o sensoriamento remoto, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), a cartografia digital, os Sistemas de Posicionamento Global (GPS), que permitem integrar dados georreferenciados, são apenas alguns exemplos do uso das geotecnologias como auxílio no processo de gestão territorial em aplicações diversas nos mais variados campos das ciências naturais (ROSA e BRITO, 1996).

Contudo, Rocha (2000) assinala que é necessário não apenas conhecer, mas também utilizar de maneira integrada todas as ferramentas, processos e entidades pertencentes às geotecnologias disponíveis desenvolvendo metodologias de aplicabilidade das mesmas no sentido de diagnosticar e prognosticar riscos e potencialidades ambientais em relação ao desenvolvimento das sociedades.

A utilização das geotecnologias se torna um instrumento de grande potencial para o estabelecimento de planos integrados de conservação

do solo e da água. Destaca-se a utilização dos SIG's como ferramenta para mapear e obter respostas às várias questões sobre planejamento urbano e levantamento do meio físico, ao descrever os mecanismos das mudanças que operam no meio ambiente, além de auxiliar o planejamento e manejo dos recursos naturais existentes.

Este artigo tem por objetivo mostrar a aplicação de geotecnologias para mapear, analisar e auxiliar a gestão dos recursos naturais presentes na área de estudo. Esta área é definida pela porção da bacia hidrográfica do rio Paranaíba, área de Cerrado em Minas Gerais.

2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo, delimitada pela porção da bacia do rio Paranaíba na área do Cerrado mineiro, situa-se na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, e compreende uma área de 61.901 km². Esta área localiza-se entre as coordenadas geográficas 16°13' – 20°12'S e 46°03' – 50°56'W (FIGURA 1).

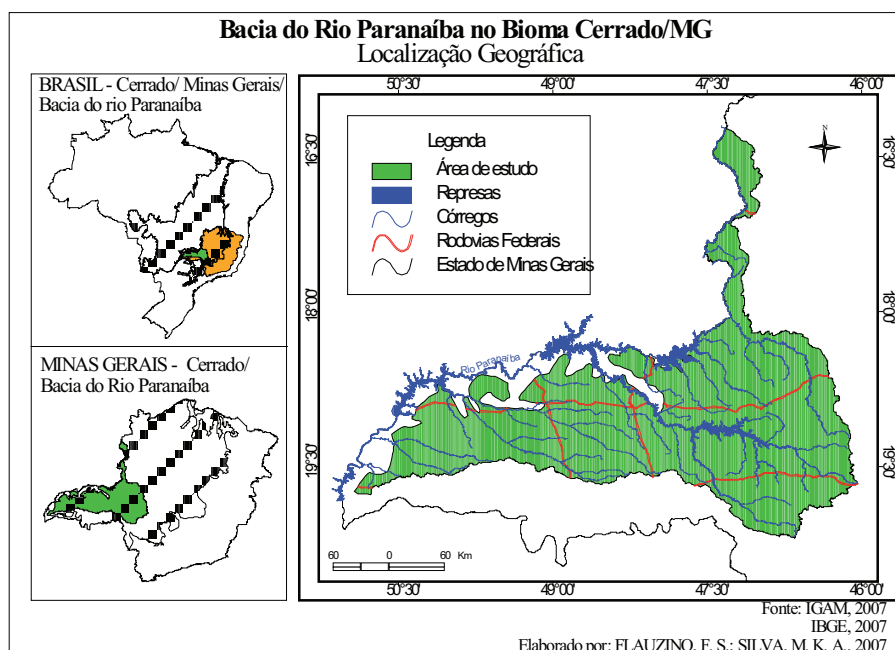


FIGURA 1: Mapa de localização geográfica da área de estudo.

A bacia do rio Paranaíba é a segunda maior bacia da região hidrográfica do Paraná com uma área de 222.767 km². A nascente do rio Paranaíba situa-se na Mata da Corda, município de Rio Paranaíba/MG, e sua bacia de captação abrange parte dos Estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal (ANA, 2008).

2.1. *Clima*

Com base na classificação de KÖPPEN, a região se caracteriza pelo regime tropical com período de seca entre os meses de abril e setembro e época de chuva entre os meses de outubro e março, com precipitação em torno de 1350 mm/ ano. A temperatura média do mês mais frio e mais quente do ano situa-se em torno de 18°C em julho e 24°C em janeiro, respectivamente. Os ventos apresentam uma velocidade média entre 2 e 3 m/s, provenientes principalmente do leste (IESA/CEMIG, 1997).

2.2. *Geologia*

De acordo com o mapeamento realizado pelo Radambrasil (BRASIL, 1983), os tipos litológicos da área estudada são compostos por rochas da bacia Sedimentar do Paraná, pertencentes aos Grupos Bauru e São Bento. As litologias sedimentares do Grupo Bauru são caracterizadas predominantemente como arenitos calcários do tipo calcrete e conglomerados, de idade cretácica, das Formações Marília, Adamantina e Uberaba, enquanto que o Grupo São Bento é representado pelos basaltos juro-cretácicos da Formação Serra Geral e arenitos eólicos da Formação Botucatu, de idade triássico-jurássico.

2.3. *Geomorfologia*

A bacia em estudo encontra-se inserida na unidade morfoestrutural denominada por áreas de Planaltos e Chapadas da bacia Sedimentar do Paraná, dentro da subunidade morfoescultural do Planalto Setentrional da Bacia do Paraná. Dentre as unidades morfológicas presentes na bacia destacam-se: as formas estruturais representadas, predominantemente, pelas unidades de superfície

erosiva tabular; as formas de dissecação do relevo, abrangendo as formas aguçadas (a), convexas (c) e tabulares (t); e, por fim, as formas de acumulação que se caracterizam, especialmente, pelas planícies fluviais (BRASIL, 1983).

2.4. *Solos*

Ainda, de acordo com as informações do Radambrasil (BRASIL, 1983), as maiores ocorrências de classes de solo, na área em estudo, estão relacionadas às seguintes classes: Latossolo Vermelho-Escuro álico e distrófico, Latossolo Roxo distrófico, Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, Terra Roxa Estruturada eutrófica, Terra Roxa Estruturada eutrófica latossólica, Podzólico Vermelho-amarelo álico e distrófico, Glei Pouco Húmico distrófico e eutrófico e, ainda, Solos Litólicos eutróficos.

2.5. *Cobertura vegetal natural*

De acordo com o levantamento dos remanescentes do Bioma Cerrado (EMBRAPA/CERRADOS, 2007) as classes de cobertura vegetal natural predominantes na área em estudo se referem às categorias definidas pelo IBGE por: Savana (Cerrado), Floresta Estacional Semidecidual e Áreas de Tensão Ecológica (Contato Savana-Floresta Estacional). A região em estudo compreende, predominantemente, as classes de Savana arbórea densa, Savana Arbórea aberta, Savana Parque, Savana Gramíneo-Lenhosa, Floresta aluvial e Floresta submontana.

3. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

Para a realização desta pesquisa foram utilizados os seguintes materiais:

3.1. *Fontes de dados*

- Cartas Topográficas do Mapeamento sistemático do Brasil ao Milionésimo de Goiânia (SE-22) e Belo Horizonte (SE-23), na escala de 1:1000000 (IBGE, 2007);

- Dados vetoriais do limite do Bioma Cerrado e da bacia hidrográfica do rio Paranaíba (IGAM, 2007);
- Modelo Digital de Elevação (MDE/SRTM) de Minas Gerais (WEBER *et al*, 2004);
- Coleção de cartas contendo dados de cobertura vegetal natural e uso antrópico, do Bioma Cerrado/MG (escala 1:250000), elaborada pelo PROBIO e obtidas junto a Embrapa/Cerrados (2007):
 - Unaí (SE-23-V-A)
 - Paracatu (SE-23-V-C)
 - Quirinópolis (SE-22-Z-A)
 - Uberlândia (SE-22-Z-B)
 - Patos de Minas (SE-23-Y-A)
 - Três Marias (SE-23-Y-B)
 - Iturama (SE-22-Z-C)
 - Prata (SE-22-Z-D)
 - Uberaba (SE-23-Y-C)
 - Bom Despacho (SE-23-Y-D)
 - Franca (SF-23-V-A)
- Folha SD-22 (Goiás) do Projeto RADAM/BRASIL (1983).
- Dados do Índice de Qualidade da Água (IQA) da bacia hidrográfica do rio Paranaíba adquiridos a partir do Projeto Águas de Minas, ano de referência 2006 (IGAM, 2007).

3.2. Softwares

- Sistemas de Informação Geográfica: *Arcview* 3.2 e *Idrisi* 32.

A partir dos dados vetoriais de hidrografia, malha viária, limite da bacia, limite do Bioma Cerrado, dados do IQA e do MDE/SRTM da região em estudo, foram elaborados os seguintes mapas temáticos: Hipsométrico, Declividade do terreno, Cobertura vegetal e uso antrópico e Índice de Qualidade da Água.

Os mapas de hipsometria e declividade do terreno foram elaborados a partir dos dados do MDE/SRTM da área de estudo, utilizando-se o software *Idrisi* 32, sendo o layout final elaborado com o auxílio das ferramentas do software *Arcview* 3.2.

O mapa de Cobertura vegetal e uso antrópico foi elaborado a partir dos dados vetoriais do PROBIO, utilizando-se o software *Arcview* 3.2. O PROBIO (Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira), desenvolvido pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), realizou o Levantamento dos Remanescentes da Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros, a partir de cartas-imagem ETM+/Landsat do ano de 2002. Os dados referentes a este levantamento estão disponíveis para acesso e *download* a partir do site do MMA, em cartas na escala 1:250000.

O mapa de IQA foi elaborado utilizando-se as informações do Projeto Água de Minas, realizado pelo IGAM no ano de 2006. Este projeto é responsável pelo monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas da Minas Gerais. Em execução desde 1997, o programa disponibiliza para acesso e *download* via internet, através do site do IGAM, uma série histórica da qualidade das águas no Estado. Este mapeamento foi realizado utilizando-se as ferramentas do software *Arcview* 3.2.

A partir dos dados contidos nos mapeamentos temáticos realizados, foram elaborados gráficos e tabelas para uma melhor compreensão e visualização dos resultados obtidos. A análise dos dados gerados, a partir das geotecnologias disponíveis, assim como o conhecimento das condições ambientais da área de estudo permitiram uma discussão a cerca da utilização e preservação dos recursos naturais presentes na área de estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapeamentos realizados permitem uma avaliação das condições ambientais presentes na área em estudo.

4.1. Hipsometria

O estudo referente aos dados hipsométricos, dentro da área da bacia, permite o conhecimento das variações altimétricas, a partir de uma isoipsa base, para uma melhor compreensão do comportamento

do relevo e os processos a ele relacionados, além de possibilitar a verificação dos limites e a ocorrência das principais elevações dentro da área em estudo.

A FIGURA 2, a seguir, apresenta as classes hipsométricas obtidas a partir do modelo digital de elevação da bacia estudada.

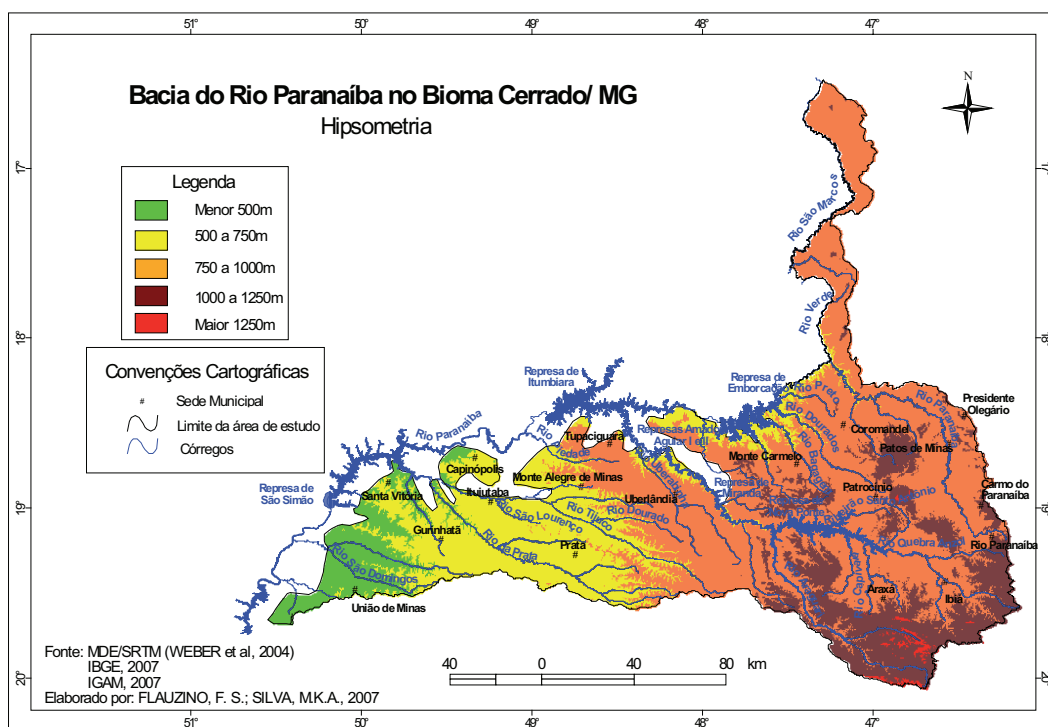


FIGURA 2: Mapa hipsométrico da área de estudo.

Os intervalos de cotas altimétricas foram agrupados de acordo com as seguintes classes: menor que 500m, 500 a 700m, 750 a 1000m, 1000 a 1250m e maior que 1250m.

A FIGURA 2 indica que a maior parte da bacia em estudo (76,49%) encontra-se em áreas com cotas de altitudes compreendidas entre 500 a 1000 m de elevação. De modo geral, a maior parte da bacia

se localiza em áreas com terreno relativamente plano e pouco acidentado e, desta forma, favorável ao uso agropecuário, uso marcante na região. A região de relevo mais acidentado e presença de maiores cotas de altitude compreende a região da Serra da Canastra.

A TABELA 1 e FIGURA 3, a seguir, apresentam a área ocupada pelas classes hipsométricas da bacia estudada.

TABLA 1: Área (km²) ocupada pelas classes hipsométricas da área de estudo.

Classes hipsométricas	Intervalos hipsométricos	Área (Km ²)
1	Menor 500m	4335
2	500 a 750m	14758
3	750 a 1000m	32594
4	1000 a 1250m	9879
5	Maior 1250m	334
Total	..¹	61901

Org.: FLAUZINO, F. S.; SILVA, M. K. A., 2007

¹ Sinal utilizado quando não se aplica o dado numérico (Silva, 2006)

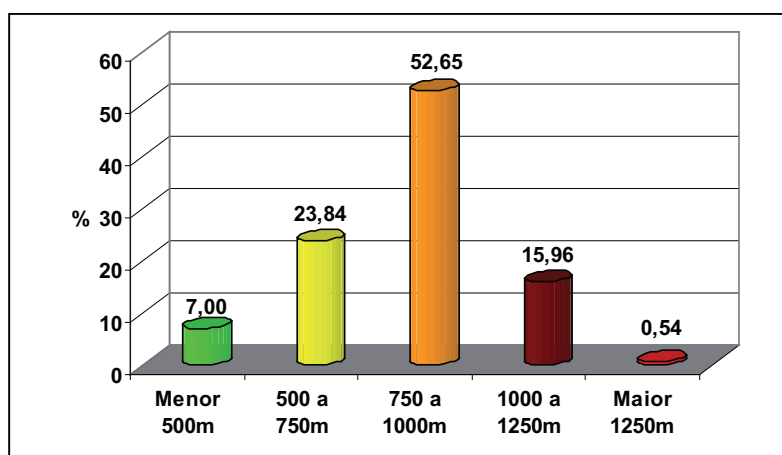


FIGURA 3: Distribuição percentual das classes de hipsometria na área de estudo.

4.2. Declividade do terreno

A declividade do terreno é um atributo topográfico muito utilizado em estudos ambientais por exercer grande influência sobre o fluxo da água, ou seja, sobre a velocidade com que se dá o escoamento superficial e sub-superficial. Os diferentes graus de inclinação dos terrenos em relação a um eixo horizontal condicionam e determinam as formas de

relevo, o potencial de erosão, as potencialidades de uso agrícola, entre outros fatores, assim como na utilização de manejos e práticas conservacionistas para determinada região (ROSA e BRITO, 2003).

Para uma melhor compreensão do relevo e identificação da capacidade de uso da área em estudo, foi elaborado o mapa de declividade do terreno, visualizado a partir da FIGURA 4.

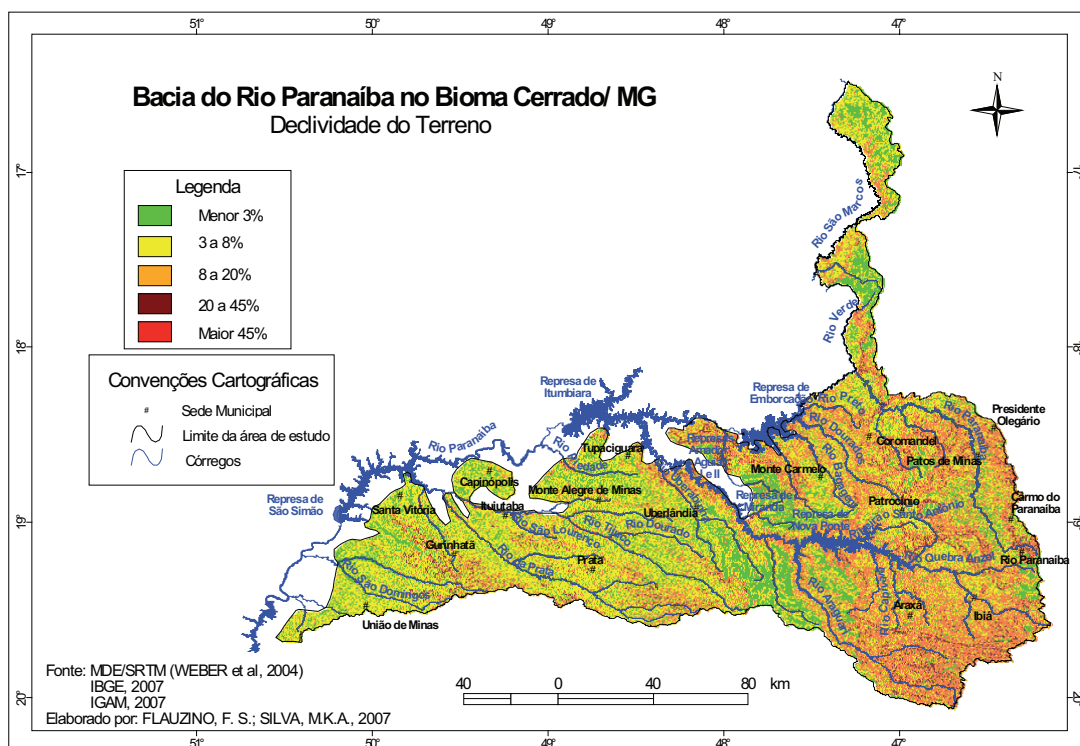


FIGURA 4: Mapa de declividade do terreno da área de estudo.

Os intervalos de declive do terreno na área de estudo foram agrupados de acordo com as classes: menor que 3%, 3 a 8%, 8 a 20%, 20 a 45% e maior que 45%.

A partir da FIGURA 4, percebe-se que a maior parte da área estudada encontra-se em terrenos

com menos de 8% de declividade, ou seja, 66,63% da área de estudo se encontram assentados em áreas de relevo plano a suavemente ondulado.

A TABELA 2 e FIGURA 5, a seguir, apresentam a área ocupada pelas classes de declive do terreno da bacia estudada.

TABELA 2: Área (km²) ocupada pelas classes de declividade do terreno da área de estudo

Classes de declividade do terreno	Intervalos de declividade do terreno	Área (Km ²)
1	Menor 3%	13727
2	3 a 8%	27515
3	8 a 20%	18161
4	20 a 45 %	2466
5	Maior 45%	30
Total	..²	61901

Org.: FLAUZINO, F. S.; SILVA, M. K. A., 2007

² Sinal utilizado quando não se aplica o dado numérico (Silva, 2006)

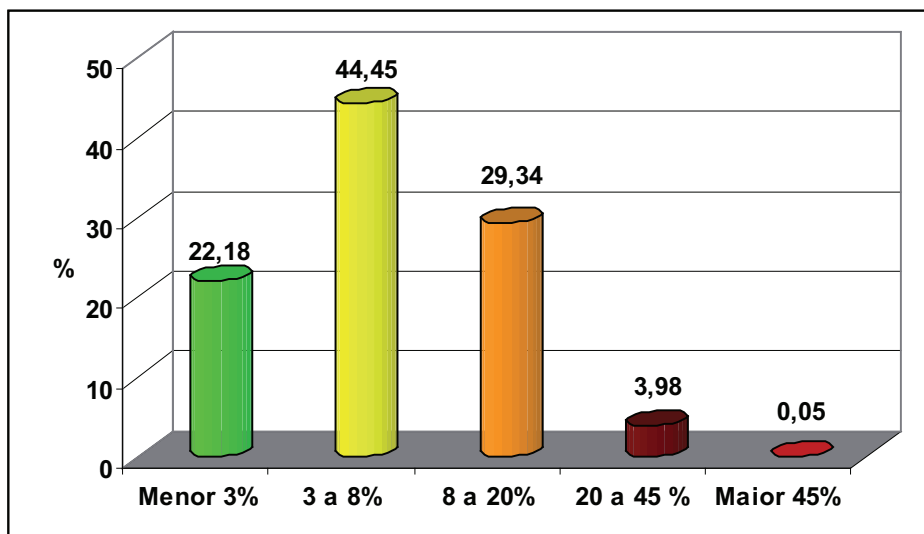


FIGURA 5: Distribuição percentual das classes de declive do terreno na área de estudo.

Áreas de superfícies tabulares e com baixa declividade são típicas da região do Cerrado. Nestas áreas nota-se que o escoamento superficial é lento e a declividade do terreno permite a utilização de maquinário agrícola para as atividades agrônômicas.

O estudo dos dados de hipsometria juntamente com o estudo da declividade do terreno, permite identificar áreas com potencial à formação de processos erosivos.

4.3. Cobertura vegetal e Uso antrópico

Como já mencionado anteriormente, na bacia do rio Paranaíba, especialmente na porção definida para a área desta pesquisa, a cobertura vegetal natural cede lugar, sobretudo, as atividades agropecuárias e à instalação de usinas hidrelétricas modificando, assim, suas características naturais originais.

O uso da terra para as atividades agropecuárias é grande responsável pela devastação da cobertura vegetal remanescente. Tal fato se percebe desde a utilização dos sistemas agrícolas mais primitivos, que consomem muitos recursos naturais pelo desmatamento, perda de solos, redução da fertilidade natural, etc., até mesmo pelos sistemas de produção agrícola mais intensificados, que introduzem no

meio ambiente produtos que causam desequilíbrios ambientais como inseticidas, pesticidas, fertilizantes, entre outros.

A região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, além de apresentar topografia favorável e localização estratégica para o desenvolvimento agrícola, recebeu diversos recursos a partir da implantação de programas de incentivo produtivo, como o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (POLOCENTRO), o Programa de Assentamento Dirigido do Alto Paranaíba (PADAP) e o Programa Nipo – Brasileiro de Desenvolvimento Agrícola da Região dos Cerrados (PRODECER), visando a modernização da atividade agrícola em grandes extensões de terra em áreas de chapada do Cerrado e, conseqüentemente, o desenvolvimento econômico desta região.

A compilação dos dados da cobertura vegetal e uso antrópico, realizadas pelo PROBIO, permitiu verificar que 70% já estão ocupadas por algum tipo de atividade agrícola, pecuária, reflorestamento, áreas urbanizadas, atividades minerárias.

A FIGURA 6 e a TABELA 3 apresentam a área ocupada pelas classes de cobertura vegetal natural da bacia estudada.

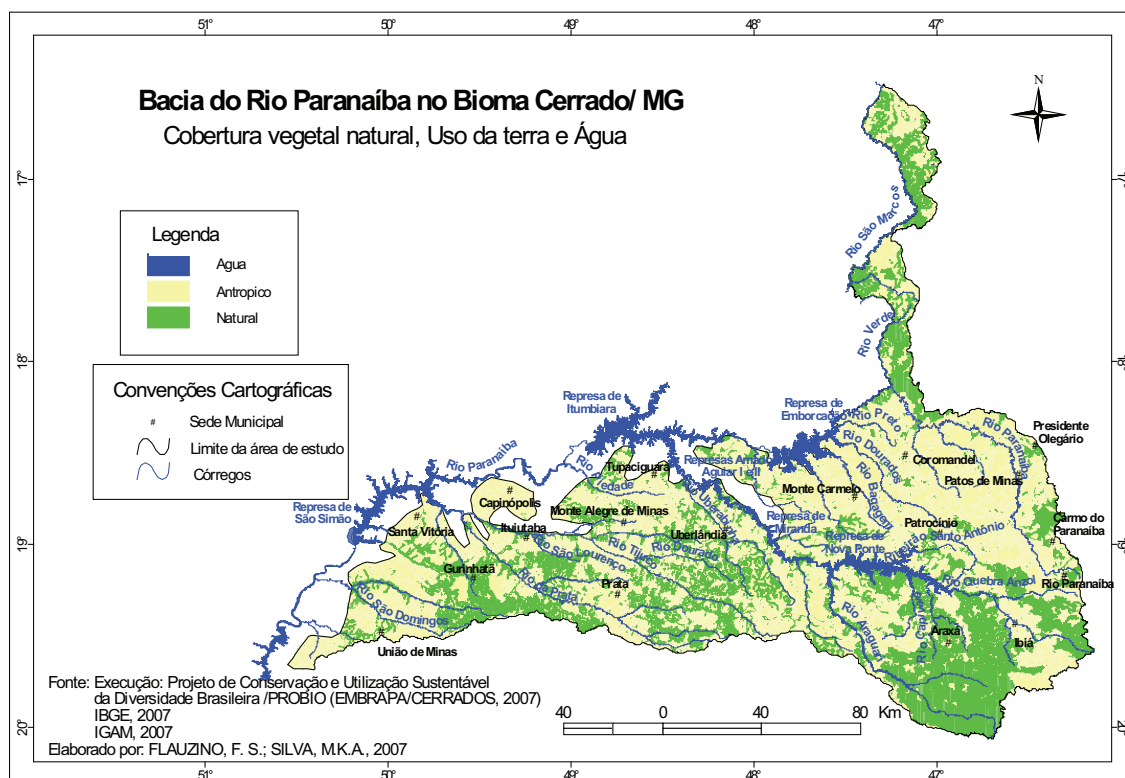


FIGURA 6: Mapa de Cobertura vegetal natural e uso antrópico da área de estudo.

TABELA 3. Área (km²) ocupada pelas categorias de cobertura vegetal natural e uso antrópico da área de estudo

Categorias	Área (Km ²)
Cobertura vegetal natural	17679
Uso antrópico	43675
Água	546
Total	61901

Fonte: Levantamento dos Remanescentes da Cobertura Vegetal no Bioma Cerrado no ano de 2002 (PROBIO,2007)
 Org.: FLAUZINO, F. S.; SILVA, M. K. A., 2007

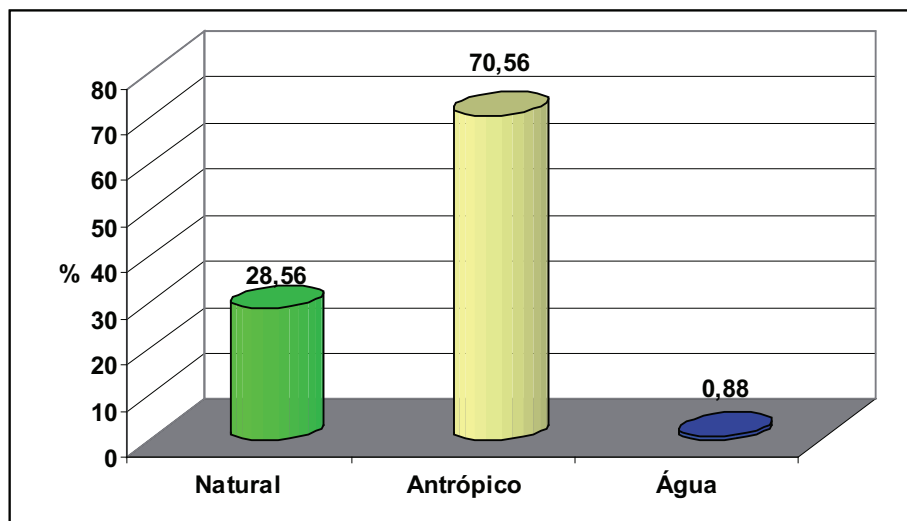


FIGURA 7. Distribuição percentual das categorias de cobertura vegetal, uso antrópico e água na área de estudo.

A categoria de corpos d'água compreende 0,88% da área em estudo, ou seja, os reservatórios naturais e as represas artificiais que foram instaladas ao longo de alguns rios de importante abastecimento hídrico na região.

O assoreamento dos rios, processos de erosão intensos, aumento do escoamento superficial, rebaixamento do lençol freático, poluição dos mananciais, contaminação do solo, entre outros, são apenas alguns dos diversos impactos decorrentes da ação antrópica desmedida e desprovida de cuidados.

Apenas uma parcela de 28,56% da área da bacia em estudo se encontra ainda recoberta por classes de cobertura vegetal natural, incluindo as classes de floresta, cerrado, campos, mata de galeria, entre outras. Percebe-se ainda, que este percentual de cobertura vegetal natural ainda preservado se encontra muito fragmentado, ou seja, os remanescentes da cobertura vegetal natural existentes são de pequena extensão e se encontram esparsos na região, exceto na região da Serra da Canastra e entorno, áreas de reserva natural e onde as condições de relevo dificultam a utilização desta área para fins produtivos.

Neste cenário, o monitoramento da cobertura vegetal com vistas a preservar os remanescentes de

vegetação nativa e recuperar áreas já degradadas, é relevante no sentido de zelar pela sobrevivência da fauna e flora existentes nesta área e assegurar qualidade de vida às populações ali existentes.

4.4. Índice de Qualidade da água

Nota-se o potencial hídrico da bacia do rio Paranaíba, a partir dos dados apresentados de disponibilidade hídrica per capita nesta área, ou seja, 12.594,7 m³/hab./ano, o que ultrapassa consideravelmente o valor estabelecido pela UNESCO da faixa de situação confortável para abastecimento hídrico para uma população de correspondente a 1700 m³/hab./ano (MMA, 2007)

A bacia do rio Paranaíba gera ainda, cerca de sete mil megawatts de energia hidrelétrica, apresentando um total de dezesseis usinas hidrelétricas instaladas ao longo dos seus principais cursos d'água (MMA, 2007). Somente na área de estudo, a presença de alguns destes reservatórios artificiais, entre eles: represas de Nova Ponte, Emborcação, Itumbiara, Amador Aguiar I e II, São Simão, Ilha Solteira, Pai Joaquim e Miranda, influencia e causa diversos impactos como a alteração na fauna aquática, proliferação de doenças transmitidas por vetores aquáticos, alteração da qualidade da água, entre outras (FLAUZINO, 2008).

Neste contexto, o estudo dos índices de qualidade das águas se torna essencial no sentido de relatar as informações referentes a diversos parâmetros físico-químicos, como auxílio à gestão dos recursos hídricos da região. Dentre os parâmetros analisados neste tipo de estudo tem-se: Parâmetros Físicos - temperatura, condutividade elétrica, sólidos totais, sólidos dissolvidos, sólidos em suspensão, cor, turbidez; Parâmetros Químicos - alcalinidade total, alcalinidade de bicarbonato, dureza de cálcio, dureza de magnésio, dureza total, pH, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO_{5,20}), demanda química de oxigênio (DQO), série de nitrogênio (orgânico, amoniacal, nitrato e nitrito), fósforo total, substâncias tensoativas, óleos e graxas, cianeto livre, fenóis totais, cloreto, potássio, sódio, sulfato total, sulfetos, magnésio, ferro dissolvido, manganês total, alumínio total, alumínio dissolvido, zinco total, bário total, cádmio total, boro total, arsênio total, níquel total, chumbo total, cobre total, cobre dissolvido, cromo (III), cromo (VI), cromo

total, selênio total, mercúrio total; e Parâmetros microbiológicos: coliformes termotolerantes, coliformes totais e estreptococos totais, sendo estes considerados parâmetros de monitoramento que permitem caracterizar a qualidade e o grau de contaminação dos corpos d'água (IGAM,2007).

A análise e a avaliação de diversos parâmetros, dentre os citados anteriormente, em alguns dos principais cursos d'água da bacia em estudo, permite o monitoramento da qualidade da água dos mesmos e, conseqüentemente, permite e aprimora a gestão destes recursos hídricos e ainda em toda a região abrangida como um todo.

A síntese dos dados do monitoramento de IQA dos principais cursos d'água da porção da bacia do rio Paranaíba em estudo, obtidos pelos estudos realizados pelo IGAM (Projeto Águas de Minas/2006), podem ser visualizados a partir da FIGURA 8.

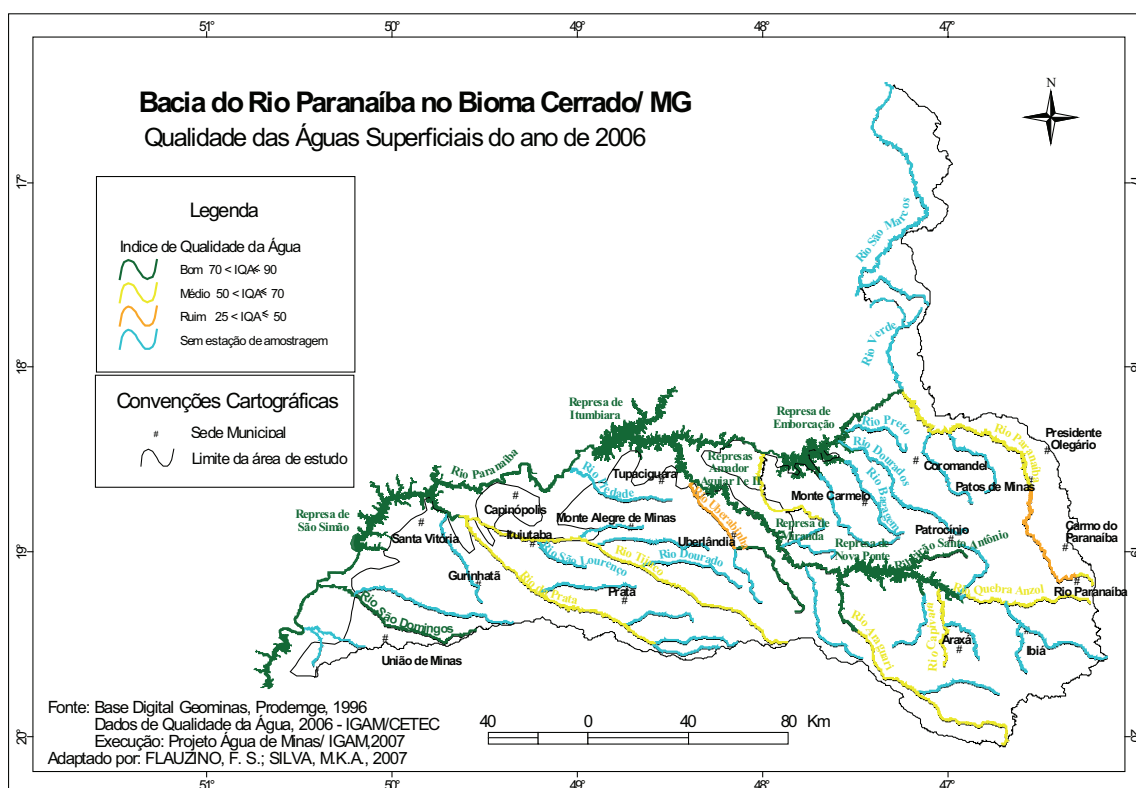


FIGURA 8: Mapa de Índice de Qualidade da Água da área de estudo.

A avaliação do IQA dos rios analisados pelo IGAM (Projeto Água de Minas/2006) foi realizada segundo dados coletados em estações de amostragem

definidas pela TABELA 4, a seguir. Constatam ainda, na mesma, os respectivos valores de IQA para cada ponto de amostragem identificado.

TABELA 4: Índice de Qualidade das Águas na área de estudo

Cursos d'água com estações de amostragem	IQA
Rio Paranaíba (a jusante da cidade de Rio Paranaíba)	61.66
Rio Paranaíba (a jusante da cidade de Patos de Minas)	49.06
Rio Paranaíba (a montante do reservatório de Emborcação)	65.32
Rio Paranaíba (entre os reservatórios de Emborcação e Tupaciguara)	78.81
Rio Jordão (a jusante da cidade de Araguari)	58.19
Rio Quebra Anzol (a montante do reservatório de Nova Ponte)	60.59
Rio Capivara (a jusante da cidade de Araxá)	59.14
Rio Santo Antônio (a montante do reservatório de Nova Ponte)	73.89
Rio Araguari (a montante do reservatório de Nova Ponte)	62.18
Rio Araguari (a jusante do Reservatório de Miranda)	83.15
Rio Araguari (a montante do reservatório de Itumbiara)	78.59
Rio Uberabinha (a montante da cidade de Uberlândia)	81.47
Rio Uberabinha (a jusante da cidade de Uberlândia)	48.87
Rio Paranaíba (a jusante do reservatório de Itumbiara)	79.74
Rio Tijucu (a montante do reservatório de São Simão)	68.97
Rio da Prata (a montante do reservatório de São Simão)	58.88
Rio Paranaíba (a jusante do reservatório de São Simão)	86.96
Rio São Domingos (próximo de sua foz no Rio Paranaíba)	76.25

Org.: FLAUZINO, F. S.; SILVA, M. K. A., 2007

Fonte: Monitoramento das águas superficiais da bacia do Rio Paranaíba no ano de 2006 (IGAM, 2007)

A Agência Nacional das Águas (ANA) utiliza esta avaliação do IQA como ferramenta para avaliar a qualidade da água de um determinado corpo d'água. O cálculo deste índice incorpora, segundo especialistas, nove parâmetros relevantes para a avaliação da qualidade da água, dentre aqueles já citados anteriormente. Este índice é calculado através do produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (cinco dias, 20°C), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez. Cada parâmetro tem um peso específico, em função do nível de significância na qualidade da água. Portanto, o IQA é um índice bastante utilizado pelos órgãos de gestão

dos recursos hídricos, entre eles a CETESB, IGAM, ANA, entre outros.

Assim, a avaliação da qualidade da água, a partir da análise das características físico-químicas e biológicas, é realizada de acordo com os seguintes indicadores da qualidade da água: Excelente, Bom, Médio, Ruim e Muito ruim. Esta escala de valor representa o grau de impureza segundo certos valores estabelecidos que podem variar numa escala de 0 a 100 (BRASIL, 2005).

Ao analisar o mapeamento de IQA da bacia em estudo, observa-se que a maioria dos índices encontrados oscila entre os indicadores "Médio" ($50 < IQA \leq 70$) e "Bom" ($70 < IQA \leq 90$), conforme

escala de ponderação adotada pelo IGAM. Há casos em que o índice é “Ruim” ($25 < IQA \leq 50$), como por exemplo, uma porção do rio Uberabinha (área urbana da cidade de Uberlândia) e também uma porção do rio Paranaíba (entre os municípios de Rio Paranaíba e Patos de Minas). Estes índices de qualidade são diretamente influenciados pela ocupação antrópica e suas atividades, entre elas o lançamento de efluentes líquidos domésticos e industriais nos corpos d’água sem tratamento. As atividades de extração mineral presentes na região, também são responsáveis pela degradação e contaminação dos cursos d’água, especialmente na área de influência do rio Araguari. Nenhum dos pontos de amostragem apresentou o índice de qualidade “Excelente” ($90 < IQA \leq 100$), demonstrando a importância de ações corretivas e preventivas que consigam restabelecer e manter a qualidade das águas nos cursos d’água desta região.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em meio ao desenvolvimento das sociedades é imprescindível compatibilizar a utilização dos recursos naturais com a preservação do meio ambiente. De fato, o conhecimento das características ambientais de áreas degradadas se torna importante para o planejamento de programas e ações de acordo com as condições ambientais da área, pois as medidas para recuperar e/ou minimizar a intensidade da degradação ambiental são onerosas e exigem grande atenção por parte do poder público para que sejam aplicadas com eficácia.

Desta forma, os resultados apresentados demonstram a importância do estudo dos recursos naturais da bacia do rio Paranaíba no Cerrado mineiro, visto que a área de cobertura vegetal natural desta área está sendo substituída intensamente pela ocupação e atividades humanas, alterando o equilíbrio e as características naturais da bacia.

Os dados de hipsometria e declividade do terreno apontam que a maior parte da área em estudo apresenta áreas de superfície tabular e com baixa declividade, ou seja, áreas propícias para o desenvolvimento de atividades agropecuárias.

Verificou-se ainda, a partir do mapeamento realizado da cobertura vegetal natural e uso antrópico (EMBRAPA/CERRADOS, 2007), que somente cerca de 28% da cobertura vegetal natural se encontra preservada, enquanto que cerca de 70% da área em estudo já se encontra utilizada por algum tipo de atividade antrópica (atividade agrícola, pastagem, ocupação urbana, áreas de mineração, entre outras).

A análise do mapeamento do IQA, mostrou que a maioria dos cursos d’água analisados apresenta um índice de qualidade variando entre “Bom” e “Ruim” ($25 < IQA \leq 90$), o que coloca a área de estudo em uma posição média em relação à qualidade dos cursos d’água analisados. Nenhum curso d’água presente na área de estudo atingiu o índice de qualidade “Excelente”, ideal para a garantia de boa qualidade de vida nos ecossistemas.

A partir dos resultados encontrados, verifica-se que o uso desmedido dos recursos naturais da bacia do rio Paranaíba compromete seriamente a biodiversidade e os cursos d’água presentes nesta área. Estudos e diagnósticos ambientais em outras áreas da região do Cerrado devem ser realizados de forma a subsidiar a gestão dos recursos naturais existentes.

Neste cenário, as geotecnologias constituíram-se e estão cada vez mais atuantes como um instrumento capaz de atender ao objetivo proposto. A aquisição dos produtos georreferenciados da área em estudo aliada as tecnologias do Sensoriamento Remoto e dos Sistemas de Informação Geográfica permitiram a geração e manipulação de diversos produtos (mapas, tabelas, etc.), no sentido de se conhecer e diagnosticar as condições ambientais desta área. O tratamento dos dados georreferenciados da bacia do rio Paranaíba e mapeamento dos recursos naturais nela presentes, permitiram o conhecimento e análise das condições ambientais desta importante bacia, possibilitando a gestão dos recursos naturais de importante área do Cerrado brasileiro.

É de suma relevância o conhecimento das potencialidades e fragilidades de cada ecossistema e dos recursos naturais que compõem o seu

equilíbrio natural, especialmente a partir do estudo das bacias hidrográficas, no sentido de se elaborar planos e ações de uso sustentável destes recursos. Assim, a dinâmica da evolução e desenvolvimento de novos equipamentos e softwares cada vez mais aperfeiçoados, assim como a disponibilidade de estudos e mapeamentos de importantes áreas como esta, cria recursos infundáveis para o levantamento e monitoramento dos recursos naturais das bacias hidrográficas em diferentes níveis e aplicações.

REFERÊNCIAS

- ANA. *Agência Nacional de Águas*. Ministério do Meio ambiente. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em Janeiro de 2008.
- BRASIL. *Ministério do Meio Ambiente/SEMAD*. Sistema de cálculo da qualidade da água (SCQA). Relatório 1 – PNMA II, Brasília, 2005
- BRASIL. *Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral*. Projeto RADAMBRASIL Folha SD.22 Goiás. Rio de Janeiro, 1983. v. 31, 768 p.
- EMBRAPA CERRADOS. *Unai: Folha SE-23-V-A*: cobertura vegetal dos biomas brasileiros. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 1 mapa, color., 118 cm x 84 cm. Escala 1:250.000. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/>>. Acesso em: Abril de 2007.
- EMBRAPA CERRADOS. *Paracatu: Folha SE-23-V-C*: cobertura vegetal dos biomas brasileiros. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 1 mapa, color., 118 cm x 84 cm. Escala 1:250.000. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/>>. Acesso em: Abril de 2007.
- EMBRAPA CERRADOS. *Quirinópolis: Folha SE-22-Z-A*: cobertura vegetal dos biomas brasileiros. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 1 mapa, color., 118 cm x 84 cm. Escala 1:250.000. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/>>. Acesso em: Abril de 2007.
- geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/>. Acesso em: Abril de 2007.
- EMBRAPA CERRADOS. *Uberlândia: SE-22-Z-B*: cobertura vegetal dos biomas brasileiros. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 1 mapa, color., 118 cm x 84 cm. Escala 1:250.000. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/>>. Acesso em: Abril de 2007.
- EMBRAPA CERRADOS. *Patos de Minas: Folha SE-23-Y-A*: cobertura vegetal dos biomas brasileiros. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 1 mapa, color., 118 cm x 84 cm. Escala 1:250.000. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/>>. Acesso em: Abril de 2007.
- EMBRAPA CERRADOS. *Três Marias: Folha SE-23-Y-B*: cobertura vegetal dos biomas brasileiros. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 1 mapa, color., 118 cm x 84 cm. Escala 1:250.000. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/>>. Acesso em: Abril de 2007.
- EMBRAPA CERRADOS. *Iturama: Folha SE-22-Z-C*: cobertura vegetal dos biomas brasileiros. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 1 mapa, color., 118 cm x 84 cm. Escala 1:250.000. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/>>. Acesso em: Abril de 2007.
- EMBRAPA CERRADOS. *Prata: Folha SE-22-Z-D*: cobertura vegetal dos biomas brasileiros. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 1 mapa, color., 118 cm x 84 cm. Escala 1:250.000. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/>>. Acesso em: Abril de 2007.
- EMBRAPA CERRADOS. *Uberaba: Folha SE-23-Y-C*: cobertura vegetal dos biomas brasileiros. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

1 mapa, color., 118 cm x 84 cm. Escala 1:250.000. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/>>. Acesso em: Abril de 2007.

EMBRAPA CERRADOS. *Bom Despacho: Folha SE-23-Y-D*: cobertura vegetal dos biomas brasileiros. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 1 mapa, color., 118 cm x 84 cm. Escala 1:250.000. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/>>. Acesso em: Abril de 2007.

EMBRAPA CERRADOS. *Franca: Folha SF-23-V-A*: cobertura vegetal dos biomas brasileiros. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 1 mapa, color., 118 cm x 84 cm. Escala 1:250.000. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/>>. Acesso em: Abril de 2007.

FLAUZINO, F. S. *Avaliação temporal e espacial da qualidade da água no lago da usina Hidrelétrica de Miranda, região do Triângulo – Minas Gerais*. 2008. 193 f. Dissertação(Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

GUERRA, A. T. *Recursos naturais do Brasil*/ Antônio Teixeira Guerra. 3 ed. /Rio de Janeiro: IBGE, 1980. 220p.

IBGE. *Carta Internacional ao milionésimo*. Folha: Belo Horizonte (SE-23). Escala 1:1.000.000. Brasília: IBGE, 1999. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em Outubro de 2007.

IBGE. *Carta Internacional ao milionésimo*. Folha: Goiânia (SE-22). Escala 1:1.000.000. Brasília: IBGE, 1999. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em Outubro de 2007.

INTERNACIONAL DE ENGENHARIA S.A./CEMIG. *Usina Hidrelétrica de Miranda/Projeto Executivo/Relatório Final/ Plano Diretor – 11.158-RE-M90-038*, Belo Horizonte, 1997.

IGAM. *Instituto Mineiro de Gestão de Águas – Setor de Geoprocessamento*. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/geoprocessamento>> Acesso em Setembro de 2007.

IGAM. *Instituto Mineiro de Gestão de Águas. Projeto Água de Minas – Qualidade das águas superficiais em 2006*. Disponível em: <<http://aguas.igam.mg.gov.br/aguas/htmls/index.htm>> Acesso em Setembro de 2007.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM – CETEC. Base Digital GeoMINAS. *Bacia do Rio Paranaíba – UPGRHs PNI, PN2 e PN3 - Dados de qualidade das águas: 2006*. 1 mapa, color., 21,0 x 29,7 cm. Escala: 1:2.600.000. Disponível em: <http://aguas.igam.mg.gov.br/aguas/htmls/downloads.htm>>. Acesso em: Agosto de 2008.

LIMA, S. C.; ROSA, R.; BACCARO, C. A. D.; GUIMARÃES, R. M.; CHAGAS, I. *Avaliação dos Cerrados de Minas Gerais e indicação de áreas potenciais para a preservação*. In: Sociedade & Natureza, Uberlândia, 10 (19): 5 – 44, Janeiro/Junho, 1998.

MMA. *Ministério do Meio Ambiente – Comitê da bacia hidrográfica do rio Paranaíba*. Disponível em: <<http://www.paranaiba.cbh.gov.br/>> Acesso em Abril de 2007

MIRANDA, J. I. *Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas*/ Miranda, José Iguelmar. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 425p.

ROCHA, C. H. B. *Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar*/ Cezar Henrique Barra Rocha. – Juiz de Fora, MG: Ed. do Autor, 2000. 220p.

ROSA, R.; BRITO, J. L. S. *Introdução ao geoprocessamento: sistema de informação geográfica*. Uberlândia: EDUFU, 1996. 104 p.

ROSA, R.; BRITO, J.L.S. *Mapa Hipsométrico e de Declividade do Terreno da Bacia Hidrográfica*

do Rio Araguari – MG. Anais do II Simpósio Regional de Geografia, Uberlândia, Brasil, 26-29 novembro/2003, IG/UFU.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998.

SILVA, A. M. *Guia para normalização de trabalhos técnico-científicos: projetos de pesquisa, trabalhos acadêmicos, dissertações e teses* / Ângela Maria Silva, Maria Salete de Freitas Pinheiro, Maira Nani França. 5ed. rev. e ampl. – Uberlândia: UFU, 2006 145p.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. *A água*. São Paulo: Publifolha, 2005.

WEBER, E.; HASENACK, H.; FERREIRA, C.J.S. *Adaptação do modelo digital de elevação do SRTM para o sistema de referência oficial brasileiro e recorte por unidade da federação*. Porto Alegre, 2004. UFRGS Centro de Ecologia. Disponível em: <<http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo>> Acesso em Dezembro de 2006.