

## COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA NAS CABECEIRAS DO RIO ARAGUAIA

### VEGETAL COVERING AND LAND USE IN THE NASCENTS OF THE RIVER ARAGUAIA

João dos Santos Vila da Silva<sup>1</sup>, **Emília Hamada**<sup>2</sup>, Marcelo Fonseca<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Embrapa Informática Agropecuária, Av. André Tosello, 209 – Cidade Universitária, 13083-866, Campinas – SP, Brasil; <sup>2</sup> Embrapa Meio ambiente, Rodovia SP 340, km 127,5 - Caixa Postal 69, 13820-000, Jaguariúna – SP, Brasil

e-mail: <sup>1</sup> [jvilla@cnptia.embrapa.br](mailto:jvilla@cnptia.embrapa.br); <sup>2</sup> [emilia@cpma.embrapa.br](mailto:emilia@cpma.embrapa.br)

#### RESUMO

Este estudo teve por objetivo caracterizar e mapear a cobertura vegetal e uso da terra, localizada na cabeceira do rio Araguaia, para fins de planejamento ambiental, abrangendo uma área de 51.850 ha. Foi utilizada a imagem do satélite IKONOS II nas bandas 2, 3 e 4 com quatro metros de resolução; Global Positioning System (GPS) de navegação; Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING) e informações obtidas em dois trabalhos de campo. As imagens foram realçadas por contraste linear e em seguida a interpretação foi efetuada manualmente, utilizando-se as ampliações na tela do computador. Consideraram-se os elementos de imagem tais como textura, cor, padrão, forma e localização e o sistema de classificação da vegetação do IBGE. Foram mapeadas e quantificadas 14 classes fisionômicas. Na vegetação natural, mapeada até o nível de subformação, predomina a Savana (Cerrado), ocorrendo somente em 26,3% área e, no sistema antrópico, predomina o cultivo de grãos. Conclui-se que a região necessita de medidas urgentes que minimizem os impactos ambientais decorrentes da supressão da vegetação natural e que a imagem de alta resolução possibilita alta discriminação entre os alvos no terreno, fornecendo informações que poderiam ser aproveitadas em escala de trabalho ainda mais detalhada do que a adotada neste estudo.

**Palavras-chave:** sensoriamento remoto, SIG, planejamento ambiental, impacto ambiental, aquífero Guarani.

#### ABSTRACT

The objective of this paper was to characterize and map the vegetal covering and land use, located at river Araguaia's nascent, for environmental planning purposes, enclosing area of 51,850 ha. The data from IKONOS II satellite, bands 2, 3, and 4 with four meters of resolution was used; Global Positioning System (GPS) of navigation; System of Processing of Information Georeferenced (SPRING), and information obtained in two field works. The imagery had been enhanced using the contrast linear. Then the interpretation was manually done, extended in the display of the computer. The elements of image such as texture, color, standard, form, and localization; and the vegetation classification system of the IBGE had been considered. It was mapped and quantified 14 physiognomic classes. In the natural vegetation, it was mapped until the sub-level scale, the Savannah predominates (Cerrado) only occurring in 26.3% area; in the land use the culture of grains predominated. The region needs urgent measures that minimize the decurrent environmental impacts of the suppression of the natural vegetation; the high resolution image makes possible high discrimination among the targets in the land, supplying information that can be used in advantage in work scale still more detailed than adopted in this study.

**Key words:** remote sensing, GIS, environmental planning, environmental impact, Guarani aquiferous.

#### INTRODUÇÃO

A cobertura vegetal natural é um bom indicador do estado de conservação ambiental de uma dada região, enquanto o uso da terra é um indicador da pressão exercido pelo poder econômico instalado. Desta forma, a identificação, quantificação e mapeamento dessas áreas fornecem ao tomador de decisão um conjunto de informações que permitem avaliar e tomar medidas corretivas que auxiliem na conservação ambiental.

O sensoriamento remoto tem se tornado um método usual e efetivo de estimativa de cobertura da terra. Estudos da cobertura vegetal e do uso da terra, utilizando imagens orbitais, têm sido relatados com frequência na literatura. Os trabalhos iniciais utilizaram imagens do sensor MSS Landsat (sensor “Multispectral Scanner Subsystem” do satélite Landsat) e, posteriormente, as imagens TM Landsat (sensor “Thematic Mapper” do satélite Landsat) e HRV SPOT (sensor “High Resolution Visible” do satélite SPOT). Dados desses sensores têm sido utilizados como suporte nesses estudos, de escala local a regional, que requerem esse detalhamento espacial.

Em setembro de 1999 foi lançado o IKONOS, considerado o primeiro satélite de alta resolução totalmente comercial. Desde então, diversos são os trabalhos de aplicação da imagem IKONOS. Por sua característica de alta resolução espacial, suas imagens têm sido utilizadas em áreas urbanas (HEROLD et al., 2003; ISHIKAWA e SILVA, 2005), mas também em áreas florestais, como na Amazônia (ROBERTS et al., 2003; HURTT, et al., 2003) e em áreas agrícolas. MANGABEIRA et al. (2003) avaliaram o levantamento do uso das terras por imagens Landsat e IKONOS em Holambra – SP. NARUMALANI et al. (2004) avaliaram as mudanças temporais na paisagem em área de Iowa (EUA) por meio de mapas de classificação da cobertura vegetal, utilizando imagens IKONOS. NASCIMENTO et al. (2005) elaboraram mapa de uso da terra com base nas imagens do satélite IKONOS, a fim de identificar a ocorrência de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente de uma bacia hidrográfica no Espírito Santo. Por sua vez, OZDOGAN e WOODCOCK (2006) estudaram a sensibilidade de estimativas de áreas utilizando dados IKONOS de regiões agrícolas de seis países ao redor do mundo e observaram efeitos da resolução espacial sobre a estrutura de ocupação e de distribuição espacial da paisagem. ASSIS et al. (2005) identificaram os principais tipos de remanescentes de vegetação nativa na região das nascentes do rio Araguaia, GO/MT.

O objetivo deste trabalho foi efetuar o mapeamento na escala de 1:25.000 e a caracterização da cobertura vegetal e uso da terra no ano de 2003 nas cabeceiras do rio Araguaia, para fins de planejamento ambiental.

## MATERIAL E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo abrange 51.850 ha, localizada sobre as folhas do IBGE SE-22-V-C-V (Taquari) e SE -22-Y-A-III (Baús), na região do Alto rio Araguaia, município de Mineiros, Estado de Goiás e de Alto Taquari, Estado de Mato Grosso. Delimita-se pelas coordenadas em metros UTM X,Y (E 268.000, S 8.004.000) e X,Y (E 288.000, S 8.030.000).

A drenagem principal é o próprio rio Araguaia, sendo que na sua margem esquerda, município de Alto Taquari (MT), os principais cursos d’água são os Córregos Araguinha e Furnas. Na margem direita, município de Mineiros (GO), os principais cursos d’água são os Córregos Buracão, Queixada, Cabeceira Alta e Ribeirãozinho.

### MATERIAL UTILIZADO

Foram utilizadas as folhas topográficas SE-22-V-C-V (Taquari) e SE -22-Y-A-III (Baús), na escala de 1:100.000; imagem de alta resolução espacial georreferenciada IKONOS II de 07/06/2003 na banda pancromática (0,45 a 0,90  $\mu\text{m}$ ) com um metro de resolução espacial e nas bandas multiespectrais B1 (azul – 0,45 a 0,52  $\mu\text{m}$ ), B2 (verde – 0,52 a 0,60  $\mu\text{m}$ ), B3 (vermelho – 0,63 a 0,69  $\mu\text{m}$ ) e B4 (Infravermelho – 0,76 a 0,90  $\mu\text{m}$ ) com quatro metros de resolução; Global Positioning System (GPS) de navegação; veículo tracionado 4X4, câmera digital de 3.1 megapixel e o Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING 4.1).

### MÉTODOS

Criou-se no ambiente SPRING um banco de dados e um projeto no sistema de projeção UTM e Datum SAD69, abrangendo a área de estudo e adjacências. As seguintes categorias foram criadas para receber os

dados a serem manipulados:

1. Imagem IKONOS - nesta categoria foi inserida a imagem de alta resolução do IKONOS II, utilizando o modo importar imagem Geotif, uma vez que a imagem foi adquirida já georreferenciada e atende a precisão do produto temático a ser gerado;
2. Base\_Cartográfica – nesta categoria foram inseridas as “grades” (arquivos .spr), editadas no WordPad, contendo as coordenadas limites dos quadrantes de cada carta topográfica utilizada;
3. Imagens\_Tif - nesta categoria foram inseridas as imagens com extensão .tif scaneadas das duas cartas topográficas envolvendo a área de estudo e seu entorno: SE-22-Y-A-III (Baús) e SE-22-V-C-V (Taquari). Essas imagens foram georreferenciadas e comparadas às grades da base cartográfica criadas via teclado.
4. Estradas - nesta categoria foi inserida a malha viária existente nas cartas topográficas utilizando o mesmo procedimento acima para servirem de referência à imagem IKONOS;
5. Drenagem - nesta categoria foi inserido a rede de drenagem das cartas topográficas utilizando o mesmo procedimento acima. Posteriormente foi criado outro plano de informação e extraída a rede de drenagem da imagem IKONOS;
6. Perímetro - nesta categoria foi inserido o perímetro da área em estudo;
7. Pontos\_campo – nesta categoria foram inseridas as coordenadas dos pontos de verificação em campo da cobertura vegetal e uso da terra, obtidas em dois trabalhos de campo;
9. Cobertura\_uso\_da\_terra – nesta categoria foi inserido o mapa de cobertura vegetal e uso da terra obtido pela interpretação da imagem IKONOS e verificações em campo (setembro de 2004 e abril de 2005).

A imagem IKONOS de recobrimento da área de estudo foi recebida em três partes: lado esquerdo, lado superior direito e lado inferior direito. Após a importação da imagem IKONOS para o ambiente SPRING, cada banda foi realçada utilizando-se o contraste linear e em seguida foi efetuado o mosaico, que consiste em agrupar cada banda da imagem num único arquivo digital. Dessa forma obteve-se a imagem total da área de estudo, a qual foi utilizada para interpretação.

A interpretação foi efetuada manualmente, utilizando-se as ampliações na tela do computador numa escala aproximada de 1:8.000 e as informações obtidas nos trabalhos de campo (identificação da fisionomia e fotos). Foram considerados os elementos de imagem tais como textura, cor, padrão, forma e localização. Adotou-se o sistema de classificação fitoecológico brasileiro (IBGE, 1992).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 1 observa-se a quantificação das fisionomias mapeadas na área de estudo. No nível 1 do mapeamento foram individualizadas três classes: vegetação natural, sistema antrópico e corpos d'água. Salienta-se que apenas 26,30% da região encontram-se coberta por vegetação natural do tipo Savana (Cerrado), demonstrando dessa forma o alto grau de ocupação humana em torno das nascentes do rio Araguaia.

No nível 2 foram mapeadas as formações de Floresta-de-galeria, Savana Florestada (Cerradão), Savana Arborizada (Cerrado) e Savana Gramíneo-lenhosa (Campo), que formam as áreas naturais da Região Fitoecológica do Cerrado; Pastagens cultivadas limpa e suja, áreas agrícolas, voçorocas e sedes de propriedades, que formam o sistema antrópico; rios, córregos e açudes, que formam os corpos d'água, sendo que estes foram agregados em uma única classe de mapeamento.

O nível 3 representa o maior detalhe obtido na interpretação das imagens. Nele foram individualizados, ainda, dois tipos de Savana Arborizada (Cerrado fechado e Cerrado aberto) e quatro tipos de Savana Gramíneo-lenhosa (Campo de bambu, Campo de várzea, Campo arbustivo, Campo Parque Nacional das Emas). Ao todo se observa na última coluna do Quadro 1, a quantificação das 14 classes obtidas no mapeamento, onde somente as áreas agrícolas ocupam mais da metade da região.

Com relação à área de vegetação natural, a Figura 1 mostra a percentagem das formações mapeadas, destacando a contribuição da Savana Arborizada (Cerrado fechado e Cerrado aberto) que corresponde a 46% da cobertura vegetal natural, seguida de Campo (32%), Cerradão (14%) e Floresta-de-galeria (8%).

Quadro 1. Área, em ha, das principais fisionomias mapeadas nas cabeceiras do rio Araguaia, utilizando a imagem IKONOS-II de 06/07/2003.

Tipos de Vegetação	Área ha e (%)		
	Nível 1	Nível 2	Nível 3
<b>VEGETAÇÃO NATURAL</b>	13.638 (26,30)		
Savana (Cerrado)			
F- Floresta-de-galeria		1.097 (2,12)	1.097 (2,12)
Sd - Florestada (Cerradão)		1.948 (3,76)	1.948 (3,76)
Sa - Arborizada (Cerrado fechado, Cerrado aberto)		6.264 (12,08)	
- Arborizada (Cerrado fechado)			5.872 (11,33)
- Arborizada (Cerrado aberto)			392 (0,76)
Sg – Gramíneo-lenhosa (Campo de bambu, Campo de várzea, Campo arbustivo, Campo Parque Nacional das Emas)		4.329 (8,35)	
- Gramíneo-lenhosa (Campo de bambu)			994 (1,92)
- Gramíneo-lenhosa (Campo de várzea)			1.865 (3,60)
- Gramíneo-lenhosa (Campo arbustivo)			201 (0,39)
- Gramíneo-lenhosa (Parque Nacional das Emas)			1.269 (2,45)
<b>SISTEMA ANTRÓPICO</b>	38.191 (73,66)		
Pastagem Cultivada limpa		6.166 (11,89)	6.166 (11,89)
Pastagem Cultivada suja		3.163 (6,10)	3.163 (6,10)
Áreas Agrícolas		28.549 (55,06)	28.549 (55,06)
Voçorocas		98 (0,19)	98 (0,19)
Sedes		215 (0,42)	215 (0,42)
<b>CORPOS D'ÁGUA</b>	21 (0,04)		
Rios, córregos, açudes		21 (0,04)	21 (0,04)
<b>ÁREA TOTAL DAS CLASSES</b>	51.850	51.850	51.850

A **Floresta-de-galeria** (Figura 2) caracteriza-se por ser uma vegetação de locais úmidos e se encontrar sempre associada às margens e nascentes dos rios e córregos da região, ocupando na maioria das vezes, áreas de acumulações fluviais quaternárias. A estrutura e a florística desta classe mapeada, muitas vezes se difere de uma floresta-de-galeria típica, dado que tais características variam de acordo com a posição ocupada pela mancha mapeada. Por exemplo, em campo foram observadas árvores, arvoretas (2 a 4m), arbustos, trepadeiras, palmeiras e buritis (*Mauritia flexuosa*).

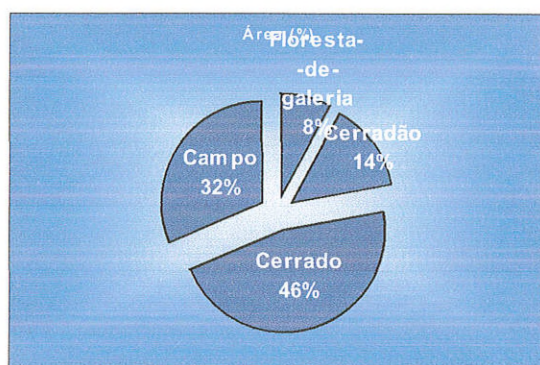


Figura 1. Percentagem das formações que formam a cobertura de vegetação natural.

A **Savana Florestada (Cerradão)** caracteriza-se por ser uma formação com fisionomia florestal ocorrendo em terreno não inundável e com chuvas estacionais. No período seco (março a setembro) algumas espécies arbóreas perdem as folhas, deixando o solo coberto por folhas secas até o período chuvoso, quando o dossel é novamente recomposto. Geralmente o dossel é contínuo, mas a altura e a cobertura arbórea é bastante variável. Na Figura 3 pode ser verificada a fitofisionomia desta classe de mapeamento.



Figura 2. Fitofisionomia Floresta-de-Galeria.



Figura 3. Fitofisionomia Cerradão.

A **Savana Arborizada (Cerrado)** caracteriza-se por ser uma formação com fisionomia arbórea distribuída esparsamente sobre um substrato composto de gramíneas, podendo ser natural ou antropizada. As árvores são finas e tortuosas, sujeitas ao manejo de fogo anualmente. Na área de estudo foi individualizado o *Cerrado fechado* e o *Cerrado aberto* que seria o Cerrado senso restrito, porém apresentando coberturas arbóreas diferentes observadas em campo e nos padrões da imagem de satélite. Nas Figuras 4 e 5 podem ser verificadas a fitofisionomias destas classes de mapeamento.



Figura 4. Fitofisionomia Cerrado fechado.



Figura 5. Fitofisionomia Cerrado aberto.

A **Savana gramíneo-lenhosa (campo)** caracteriza-se por ser uma formação com fisionomia graminosa, dominada geralmente por plantas graminóides e herbáceas. Na área de estudo ocorrem quatro diferentes fisionomias (subformações) que foram mapeadas e associadas a esta formação. O **campo de bambu** (Figura 6) nos topos e encostas dos morros é formado quase sempre pela grama taquari.

O **Campo de várzea** (Figura 7) é formado por campos graminosos ou campos de gramíneas e ervas. Em algumas áreas ocorrem associados às espécies arbustivas e árvores baixas. Localiza-se nas margens dos cursos d'água em locais baixos da área de estudo. Em alguns lugares do rio Araguaia esta feição pode apresentar características de brejo, sendo predominada por estrato herbáceo.

O **Campo arbustivo** (Figura 8) também se localiza nos topos dos morros e está sempre associado ao aparecimento de espécies arbustivas e também ao aparecimento esporádico de arvoretas (árvores baixas). O

**Campo do Parque Nacional das Emas** é uma Savana Gramíneo-lenhosa típica da Região do Cerrado. Prevalcem, nesta subformação, os gramados, que ocupam extensas áreas e são entremeados por subarbustos que apresentam caules subterrâneos, resistentes ao fogo.



Figura 6. Fitofisionomia Campo de bambu.



Figura 7. Fitofisionomia Campo de várzea.



Figura 8: Fitofisionomia Campo arbustivo.

Quanto ao sistema produtivo da região, responsável pelo antropismo da área, este é pautada na agricultura de grãos de soja e milho e, em menor escala, na pecuária de corte, sobre pastagem cultivada, principalmente do gênero *Brachiaria*. Com relação as pastagens cultivadas foram identificadas a classe de **pastagem cultivada limpa** (Figura 9) e **pastagem cultivada suja** (Figura 10), sendo esta última referente as pastagens em formação, com leiras ou com a presença de arbustos.



Figura 9. Pastagem cultivada limpa.



Figura 10. Pastagem cultivada suja.

As **áreas agrícolas** foram mapeadas em uma única classe, sem individualizar tipos de cultura e tampouco solo descoberto em preparo para plantio ou pós-colheita. De maneira geral o calendário de plantio segue as estações anuais Verão (safra) e Inverno (safrinha).

O plantio da safra geralmente se inicia com as chuvas e pode ocorrer entre outubro e dezembro, com a colheita entre fevereiro e março. Na parte referente a Goiás, as principais culturas são, em ordem decrescente, a soja, o milho e o algodão, já na parte referente a Mato Grosso as principais culturas são, em ordem decrescente, a soja e o milho, ainda não sendo comum o plantio de algodão até 2003.

O plantio da safrinha geralmente ocorre entre março e abril, com a colheita entre julho e agosto. Na parte referente a Goiás, as principais culturas são, em ordem decrescente, o milho safrinha, o sorgo, o trigo, a aveia e o girassol. Às vezes é plantado milheto, para servir de palha de cobertura para plantio direto. Pode vir depois da safrinha ou mesmo concomitante a ela, integrada com o gado. Já na parte referente a Mato Grosso as principais culturas são, em ordem decrescente, o milho safrinha, o trigo safrinha, o sorgo e o milheto, para servir de palha. As Figuras 11 e 12 mostram fisionomias das áreas agrícolas.



Figura 11. Área pós-colheita de algodão.



Figura 12. Área com cultivo de algodão.

A fragilidade natural do terreno associado ao sistema produtivo instalado na região favoreceu o aparecimento de extensas e profundas **voçorocas**, que puderam ser vistas nas imagens de satélite e mapeadas. A voçoroca Chitolina, na fazenda homônima, em Mineiros –GO e as voçorocas Olhos d'água (Figura 13), na fazenda Santo Antônio e Treze Pontas, na fazenda homônima, ambas em Alto Taquari –MT se destacam pelo seu tamanho e impactos ambientais e econômicos causados à região. As áreas mapeadas como sede se referem as fazendas de gado e de produção agrícola, além dos silos para armazenamento. Geralmente essas propriedades são contornadas por fileiras ou cerca de eucaliptos. Uma grande mancha na parte sudoeste da região refere-se as instalações da estrada de ferro FerroNorte.

A presença de **corpos d'água** na área de estudo se restringem ao leito do rio Araguaia e Araguaianha, córregos e alguns açudes utilizados para dessedentação do rebanho bovino. Na Figura 14 verifica-se um trecho do rio Araguaia, no período de seca.



Figura 13. Erosão por voçoroca



Figura 14. Trecho do rio Araguaia

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O remanescente da cobertura vegetal natural da região encontra-se muito próximo ao limite mínimo permitido pela legislação, necessitando urgentemente da aplicação de medidas eficazes para sua conservação.

Há necessidade de se identificar as áreas de preservação permanente e as áreas de reserva legal e verificar sua adequação com a legislação vigente.

O sistema produtivo baseado na soja e milho avança sobre as áreas de pecuária de corte, substituindo-as paulatinamente, o que poderá causar mais impacto negativo ao ambiente, dados que os solos são muito arenosos.

As imagens do satélite IKONOS II permitiram identificar as feições de uso e cobertura do solo de importância para o planejamento ambiental. A imagem de alta resolução possibilitou alta discriminação entre os alvos no terreno, fornecendo informações que poderiam ser aproveitadas em escala de trabalho ainda mais detalhada do que a adotada neste estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, M. C. et al. Remanescentes de vegetação na região das nascentes do rio Araguaia – GO/MT. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 56, Curitiba, 9 a 14 de outubro de 2005. *Resumos do 56º Congresso Nacional de Botânica*, Curitiba, Editado pela Sociedade Brasileira de Botânica, outubro de 2005. CD-ROM.

HEROLD, M. et al. The spatiotemporal form of urban growth: measurement, analysis and modeling. *Remote Sensing of Environment*, v. 86, p. 286-302, 2003.

HURTT, G. et al. IKONOS imagery for the Large Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia (LBA). *Remote Sensing of Environment*, v. 88, p. 111-127, 2003.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p.

ISHIKAWA, M.I.; SILVA, E.A. Determinação da escala máxima de uso de imagem IKONOS-Geo para aplicação em áreas urbanas: estudo de caso – Araçoiaba da Serra – SP. *Sociedade & Natureza*, v. 17, n. 32, p. 77-85, 2005.

MANGABEIRA, J.A.C. et al. *Avaliação do levantamento do uso das terras por imagens de satélite de alta e média resolução espacial*. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2003. 14 p. (Comunicado Técnico, 11).

NARUMALANI, S. et al. Change detection and landscape metrics for inferring anthropogenic processes in the greater EFMO area. *Remote Sensing of Environment*, v. 91, p. 478-489, 2004.

NASCIMENTO, M.C. et al. Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio Alegre, Espírito Santo. *Ciência Florestal*, v. 15, n. 2, p. 207-220, 2005.

OZDOGAN, M.; WOODCOCK, C.E. Resolution dependent errors in remote sensing of cultivated areas. *Remote Sensing of Environment*, v. 103, p. 203-217, 2006.

ROBERTS, D.A. et al. Studies of land-cover, land-use, and biophysical properties of vegetation in the Large Scale Biosphere Atmosphere experiment in Amazônia. *Remote Sensing of Environment*, v. 87, p. 377-388, 2003.