

## Diagnóstico do meio físico da bacia hidrográfica do rio São Francisco, no Estado de Minas Gerais/ Brasil

Mirna Karla Amorim Silva <sup>1</sup>  
Roberto Rosa <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Uberlândia – UFU – Mestranda Bolsista CNPq  
Instituto de Geografia – Av. João Naves de Ávila, 2160 Campus Santa Mônica –  
Cep: 38408-100 Uberlândia - MG, Brasil  
mirna\_karla@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Universidade Federal de Uberlândia - UFU  
Instituto de Geografia – Av. João Naves de Ávila, 2160 Campus Santa Mônica –  
Cep: 38408-100 Uberlândia - MG, Brasil  
rrosa@ufu.br

**Abstract.** An important basin nationally, the basin of San Francisco river has a degradation potential due to some activities in its area. The computational Geoprocessing tools, especially the GIS and Remote Sensing, allow the acquisition, management and analysis of spatial data to assist the management of these spaces. The aim of this survey is to assess the environmental variables of the river's basin in San Francisco's area in Cerrado in Minas Gerais, using GIS tools in order to meet it in its interactions and help making decisions concerning the direction of the environment issues. The development of this research began with the definition of the subject/field of study, followed by research of the physical aspects of the area and use of geotechnologies and then the preparation of thematic maps: hypsometric, clinographic, soil and land use. The mapping shows that the region shows the predominance of a flat to slightly wavy morphology (69.74%); most is inserted in areas with elevations between 500 and 750m (57.95%), the predominant soil types include Latosol (35.72%); the land use shows that 40.57% of the area is occupied by human activities, the water bodies are about 0.56% and 58.88% and are still covered with natural vegetation. Knowing the environmental variables and their interactions in an environment helps and allows the adoption of measures to protect natural environments or the recovery of degraded areas. The geotechnologies provide important tools for this knowledge in a satisfactory manner on environmental studies.

**Palavras-chave:** geotechnologies, remote sensing, thematic maps, environment, geotecnologias, sensoriamento remoto, mapas temáticos, meio ambiente

### 1. Introdução

A atitude destrutiva e desenfreada do homem frente a utilização dos recursos naturais de maneira insustentável requer que sejam tomadas ações de forma a garantir os mesmos recursos disponíveis às populações provenientes das gerações futuras.

As áreas do Cerrado brasileiro são foco de constante degradação por motivos variados ligados a questões socioeconômicas e ambientais. Muito se pensa em preservar a Amazônia ou a Mata Atlântica, considerando a ocupação das áreas de Cerrado como uma opção frente a ocupação destes outros dois biomas. Mas, quando se leva em conta a perda de cerca de 10 milhões de hectares/ano da área do Cerrado, tem-se a noção de que o Cerrado deve ser preservado para a conservação de sua biodiversidade, solos e águas (AGUIAR et. al, 2004).

A flora brasileira do Cerrado apresenta uma das diversidades mais ricas dentro da vegetação savânica do mundo, mas para que o homem possa viver em harmonia com o ambiente, é necessário utilizar os recursos naturais disponíveis de forma sustentável conservando a biodiversidade existente e mantendo a qualidade do ar, da água e dos solos (SANO; ALMEIDA, 1998).

Importantes áreas do Cerrado estão sujeitas às pressões antrópicas para o desenvolvimento das atividades produtivas, destacando-se a agropecuária, atividades minerárias, reflorestamento, urbanização das cidades, entre outros. Para Shik (2000), se não

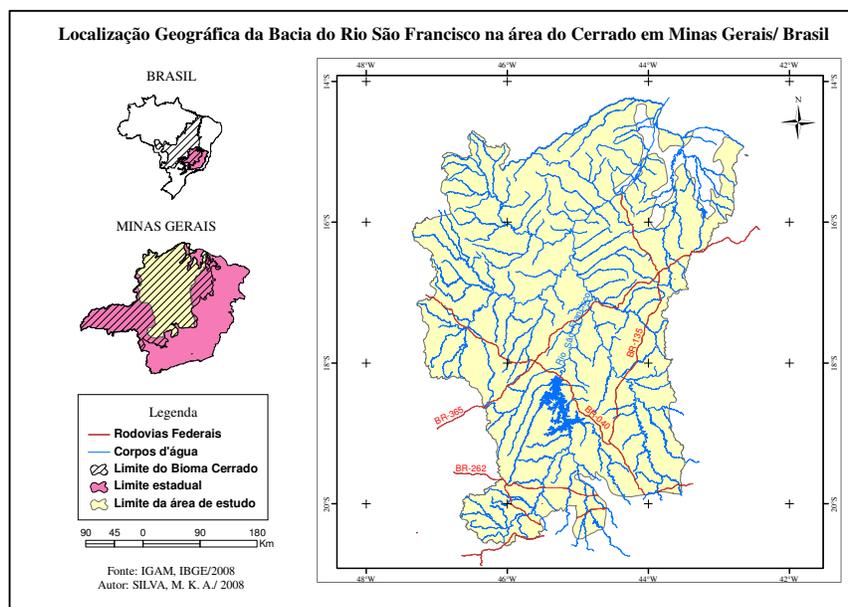
forem tomadas ações imediatas para a conservação desse bioma, há o risco de que o equilíbrio desse ecossistema se rompa com repercussões diretas para o meio ambiente nacional e global.

Considerado o rio da integração nacional, por ser o caminho de ligação entre o Sudeste e o Centro-Oeste com o Nordeste brasileiro, o rio São Francisco abrange 2700 quilômetros de extensão desde sua nascente, na Serra da Canastra, município de São Roque de Minas, em Minas Gerais, até sua foz, na divisa dos Estados de Sergipe e Alagoas.

Importante bacia hidrográfica de contexto nacional, a bacia do rio São Francisco apresenta potencial de degradação devido a algumas das atividades desenvolvidas em sua área. O uso do solo se apresenta diversificado ao longo de toda sua extensão com especial destaque para os setores de atividades agropecuárias, mineração, parque industrial diverso, silvicultura, entre outros. O uso da água, também bastante diversificado nesta área, compreende o abastecimento doméstico e industrial, irrigação, dessedentação de animais, proteção da comunidade aquática, pesca, piscicultura, extração mineral, geração de energia elétrica, balneabilidade e a recreação de contato primário.

A conservação dos recursos naturais como água e solos, assim como a preservação das espécies nativas da vegetação desta bacia é fundamental para a conservação da biodiversidade e qualidade de vida da população residente na região. As ferramentas computacionais do Geoprocessamento, especialmente os Sistemas de Informação Geográfica (SIG's), e os produtos obtidos pelo Sensoriamento Remoto, permitem uma análise de dados espaciais para planejar o uso sustentável destes recursos e auxiliar a gestão de espaços degradados (MIRANDA, 2005).

A bacia do rio São Francisco apresenta uma área de drenagem de 236452 km<sup>2</sup> dentro do Estado de Minas Gerais, sendo que este total engloba 219 municípios mineiros. Porém, nesta pesquisa será abordada a área desta bacia correspondente à sua porção localizada dentro do Cerrado mineiro. A área de estudo compreende a área da bacia hidrográfica do rio São Francisco na área dentro do limite do Bioma Cerrado, no Estado de Minas Gerais, compreendida entre as coordenadas geográficas 20°40' e 14°9' de latitude sul e 47°36' e 42°27' de longitude a oeste de *Greenwich*, conforme Mapa 01.



Mapa 01. Localização Geográfica da área de estudo

Dentro deste contexto, o objetivo geral desta pesquisa consiste em avaliar as variáveis ambientais da bacia do rio São Francisco, dentro do limite do Bioma Cerrado, em Minas Gerais, utilizando produtos de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento, a fim de conhecê-la dentro de suas interações e auxiliar a tomada de decisões referentes ao direcionamento das questões ambientais na bacia estudada.

## 2. Metodologia

### 2.1 Materiais

- **Material bibliográfico:** trabalhos acadêmicos, livros, artigos e páginas eletrônicas com informações pertinentes ao tema da pesquisa;
- **Material cartográfico:** cartas topográficas digitais editadas pela fundação IBGE, na escala 1:1.000.000; dados vetoriais de limite da bacia, uso da terra e cobertura vegetal natural e solos obtidos, respectivamente, junto aos órgãos IGAM, MMA/PROBIO e IBGE; Modelo Digital de Elevação do sensor SRTM, obtido junto a EMBRAPA;
- **Softwares:** *Idrisi 32* (SIG), *ArcGis 9.2* (SIG), *Word* (Editor de textos), *Excell* (Editor de planilhas eletrônicas).

### 2.2 Procedimentos metodológicos

O desenvolvimento desta pesquisa teve início com a definição do tema e área de estudo da pesquisa. Sequencialmente foi pesquisado e consultado amplo material bibliográfico a cerca dos aspectos físicos da área de estudo, assim como do uso do geoprocessamento de dados para a elaboração dos mapas temáticos. A base cartográfica foi elaborada a partir dos dados espaciais de hidrografia, malha viária e limite da bacia hidrográfica em estudo. Esta base serviu de suporte para a elaboração dos mapas temáticos referentes à hipsometria, clinografia, solos e uso da terra da área em estudo.

Os mapas de hipsometria e clinografia foram elaborados utilizando o MDE de Minas Gerais obtido pelo sensor SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) com o auxílio do software *Idrisi 32* e, os mapas de uso da terra e cobertura vegetal natural e solos foram elaborados com o auxílio do software *ArcGis 9.2*. O mapa de uso da terra e cobertura vegetal foi elaborado a partir dos dados vetoriais das cartas do PROBIO (2008), na escala 1:250.000, contendo as classes de uso da terra de acordo com a legenda do Sistema Brasileiro de Classificação da Vegetação do Brasil do IBGE (1992), conforme Quadro 1:

Sistema Fitogeográfico (IBGE, 1992)	Nível de formação	Descrição (Ribeiro e Walter, 1998)	Classes
Floresta Estacional Semidecidual (F)	Aluvial	Mata de galeria, Mata ciliar, Palmeiral	Fa
	Sub-montana	Mata seca semidecidual/ sempre-verde	Fs
Floresta Estacional Decidual (C)	Montana	Mata seca semidecidual/ sempre-verde	Fm
	Sub-montana	-	Cs
	Montana	-	Cm
	Florestada	Cerradão	Sd
Savana (S)	Arborizada	Cerrado denso/ típico	Sa
	Parque	Cerrado ralo/ rupestre, Campo rupestre/ sujo	Sp
	Gramíneo-lenhosa	Campo limpo/ rupestre	Sg

(Continua)

(Continuação)

Sistema Fitogeográfico (IBGE, 1992)	Nível de formação	Descrição (Ribeiro e Walter, 1998)	Classes
Área de Formações Pioneiras (P)	Vegetação com influência fluvial e/ou lacustre	Campo limpo/ sujo úmido, Veredas	Pa
	Contato Savana/ Floresta Estacional	-	SN
Área de Tensão Ecológica Áreas antrópicas	Vegetação Secundária	-	Vs
	Agropecuária	Cultura agrícola Pastagem cultivada	Ac Ap
	Florestamento/ Reflorestamento	Pinus ou Eucalipto	R
	Outras áreas antrópicas	Influência Urbana Degradadas por mineração	Iu Im
Água	-	Água	Água

Quadro 1. Legenda do Sistema Brasileiro de Classificação da Vegetação do Brasil

Org.: SILVA, M.K.A./ 2008

A tabulação cruzada dos mapeamentos temáticos foi realizada através do software *Idrisi* 32, correlacionando as categorias de uso da terra delimitadas de acordo com a classificação do IBGE, com as classes hipsométricas, de declividade do terreno e de solos.

Os resultados estão apresentados em mapas, gráficos e tabelas para uma melhor visualização e compreensão dos mesmos, e as análises e considerações dispostas em forma de texto.

O fluxograma (Figura 1) sintetiza as etapas seguidas na execução desta pesquisa.

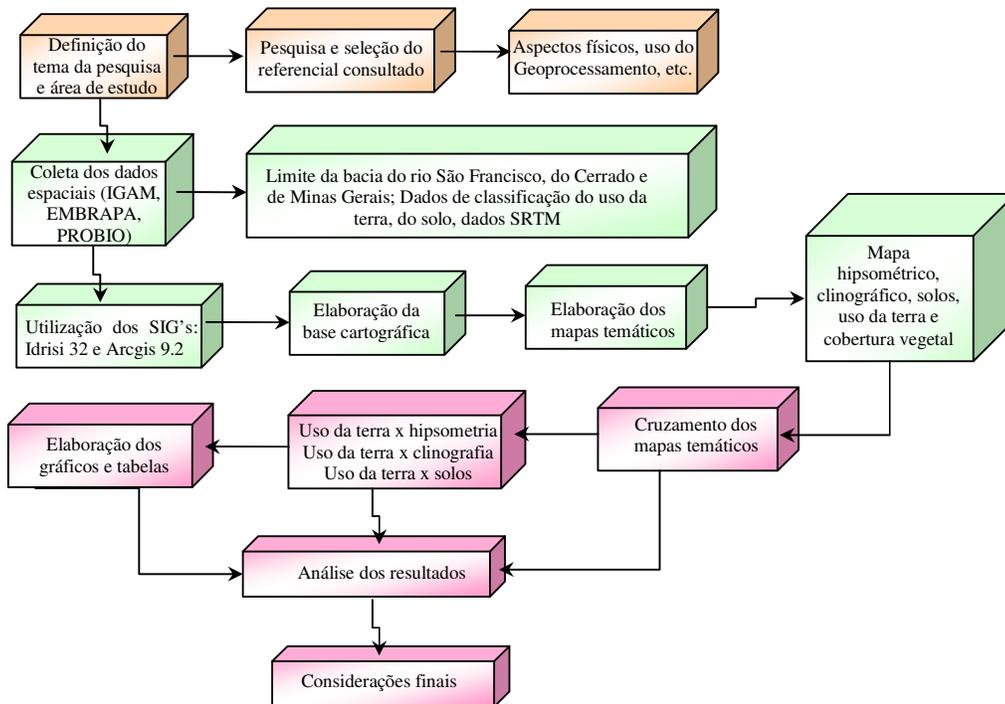


Figura 1. Fluxograma esquemático das etapas dos procedimentos metodológicos

### 3. Resultados e Discussão

A bacia do rio São Francisco é a de maior contribuição hidrográfica dentro da área do Cerrado em Minas Gerais, abrangendo 208146.73 km<sup>2</sup> ou 60.2% da sua área total.

Os mapeamentos temáticos realizados permitiram extrair importantes dados a respeito das características físicas da área de estudo, sendo estes apresentados, a seguir.

Os valores da área das classes hipsométricas, clinográficas, solo e uso da terra (km<sup>2</sup> e %) estão apresentados nas Tabelas 1, 2, 3 e 4 e Gráficos 1, 2, 3 e 4, mostradas a seguir.

Tabela 1 e Gráfico 1. Área e distribuição percentual das classes hipsométricas da bacia do rio São Francisco na área do Cerrado mineiro

Classes hipsométricas	Área (km <sup>2</sup> )
Menor 500m	9893.64
500 – 750m	120557.47
750 – 1000m	66952.73
1000 – 1250m	8847.98
Maior 1250m	1894.91
..	<b>208146.73</b>

Org.: SILVA, M. K. A., 2008

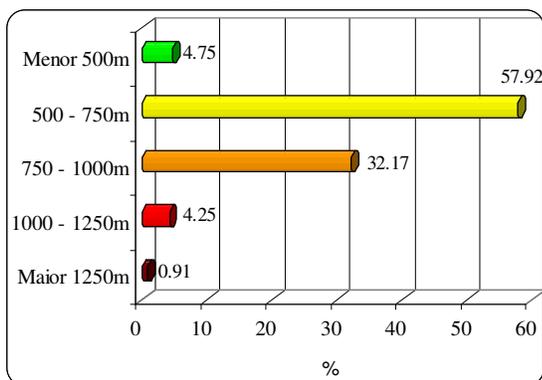


Tabela 2 e Gráfico 2. Área e distribuição percentual das classes clinográficas da bacia do rio São Francisco na área do Cerrado mineiro

Classes clinográficas	Relevo	Área (km <sup>2</sup> )
Menor 3%	Plano	68262.73
3 – 8%	Suave ondulado	76668.87
8 – 20%	Ondulado	50272.89
20 – 45%	Fortemente ondulado	12239.66
Maior 45%	Montanhoso	702.58
..	..	<b>208146.73</b>

Org.: SILVA, M. K. A., 2008

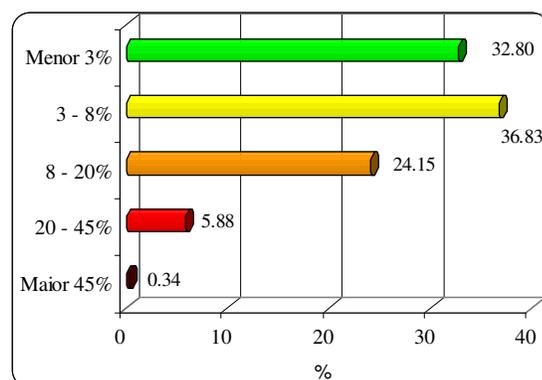


Tabela 3 e Gráfico 3. Área e distribuição percentual das classes de solo da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro

Classificação SiBCS (1999)	Área (km <sup>2</sup> )
Afloramento de Rocha	654.96
Argissolo vermelho	18009.10
Argissolo vermelho-amarelo	6968.47
Cambissolo háplico	57822.20
Gleissolo háplico	457.28
Latossolo amarelo	6162.98
Latossolo vermelho	32426.49
Latossolo vermelho-amarelo	35726.23
Água	1568.19
Neossolo flúvico	2891.63
Neossolo quartzarênico	22799.22
Nitossolo vermelho	22651.79
Plintossolo pétrico	8.22
..	<b>208146.73</b>

Org.: SILVA, M. K. A., 2008

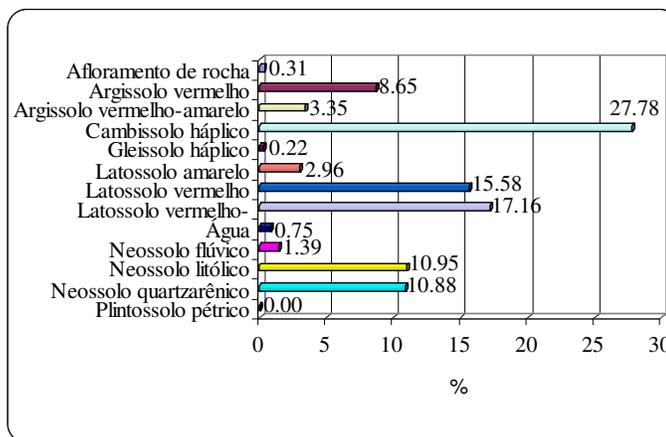
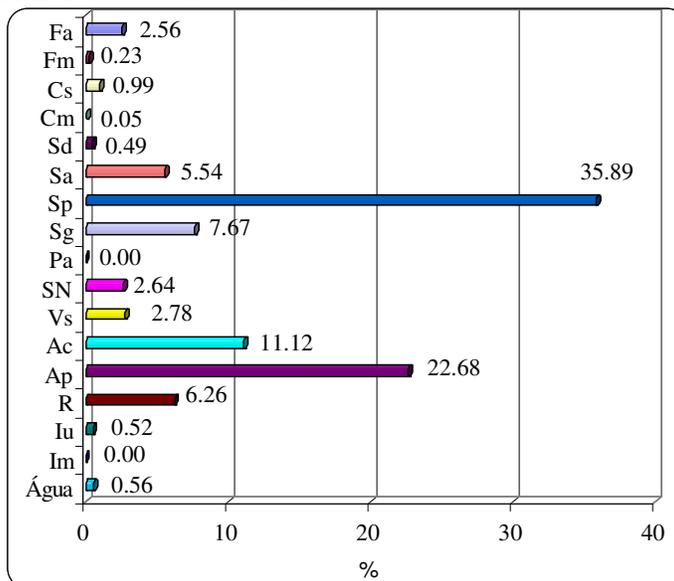


Tabela 4 e Gráfico 4. Área e distribuição percentual das classes de uso da terra e cobertura vegetal natural da bacia do rio São Francisco no Cerrado mineiro

Classes de uso da terra e cobertura vegetal natural	Área
	(km <sup>2</sup> )
Fa	5333.01
Fm	471.78
Cs	2078.75
Cm	115.91
Sd	1013.02
Sa	11573.27
Sp	74762.36
Sg	15891.41
Pa	9.34
SN	5460.93
Vs	5842.00
Ac	23210.55
Ap	47109.71
R	13033.10
Iu	1077.28
Im	1.62
Água	1158.71
SN	5460.93
<b>Total</b>	<b>208146.73</b>



Org.: SILVA, M. K. A., 2008

A região da bacia do São Francisco está compreendida em áreas inseridas no domínio do Planalto do São Francisco, Depressão Sanfranciscana e Cristas de Unaí. A litologia da região é embasada pelas rochas da Formação Urucuaia, Mata da Corda, Areado e do Grupo Bambuí. A região apresenta o predomínio de uma morfologia plana a suavemente ondulada em 69.74% da sua área. Nas áreas onde a densidade da rede de drenagem é maior, o relevo suave a ondulado predomina sobre o relevo plano. As áreas mais abruptas, de relevo suave ondulado a um relevo ondulado/montanhoso se encontram nas regiões de limite entre o Planalto do São Francisco e a Depressão Sanfranciscana, ou ainda na região das Cristas de Unaí, caracterizadas por um alinhamento de serras intercaladas por áreas rebaixadas e planaltos.

O mapeamento hipsométrico da bacia do rio São Francisco permite verificar que 57.95% desta área encontra-se compreendida em locais com altitude entre 500 e 750m de elevação.

De modo geral, os solos predominantes na área da bacia do rio São Francisco compreendem os tipos de Latossolo amarelo, Latossolo vermelho e Latossolo vermelho-amarelo, abrangendo um total de 35.72% da área da bacia. Em seguida, destaca-se a classe de Cambissolo háplico com 27.72% da mesma área.

Ao realizar a tabulação cruzada entre o mapeamento de uso da terra com os mapas de hipsometria, clinografia e classes de solo da área de estudo, foi possível chegar a alguns dados apresentados e comentados, a seguir.

O cruzamento dos dados de uso da terra por classes hipsométricas e declive do terreno na área de estudo permite verificar que as classes correspondentes à áreas de vegetação natural se encontram mais concentradas em áreas de altitude entre 500 a 750m, especialmente as classe de Campo sujo (Sp) com o equivalente a 21.73% da área total da bacia. O predomínio desta mesma classe de uso pode ser verificado ainda junto a cotas de maior altitude na bacia, ou seja, um total de 12.30% entre os intervalos de 750 e 1000m. As categorias relacionadas às atividades agropecuárias e reflorestamento (Ac, Ap e R) também se encontram concentradas,

especialmente, em áreas de altitude compreendidas entre o intervalo de 500m e 1000m, com valores, respectivamente, equivalentes a 9.43%, 21.61% e 5.87% dentro deste intervalo de classes hipsométricas na área da bacia em estudo.

Observa-se, ainda, que as classes de vegetação natural correspondentes às áreas de Campo limpo (Sg), Campo sujo (Sp), Cerrado (Sa) e, em menor expressão, de Mata Ciliar (Fa) se concentram em terrenos de declive inferior a 20%. A classe de Campo limpo (Sg) predomina, mais especificamente, em áreas de relevo com declive de terreno entre 8 a 20%, enquanto a classe de Campo sujo (Sp) predomina, com 13.93% em áreas com 3 a 8% de declive. As classes de Cerrado (Sa) e Mata de galeria, por sua vez, predominam na classe com declive do terreno menor que 3%, com um total, respectivamente, de 2.33% e 1.18% da bacia em estudo.

O cruzamento da classificação de uso da terra por classes de solo na área de estudo permite algumas considerações a respeito da presença predominante de certas classes de uso em áreas de diferentes tipos de cobertura de solos.

A classe de uso da terra dominante na bacia em estudo correspondente às áreas de Campo sujo (Sp), por exemplo, ocorre predominantemente em locais com a presença de Cambissolo háplico (11.54%), áreas estas de relevo suave a ondulado, suscetíveis à erosão. O uso por esta categoria também se mostra predominante em áreas de Latossolo (10.08%), especialmente os Latossolos dos tipos vermelho (2.92%) e vermelho-amarelo (6.14%), com baixa fertilidade, profundos e com alto teor de alumínio, ainda na presença de um relevo plano a suavemente ondulado. Pode-se verificar ainda a presença com 9.19% desta classe de uso em solos do tipo Neossolo quartzarenico (4.84%) e litólico (4.35%), sendo este último, por sua estrutura pouco desenvolvida, além de apresentarem-se rasos, com alto risco de erosão e baixa fertilidade, especialmente em áreas montanhosas, apto para a preservação da vegetação natural.

As áreas de Campo limpo (Sg), que dentre as categorias de cobertura vegetal natural da bacia estudadas ocupa segunda maior área dentro da bacia estudada, se encontra em sua maior parte assentada sobre solos do tipo Cambissolo háplico (3.19%) e Neossolo litólico (2.78%).

Outra categoria de uso que se destaca na área da bacia são as áreas de Cerrado (Sa) e Mata de galeria (Fa), ocupando principalmente áreas de solo do tipo Cambissolo háplico, Neossolo Quartzarênico e Latossolos vermelho e vermelho-amarelo. A classe de Cerrado, na bacia em estudo, predomina em áreas de solo do tipo Neossolo quartzarênico, com um total de 1.62% em relação à área da bacia. A classe de Mata de galeria, por sua vez, predomina em áreas de solo do tipo Cambissolo háplico, com um total de 0.69% da área total da bacia.

Dentre as classes de uso de influência antrópica, destacam-se as categorias de Pastagem (Ap) e Agricultura (Ac). A classe de Pastagem ocorre, predominantemente, em áreas de solo do tipo Cambissolo háplico (6.35%), seguido pelas áreas de Latossolos vermelho (5.03%) e vermelho-amarelo (2.57%). A classe de Agricultura ocorre, especialmente, em áreas de Latossolo vermelho (3.79%) e vermelho-amarelo (3.35%). Pode-se verificar a predominância da classe de agricultura em áreas de solo do tipo Latossolo, embora esse tipo de solo tenha que sofrer um processo de correção em termos de acidez e presença de nutrientes para se tornar um solo apto à produção agrícola em áreas do Cerrado.

#### **4. Conclusões**

O rio São Francisco, comumente conhecido como “velho Chico”, mais que um rio é considerado fato cultural para o país devido a sua importância não somente pelo volume de água transportado, mas também por sua contribuição histórica e econômica para a nação.

Porém, o estado de degradação da bacia mostra que a diversidade de usos deve ser controlada de forma a se preservar os recursos naturais nela presentes. O uso da terra para as atividades agropecuárias, minerárias, industriais, assim como o uso da água para a geração de energia elétrica, irrigação, abastecimento urbano e industrial, entre outros, devem ser realizados de forma sustentável para a comunhão entre natureza e sociedade.

Neste sentido, o mapeamento temático realizado na bacia do rio São Francisco, abrangendo as variáveis de hipsometria, clinografia, solos e uso da terra e cobertura vegetal natural, foi de grande importância para gerar dados que permitam a análise e interação destas variáveis no contexto de uso x preservação dos recursos presentes na área estudada.

A partir dos mapeamentos citados e executados utilizando-se os produtos de sensoriamento remoto e as técnicas de geoprocessamento para a espacialização e tratamento dos dados espaciais utilizados na pesquisa, foram gerados importantes dados para o estudo ambiental na bacia em questão. Os dados de uso da terra e cobertura vegetal apresentados permitem verificar que 40.57% desta área já se apresentam ocupadas por algum tipo de atividade com influência antrópica, ou seja, pela agricultura, pecuária, reflorestamento, etc.

A categoria de corpos d'água compreende 0.56% da bacia 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, a exemplo, da represa de Três Marias.

Uma parcela de 58.88% da bacia em estudo se encontra ainda recoberta por vegetação natural, incluindo as classes de floresta, cerrado, campos, mata de galeria, entre outras. Mas vale ressaltar, que as áreas campestres (Sg e Sp), apesar de apresentarem-se cobertas por vegetação natural podem ser utilizadas para fins pecuários, ou seja, já sofreram ou sofrem influência antrópica.

Porém, apesar de mais da metade da bacia se encontrar recoberta por alguma classe de cobertura vegetal, cabe ressaltar que o avanço das atividades agropecuárias e/ou silvicultura pode devastar a vegetação natural e agredir de forma danosa o meio ambiente se não forem tomadas medidas para o uso sustentável dos recursos pertencentes à bacia do “velho Chico”.

Conhecer a estrutura e o funcionamento de um ambiente, assim como suas variáveis ambientais qualitativamente e quantitativamente e as interações entre as mesmas, auxilia e permite a adoção de diversas medidas de proteção de ambientes naturais intocados ou de recuperação de áreas já degradadas. O geoprocessamento de dados espaciais permite esse conhecimento de forma satisfatória em estudos de caráter ambiental. Ressalta-se aqui a fundamental importância de uma soma de esforços entre pesquisadores, governo e comunidade no sentido de buscar soluções para a preservação do ambiente e garantir uma melhor qualidade de vida para as populações.

## Referências

Aguiar, L. M. S.; Machado, R. B.; Marinho-Filho, J. **A diversidade biológica do Cerrado**. In: Cerrado: ecologia e caracterização/ editores técnicos Ludmila Moura de Souza Aguiar, Amábilio José Aires de Camargo. – Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 2004. 249p.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE (Série Manuais Técnicos em Geociências, n. 1), 1992. 92p.

Miranda, J. I. **Fundamentos de Sistemas de Informação Geográfica**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 425p.

PROBIO - **Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira**. Levantamento dos remanescentes da cobertura vegetal dos biomas brasileiros. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/bio>> Acesso em maio de 2008

Ribeiro, J. F.; Walter, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. **Cerrado: ambiente e Flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 556p.

Sano, S. M.; Almeida, S. P. **Cerrado: ambiente e Flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 556p.

Shiki, S. **O futuro do Cerrado: degradação versus sustentabilidade e controle social** – Rio de Janeiro: Projeto Brasil Sustentável e Democrático: FASE, 2000. 64p. (Série Cadernos Temáticos, n. 2)