

Mapeamento da cobertura vegetal e uso das terras em uma área representativa do cerrado no estado do Tocantins.

Helena Maria de Paula Santana¹
Marilusa Pinto Coelho Lacerda²
Patrícia Mauricio Campos³

¹Instituto Natureza do Tocantins - NATURATINS
302 Norte, Al. 02, Lt. 03, Centro, 77006-332 – Palmas - TO, Brasil
(helenasantana@uol.com.br)

²Universidade de Brasília – UnB (Faculdade de Agronomia)
Caixa Postal: 4.508, CEP: 70.910970 - Campos Universitário Darcy Ribeiro, Brasília, DF.
(marilusa@unb.br)

³Universidade de Brasília – UnB (Mestranda em Ciências Agrárias)
Caixa Postal: 4.508, CEP: 70.910970 - Campos Universitário Darcy Ribeiro, Brasília, DF.
(patymauricio@gmail.com)

Abstract. One of the equipment used to monitor the changes of ownership of territorial space and through the use of orbital images acquired by remote sensing. One of the major acquisitions obtained from this science is a map of the vegetation cover and land use, produced by digital image processing. In this context, this study describes the use of satellite images for the mapping of an area representing the Cerrado biome in the state of Tocantins, to identify the various classes of vegetation of this phytosociology, and for this reason it was decided that the classification would not be supervised by the use of algorithm ISODATE. The classification of the area under study proved to be quite heterogeneous, allowing the occurrence of many classes of phytosociology of the Cerrado. The presented spectral confusion among some of the classes such as the field and planted pastures, urban area and exposed soil. Even with certain limitations, the accuracy of the mapping was considered very good, with the coefficient Kappa of 62.25%. It was found that 63.5% of the area was covered with natural vegetation of preserved Cerrado, which is the sum of the classes: 1) Forest (forest formations – an association of classes of Ciliar Forest, Galeria Forest and Cerrado); 2) Dense Cerrado; 3) Typical Cerrado; 4) Light Cerrado. The area in question has shown us to be a potential area of research and of biodiversity preservation of this biome, principally, if the secondary class of vegetation, of 9.3%, is included.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, not supervised classification, sensoriamento remoto, processamento de imagem, classificação não supervisionada.

1. Introdução

No estado do Tocantins, encontra-se uma das maiores áreas de cobertura vegetal natural representada pelo bioma Cerrado. A conversão da cobertura vegetal natural para a implantação de atividades agropecuárias, como o agronegócio, é uma das vertentes de desenvolvimento do Estado e também uma das causas que contribui com o índice de desmatamento.

Para Alvarenga et al. (2003), as geotecnologias, representadas pelo sensoriamento remoto e Sistemas de Informações Geográficas – SIGs, no contexto das preocupações de sustentabilidade ambiental, vêm se constituindo como meio imprescindível na gestão ambiental. E um dos principais produtos gerados pelo sensoriamento remoto são os mapas de uso e ocupação das terras, fornecendo informações da apropriação do espaço territorial, indicando aos gestores ou pesquisadores, as regiões potenciais de equilíbrio ou desequilíbrio ambiental e suas inter-relações, direcionando ações de controle, fiscalização, monitoramento e pesquisa.

Nesta perspectiva, este trabalho teve como objetivo mapear as diversas classes de ocorrências das fitofisionomias do bioma Cerrado no estado do Tocantins, a fim de identificar uma representatividade, ainda preservada, dessa cobertura vegetal natural.

2. Metodologia de Trabalho

A área de estudo ocorreu na região centro-leste do estado do Tocantins, delimitada pelas coordenadas em UTM de 8.872.129mN e 8.857.794mN e de 182.305mE e 225.710mE. Compreende parcialmente os municípios de Palmas, Santa Tereza, Lagoa do TO e Novo Acordo, totalizando 622,24 Km² de área com fitofisionomias do bioma Cerrado e uso antrópico, Figura 1.

O mapeamento da cobertura vegetal natural e uso antrópico foi elaborado a partir de imagem do sensor remoto TM do programa Landsat 5, correspondente à órbita/ponto 222/67, datada de 18/08/2006, com resolução espacial de 30 metros, utilizando-se as bandas 3, 4 e 5 na composição colorida 4R5G3B, cedida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Utilizaram-se técnicas de processamento digital de imagem, por intermédio do *software* ENVI 4.3 (*Environment for Visualizing Images*), como o pré-processamento, que contempla a correção geométrica efetuada por meio de imagem x imagem, utilizando como imagem base de referência, a cena órbita/ponto 222/67 ortorretificada da NASA do ano 2000 (NASA, 2007). Estes produtos são denominados de *GEOCOVER* 2000 e consistem em um padrão de correção geométrica determinado cientificamente (Tucker et al., 2004).

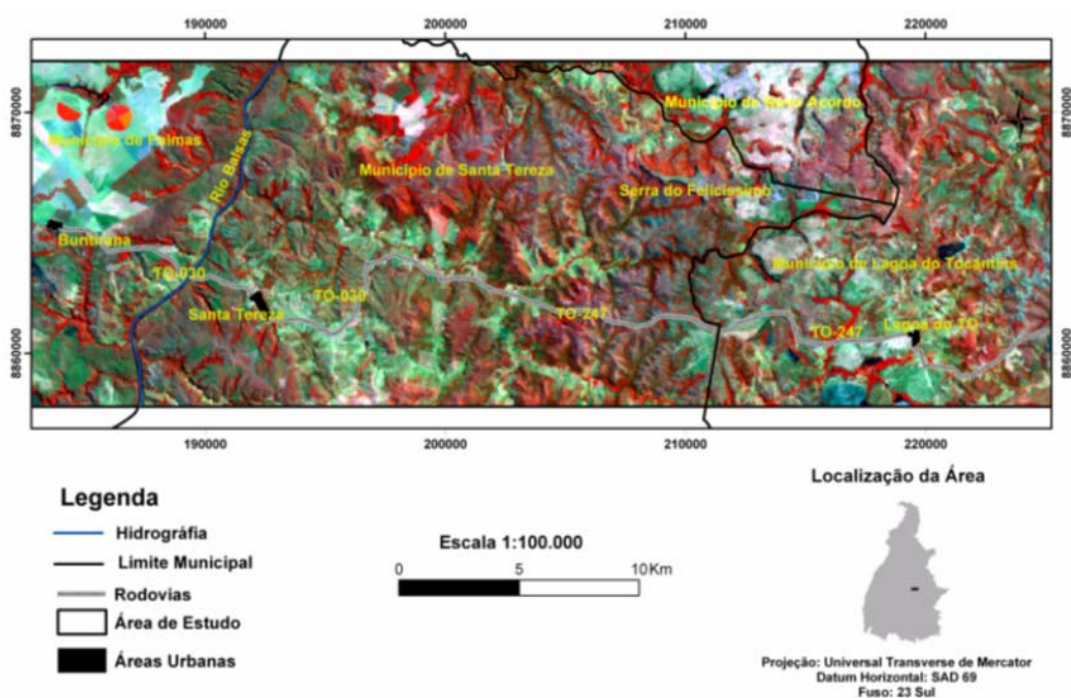


Figura 1. Localização da Área de Estudo.

Para o Erro Médio Quadrático (RMS – *Root Mean Square*), utilizaram-se os parâmetros de qualidade de georreferenciamento preconizados por Tucker et al. (2004) e SULSOFT (2006).

Posteriormente, foi realizada a conversão do Datum WGS 84 para o SAD 69, que corresponde ao Datum utilizado nas bases cartográficas e temáticas disponíveis do estado do Tocantins, com manutenção do mesmo sistema de projeção cartográfica, Universal Transverse de Mercator (UTM). Efetuou-se o recorte da imagem que compreende a área de estudo e foi aplicado o realce linear de 2% no recorte da imagem.

Para a individualização de classes e posterior confecção do mapa de cobertura vegetal e uso das terras, foi realizada a classificação não supervisionada, com o classificador ISODATA (*Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique*). O algoritmo de classificação ISODATA é um algoritmo de agrupamento (*clustering*) de pixels similares e o método se baseia na menor distância euclidiana entre os pixels, a fim de compor uma classe. O processo começa com um determinado número de classes estipulado pelo usuário e o ajustamento das médias é feito no decorrer das iterações pré-estabelecidas (Meneses, 2003). A escolha por essa classificação se deu em virtude da área estudada ser altamente heterogênia, com mudanças frequentes de fitofisionomias em curtos espaços, sendo que com a classificação supervisionada MaxVer não se obteve uma boa representatividade em relação as classes adotadas.

Foram realizadas diversas classificações com quantidades variadas de classes, chegando a um máximo de 35 (trinta e cinco) com 17 (dezesete) iterações, objetivando separar grupos espectrais que individualizassem melhor os alvos homogêneos da área de estudo. No entanto, mesmo com 35 classes utilizadas, em função da resposta espectral semelhante dos alvos, não foi possível separar espectralmente em toda a área as diversas classes, tais como: Mata Galeria, Mata Ciliar e Cerradão (Formações Florestais) Campo Nativo (Formações Campestres) e Pastagem Plantada, Área Urbana, Solo Exposto preparado para cultivo e Áreas Agricultáveis. Para as Formações Florestais, Campo Nativo e Pastagem Plantada optou-se pelo agrupamento ou associação dessas classes. Para as classes de Área Urbana, Solo Exposto preparado para cultivo e Áreas Agricultáveis utilizou-se digitalização manual na tela do computador por meio da interpretação visual da imagem, o que restringiu a um total de dez classes.

A delimitação das Áreas Agricultáveis, ou seja, classe denominada Agricultura, foi realizada pela digitalização manual, por meio da interpretação visual da imagem, uma vez que grande parte da área destinada à agricultura anual se encontrava em condições de preparo para plantio (solo exposto preparado para cultivo) em função da data do imageamento pelo satélite (agosto de 2006).

Assim, a classificação da imagem, teve como utilização principal o classificador automático não supervisionado (ISODATA) com digitalização e correções manuais mediante interpretação visual da imagem. Esse procedimento tornou-se necessário para a obtenção do mapa de cobertura vegetal e uso das terras mais realista e representativo da área de estudo.

As descrições das classes mapeadas quanto à cobertura vegetal natural do cerrado foram caracterizadas em densidade vegetal segundo Ribeiro e Walter (1998), sendo elas: 1) Mata (associação de Mata de galeria, Mata ciliar e Cerradão); 2) Cerrado Denso; 3) Cerrado Típico; 4) Cerrado Ralo; 5) Campo/Pastagem (Campo associado a Pastagem Plantada). As descrições das áreas antropizadas seguem abaixo:

- 6) Vegetação Secundária – Áreas onde a vegetação original foi alterada e que se encontra em fase de recuperação ou regeneração natural.
- 7) Agricultura – Áreas com cultivos anuais e terrenos preparados para cultivos.
- 8) Solo Exposto – Áreas desprovidas ou com insignificante biomassa verde.
- 9) Corpos d'Água – Áreas representadas pelos rios, córregos, reservatórios artificiais e naturais de água.
- 10) Área Urbana – Centros urbanos dos municípios representados pelo Distrito de Buritirana e as cidades de Santa Tereza do Tocantins e Lagoa do Tocantins.

Para eliminar os pixels isolados, foi utilizado um filtro passa baixa (*clump*), disponível no ENVI 4.3, que tem a função de aglutinação, ou seja, homogenização dos pixels classificados.

Após a validação do produto, procedeu-se a pós-edição da classificação, com objetivo de refinamento visual no mapeamento, seguida da vetorização, obtendo um arquivo vetorial no formato shapefile (shp), compatível para manuseio no *software* ArcGis 9.1. Com isso, foram

determinados pelo ArcGis 9.1, os cálculos das áreas em Km² e porcentagens para todas as classes.

O mapa de cobertura vegetal e uso das terras foi gerado em escala correspondente a 1:100.000, compatível com os produtos derivados das imagens do sensor TM/Landsat 5.

2.1. Avaliação da Confiabilidade da Exatidão da Classificação

Para avaliar a exatidão do mapeamento, foi utilizado o coeficiente Kappa, conforme descrito por Congalton e Green (1999). Para o cálculo do coeficiente, é necessária a construção de uma matriz de erros (tabela de contingência), que possibilita a comparação das classes individualizadas no mapa gerado e a verdade de campo. Esta foi adquirida com 120 pontos coletados com a caracterização das classes definidas neste trabalho, georreferenciados no campo com GPS (*Global Positioning System*) de navegação Garmin, distribuídos por toda a área.

A matriz obtida possibilita os cálculos da Exatidão Global, índice Kappa, erros de inclusão (comissão) e erros de omissão, sendo que suas equações foram extraídas de Ponzoni e Rezende (2002).

O índice Kappa ou coeficiente de concordância foi obtido por meio da seguinte equação:

$$K = N \sum x_{ii} - \sum x_{i+} x_{+i} / N^2 - \sum x_{i+} x_{+i} \quad (01)$$

Onde i varia de 1 até o número de linhas ou colunas da matriz de erros.

N = Número total de amostras (ou observações);

x_{i+} = Soma dos valores da linha i;

x_{+i} = Soma dos valores da coluna i; e

x_{ii} = Número de observações dos elementos da diagonal da matriz, na linha i e coluna i

O cálculo da Exatidão Global foi obtido por meio da seguinte equação:

$$EG = A / N * 100 \quad (02)$$

Onde:

EG= Exatidão Global

A= acerto geral (pontos amostrais com acertos = diagonal da matriz)

N= número de pontos amostrais (soma total dos pontos).

3. Resultados e Discussão

O procedimento de correção geométrica alcançou o Erro Médio Quadrático (RMS – *Root Mean Square*) de 0,6340 pixel, estando de acordo com os parâmetros de qualidade de georreferenciamento preconizados por Tucker et al. (2004) e SULSOFT (2006).

Após os procedimentos de pré-processamentos digitais de imagem, como a correção geométrica, o realce linear a 2%, e o recorte da cena para a correspondente área de estudo, realizou-se a classificação automatizada da imagem, utilizando as bandas na composição colorida em 4R5G3B.

A classificação não supervisionada utilizando o algoritmo ISODATA apresentou dificuldades de individualização de algumas classes, em virtude da semelhança na resposta espectral de alguns alvos como Solo Exposto, que pode se confundir com Pastagem, Agricultura e Área Urbana. Mata Galeria com Mata Ciliar, Campo Nativo com Pastagem, conforme já constatado por vários autores, tais como Sano e Ferreira (2005).

O desempenho da classificação não supervisionada ISODATA foi avaliado por meio do cálculo do coeficiente Kappa, e para estimar a exatidão global empregaram-se os valores

obtidos na matriz de erros representada na Figura 1. Para o coeficiente Kappa, utilizou-se a equação 01:

$$K = N \sum x_{ii} - \sum x_{i+} x_{+i} / N^2 - \sum x_{i+} x_{+i} \quad (01)$$

$$K = [120 \times (81)] - [(10 \times 11) + (12 \times 9) + (14 \times 20) + (15 \times 18) + (11 \times 4) + (9 \times 10) + (27 \times 39) + (14 \times 1) + (5 \times 5) + (3 \times 3)] / 120^2 - [(10 \times 11) + (12 \times 9) + (14 \times 20) + (15 \times 18) + (11 \times 4) + (9 \times 10) + (27 \times 39) + (14 \times 1) + (5 \times 5) + (3 \times 3)] = 0,6225 \quad (0,6225 \times 100 = 62,25\%)$$

Para a exatidão global, foi usada a equação 02:

$$EG = A / N * 100 \quad (02)$$

$$EG = (81 / 120) * 100 = 67,5\%$$

A área de estudo mostrou-se bastante heterogênea nos aspectos fisionômicos da cobertura vegetal nativa, mapeadas com as diversas classes do cerrado como Cerrado Típico e Cerrado Ralo, além da classe Vegetação Secundária, tal como demonstram os erros de inclusão e omissão, apresentados na Figura 2. Outra confusão de classes foi verificada entre a classe Campo/Pastagem e Solo Exposto, possivelmente em função do estresse hídrico da classe Campo/Pastagem na época de seca com a diminuição da biomassa verde, que coincide com a época da obtenção da imagem de satélite estudada, resultando no aumento da contribuição da resposta espectral do solo nas classes ocupadas por Campo Nativo ou Pastagem Nativa e Plantada.

CLASSES DO MAPEAMENTO	CLASSES DA VERDADE TERRESTRE										Total de Pontos	Erros de Inclusão %
	Mata	Cerrado Denso	Cerrado Típico	Cerrado Ralo	Veg. Secundária	Agricultura	Campo/Pastagem	Solo Exposto	Corpos d'Água	Área Urbana		
Mata	10										10	0
Cerrado Denso	1	7	2	2							12	41,7
Cerrado Típico		1	10	3							14	28,6
Cerrado Ralo			1	10				4			15	33,4
Vegetação Secundária		1	6		3		1				11	72,7
Agricultura						9					9	0
Campo/Pastagem			1	3			23				27	14,9
Solo Exposto					1	1	11	1			14	99,9
Corpos d'Água									5		5	0
Area Urbana										3	3	0
Total de Pontos	11	9	20	18	4	10	39	1	5	3	120	
Erros de Omissão %	9,1	22,3	50	44,5	25	10	41,1	0	0	0		

Coeficiente Kappa 62,25%

Exatidão Global 67,5%

Figura 2. Matriz de erros da classificação ISODATA da imagem TM/Landsat 5 ano 2006 da área de estudo

A dificuldade em separar algumas dessas classes está relacionada ao comportamento espectral semelhante dessas classes conforme constatado por vários autores, como Sano e Ferreira (2005). Nesta situação, conforme mostram os dados da Figura 2, o desempenho da exatidão global calculado foi de 67,5% e do coeficiente Kappa de 62,25%, o que enquadrou a classificação como muito boa, conforme parâmetros de avaliação adotado por Landis e Koch (1977).

De acordo com Brites et al. (1996), o índice de exatidão global é sempre superior ao índice Kappa em virtude de considerar apenas os valores da diagonal principal da matriz de erros, ignorando a ocorrência de concordância casual entre as classes. Enquanto que o coeficiente Kappa, ao calcular a concordância casual, inclui, nos cálculos, os valores da diagonal principal, reduzindo assim, os valores deste índice, concordando, neste estudo, com os resultados encontrados por Ponzoni e Rezende (2002), onde o índice de exatidão global foi superior ao índice Kappa na classificação da cobertura vegetal em Altamira no estado do Pará.

Considera-se que o desempenho geral da classificação, demonstrado pela exatidão global e coeficiente Kappa, poderiam ser melhores com o aumento do número de amostras coletados no campo para compor a verdade de campo, cuja restrição neste trabalho foi imposta pela dificuldade de acesso a alguns pontos, em virtude da mesma encontrar-se, na sua maioria, em estado de preservação e sem infra-estrutura de acesso (estradas, pontes e outros).

O mapa de cobertura vegetal e uso das terras encontra-se representado na Figura 3 e as classes foram quantificadas em: 5,6% da área em Agricultura; 0,1% de Área Urbana; 19,8% de Cerrado Denso; 12,4% de Cerrado Ralo; 13,8% de Cerrado Típico; 0,4% de Corpos d'Água; 14,4% de Campo/Pastagem; 9,3% de Vegetação Secundária e 6,7% com Solo Exposto.

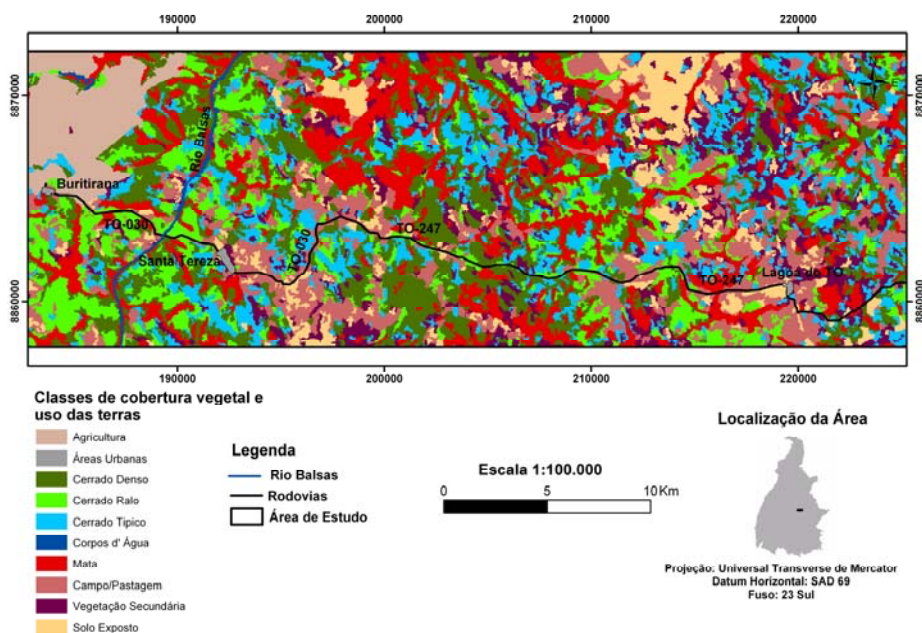


Figura 3. Mapa de uso e ocupação das terras da área de estudo.

Por meio da análise da quantificação das classes mapeadas, constatou-se que a área de estudo encontra-se com mais da metade da sua área total preservada, com cobertura vegetal natural, perfazendo um total de 63,5%, correspondente ao somatório das classes de Cerrado Denso, Cerrado Típico, Cerrado Ralo e Mata, sem considerar a contribuição de Campo, pois encontra-se associado à classe Pastagem Nativa e Plantada. De acordo com o mapa de cobertura e uso das terras de 1996 (SEPLAN, 2005), na área de estudo encontravam-se mapeados apenas o Cerrado Nativo e Pastagem Plantada e ou Pastagem Natural, mostrando

que ocorreu neste período, um avanço da substituição da vegetação nativa por atividades antrópicas, tais como Agricultura, Pastagem e Áreas Urbanas. Contudo, observa-se também, que ocorre simultaneamente uma boa porcentagem de áreas em estágio de regeneração com a classe Vegetação Secundária.

Segundo Guarda (2006), no mapeamento da expansão urbana da cidade de Palmas-TO, utilizando imagens orbitais em uma série temporal de 15 anos (1990 a 2005), foi constatado a presença das classes Matas, Cerradão, Cerrado, Campo, Pastagem e Área Urbana, que coincidem com as várias das classes deste estudo, uma vez que a área estudada encontra-se adjacente à área deste trabalho.

Também, nas proximidades da área deste estudo, na microbacia do rio Santa Cruz, município de Porto Nacional no estado do Tocantins, Barros et al. (2007) encontraram muitas das classes mapeadas neste estudo, sendo elas: Matas Ripárias, Cerradão, Cerrado, Agricultura, Pastagem, Solo Exposto e Corpos d'Água, confirmando assim, a representatividade do bioma Cerrado e sua subdivisão mapeadas neste trabalho.

A classe Mata, com exceção do Cerradão, representa Mata de galeria e Mata ciliar, sendo que seu mapeamento foi associado à extensão da rede de drenagem composta por pequenos e médios rios, onde se associa esse tipo de cobertura vegetal.

Na avaliação do mapeamento foi constatado que a classe Agricultura apresentou 5,6% e se concentrou em uma pequena parte da área de estudo, relacionada ao solo classificado como Latossolo Vermelho. A correlação dos solos com as vegetações nativas associada, observadas nos pequenos fragmentos florestais enquadrados como reserva legal, pode ser também utilizada como um indicativo de potencial agrícola das terras. Assim, pode-se considerar que os solos com desenvolvimento de vegetação mais densa possuem um maior potencial agrícola, conforme destacado por Ramalho Filho e Beek (1995). Este solo apresenta boas condições físicas, o que favorece a instalação de cultivos agrícolas, sendo constatado nas visitas de campo, onde são cultivados arroz, soja e milho. Estas culturas representam as mais produzidas no Estado no ano de 2003, conforme dados disponíveis na SEPLAN (2007).

A classe Pastagem Nativa e Plantada associada com Campo perfaz um total de 14,4% da área de estudo, mostrando a tendência de vocação da atividade pecuária nesta região, associada, em grande parte, aos Plintossolos e aos solos Concrecionários, que segundo a SEPLAN (2005), são os solos de maiores ocorrências no estado do Tocantins.

A classe Corpos d'Água contribui com 0,4% da área e tem, como seus principais representantes, o rio Balsas e o córrego Brejo Grande.

As Áreas Urbanas representam somente 0,1%, localizadas no Distrito de Buritirana (município de Palmas), Santa Tereza do Tocantins e Lagoa do Tocantins.

A alta porcentagem da classe Solo Exposto mapeado, pode estar relacionados à data de passagem do satélite (mês de agosto) juntamente com a presença de solos arenosos (Neossolos Quatzarênicos) o que dificulta a fixação de uma biomassa vegetal mais densa.

4. Conclusões

Dos 622,24 Km², foram mapeadas dez classes compostas por fitosionomias do bioma Cerrado e áreas de uso antrópico. Constatou-se que 63,5% do total da área se encontram com cobertura vegetal natural do cerrado, podendo nos indicar como uma área potencial de pesquisa e preservação da biodiversidade desse bioma, principalmente, se incluir a classe de Vegetação Secundária com 9,3%; 14,4% correspondem a Campo/Pastagem; 5,6% estão utilizados com Agricultura; 0,1% representam as Áreas Urbanas; 0,4% são constituídos por Corpos d'Água; 6,7% encontram-se com Solo Exposto. A principal atividade agropecuária é

representada pela criação de bovinos e subordinadamente ocorre implantação de agriculturas anuais.

5. Referências Bibliográficas

Alvarenga, B. S.; D'arco, E.; Adami, M.; Formaggio, A. R. O ensino de conceitos e práticas de espectroradiometria laboratorial: estudo de caso com solos do estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11, 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. p.739-747.

Barros, E. K. E.; Martins, A. K. E.; Bonatto, F.; Faria, V. M. L. Mapeamento do conflito de uso em área de preservação permanente na microbacia Santa Cruz, município de Porto Nacional-TO. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13, 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p.3739-3745.

Brites, R. S.; Soares, V. P.; Ribeiro, C. A. A. S. Comparação de desempenho de três índices de exatidão aplicados a classificação de imagens orbitais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8, 1996, Salvador. **Anais...**São José dos Campos: INPE, 1996. CD-ROM.

Congalton, R. G.; Green, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles e practices**. New York: Lewis publishers, 1999. 133p.

Guarda, S. D. M. **Expansão urbana do entorno do lago do município de Palmas-TO (1990, 1993, 1999, 2002, 2005): acompanhamentos por dados de sensoriamento remoto**. 2006, 129p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas. 2006.

Landis, J.; Koch, G. G. The measurements of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33 n. 3, p.159-179, 1977.

Meneses, P. R. **Processamento digital de imagens**. Apostila do curso de especialização em geoprocessamento. Brasília: Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 2003. 84p.

NASA – National Aeronautics and Space Administration. **MrSide data image**. California, 2007. Disponível em: <<http://www.jpl.nasa.gov>> Acesso 30/01/2007.

Ponzoni, F. J.; Rezende, A. C. P. Influência da resolução espacial de imagens orbitais na identificação de elementos da paisagem em Altamira-PA. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p.403-410, 2002.

Ramalho Filho, A.; Beek, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1995. 65p.

Ribeiro, J.F.; Walter, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: Sano, S. M.; Almeida, S. P. (eds.) **Cerrado ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa Cerrados. 1998. p. 89-152.

Sano E. E.; Ferreira, L. G. Monitoramento semi detalhado (escala 1:250.000) de ocupação de solos do Cerrado: considerações e propostas metodológicas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12, 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p.3309-3316.

SEPLAN – Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente do Tocantins. **Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial**. 2005. 48p.

SEPLAN - Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente do Tocantins. **Indicadores Sócio Econômicos do Tocantins: aspectos econômicos**. Disponível em: <http://www.seplan.to.gov.br/site/desenvolvimento/dpi/boi/Aspectos%20Economicos_tudo.pdf>. Acesso em: 4/12/2007.

SULSOFT. **Guia do ENVI**. 2006. Disponível em: <<http://www.sulsoft.com.br>>. Acesso em: 05/01/2006.

Tucker, C. J.; Grant. D. M.; Dykstra. J. D. NASA's Global Orthorectified Landsat Data Set. **Photogrammetric engineering and remote Sensing**, v.70, n.3, p.313-322, 2004.