

ANÁLISE DO USO, OCUPAÇÃO E COBERTURA DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO FORMIGA, TOCANTINS

Emerson Figueiredo Leite

Prof. Adj. I, UFT, Dr. em Geografia, figueiredo_geo@uft.edu.br

Roberto Rosa

Prof. Associado III, UFU, Dr. em Geografia, rrosa@ufu.br

Resumo

A determinação do uso e cobertura da terra é na atualidade constituído numa importante ferramenta e subsídio à orientação e tomada de decisão. O objetivo deste artigo é analisar a dinâmica do uso e ocupação da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio Formiga, Tocantins, a partir de dados da série de Satélites Landsat entre os anos de 1973 e 2011. Foram aplicadas às imagens analisadas técnicas de processamento digital de imagens e classificação supervisionada pixel-a-pixel com o classificador Max-Ver-ICM, seguido de uma edição matricial para refinamento dos dados, e trabalho de campo para validação. Observou-se que as áreas ocupadas com a classe temática cultura temporária (soja, milho e milheto) foram introduzidas na bacia a partir do ano de 1989 (apenas 2,17% da área) evoluindo numa crescente em ocupação de áreas para, em 2011, ocupar 9,48% da área total. Pouco se detectou em trabalhos de campo, de práticas de manejo que visam proteger o solo e a água de processos erosivos, como adoção de curvas de nível, apesar de uma agricultura que adota o plantio direto. Áreas da classe Floresta apresentavam uma área de 595 km² em 1973, e em 2011 apresentando 414, 16 km², com aparente manutenção de alguns remanescentes florestais, bem como a recomposição de algumas áreas. Áreas de pastagem apresentaram pouca oscilação quanto à área ocupada em todos os anos analisados e consiste na prática predominante de uso e ocupação da bacia.

Palavras-chave: Uso e ocupação. Bacia hidrográfica do Rio Formiga. Tocantins.

ANALYSIS OF THE USE, OCCUPATION AND COVERAGE OF THE LAND IN THE RIVER BASIN OF FORMIGA RIVER, TOCANTINS STATE

Abstract

The determination of the use and coverage of the land is currently considered an important tool and subsidy to guidance and decision making. The aim of this paper is to analyze the dynamics of the use and occupation of the land in the watershed of Formiga River, Tocantins state, from data of Landsat series of satellites between 1973 and 2011. We applied digital processing techniques to the images analyzed and supervised classification pixel-to-pixel classifier with the Max-View-ICM, followed by a matricial edition for data refinement, and field work for validation. We observed that the areas occupied by the temporary crop theme class (soybean, corn and millet) were introduced into the watershed from the year 1989 (only 2.17% of the area) evolving in an increasing occupation of areas to, in 2011, occupy 9.48% of the total area. It wasn't possible to detect much in the field work, of management practices designed to protect the soil and the water from erosive processes, as adoption of contour lines,

despite an agriculture which adopts tillage. Areas of the Forest had an area of 595 km² in 1973, and in 2011 it presented 414.16 km², with apparent maintenance of some forest remnants, as well as the restoration of some areas. Pasture areas showed little oscillation as the area occupied in all the years analyzed and they consist in a predominant practice of the use and occupation of the watershed.

Keywords: Use and occupation. Watershed of Formiga River. Tocantins state.

Introdução

Na atualidade, o acelerado processo de desenvolvimento da sociedade tem deixado profundas marcas na superfície terrestre, exigindo desta forma, e com a mesma velocidade em que se processam essas transformações, a elucidação de forma sistemática de possíveis alterações da interferência do homem sobre o ambiente.

Entre outras possibilidades, essa análise tem sido possível a partir da interpretação de produtos do sensoriamento remoto obtidos por sensores imageadores a bordo de satélites artificiais. Estes, que, no atual estado da arte, tem proporcionado um conhecimento atualizado do uso e cobertura da Terra, e constituído numa importante ferramenta e subsídio à orientação e tomada de decisão.

O uso e cobertura da terra é a informação mais acessível numa imagem de satélite, pois a mesma permite a visualização e identificação direta dos elementos ali geometricamente apresentados.

Uso, ocupação e cobertura da terra podem ser sintetizados através de mapas. Estes indicam a distribuição espacial da tipologia da ação antrópica que pode ser identificada pelos seus padrões homogêneos característicos na superfície terrestre através de análise em imagens remotamente sensoriadas. Sua identificação, quando atualizada, é de grande importância ao planejamento e orienta à ocupação da paisagem, respeitando sua capacidade de suporte e/ou sua estabilidade/vulnerabilidade.

A utilização de produtos do sensoriamento remoto aliados às possibilidades de análise com *softwares* de SIG (sistemas de informações geográficas) é evidenciada em Rosa (1996, pag. 99). O autor coloca que “o sensoriamento remoto possibilita a obtenção de dados de forma rápida, confiável e repetitiva, em diferentes faixas espectrais e escalas, e os SIG’s permitem a ligação dessas informações com outros tipos de produtos, tornando estas duas tecnologias complementares”.

O conhecimento e o monitoramento do uso e ocupação da terra é primordial para a compreensão dos padrões de organização do espaço, uma vez que suas tendências possam ser analisadas. Este monitoramento consiste em buscar conhecimento de toda a sua utilização por parte do homem ou, quando não utilizado pelo homem, a caracterização de tipos de categorias de vegetação natural que reveste o solo, como também suas respectivas localizações. De forma sintética, a expressão “uso da terra ou uso do solo” pode ser entendida como sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem (ROSA, 2007).

Os conceitos relativos ao uso da terra e cobertura da terra são muito próximos, por isso, muitas vezes são usados indistintamente. Cobertura da terra está diretamente associada com tipos de cobertura natural ou artificial, que é de fato o que as imagens de sensoriamento remoto são capazes de registrar. Imagens não registram atividades diretamente. Cabe ao interprete buscar as associações de reflectâncias, texturas, estruturas e padrões de formas para derivar informações acerca das atividades de uso, a partir do que é basicamente informações de cobertura da terra (ARAÚJO FILHO et. al., 2007).

Novo (1989) explica que o “termo Uso da Terra refere-se a utilização CULTURAL da terra, enquanto que o termo “cobertura da terra” ou “*land cover*” refere-se ao seu REVESTIMENTO”. A autora exemplifica esta diferenciação onde “áreas florestais que, embora sejam de um só tipo sob o ponto de vista de cobertura, podem ter diferentes usos: lazer, exploração de madeira, reservas biológicas etc.”.

O estudo do uso da terra e ocupação do solo consiste em buscar conhecimento de toda a sua utilização por parte do homem ou, quando não utilizado pelo homem, a caracterização dos tipos de categorias de vegetação natural que reveste o solo, como também suas respectivas localizações. (ROSA, 2007, p. 163)

Araújo Filho et. al. (2007, p. 171) explicam que a “obtenção de informações detalhadas e precisas sobre o espaço geográfico é uma condição necessária para as atividades de planejamento e tomada de decisões”. Para os autores “os mapas de uso da terra e de cobertura da terra são instrumentos que auxiliam a cumprir essa função, constituindo-se em mecanismos bastante adequados para promoverem o desenvolvimento sustentável do ponto de vista ambiental, e são imprescindíveis para o planejamento regional ou local do terreno”.

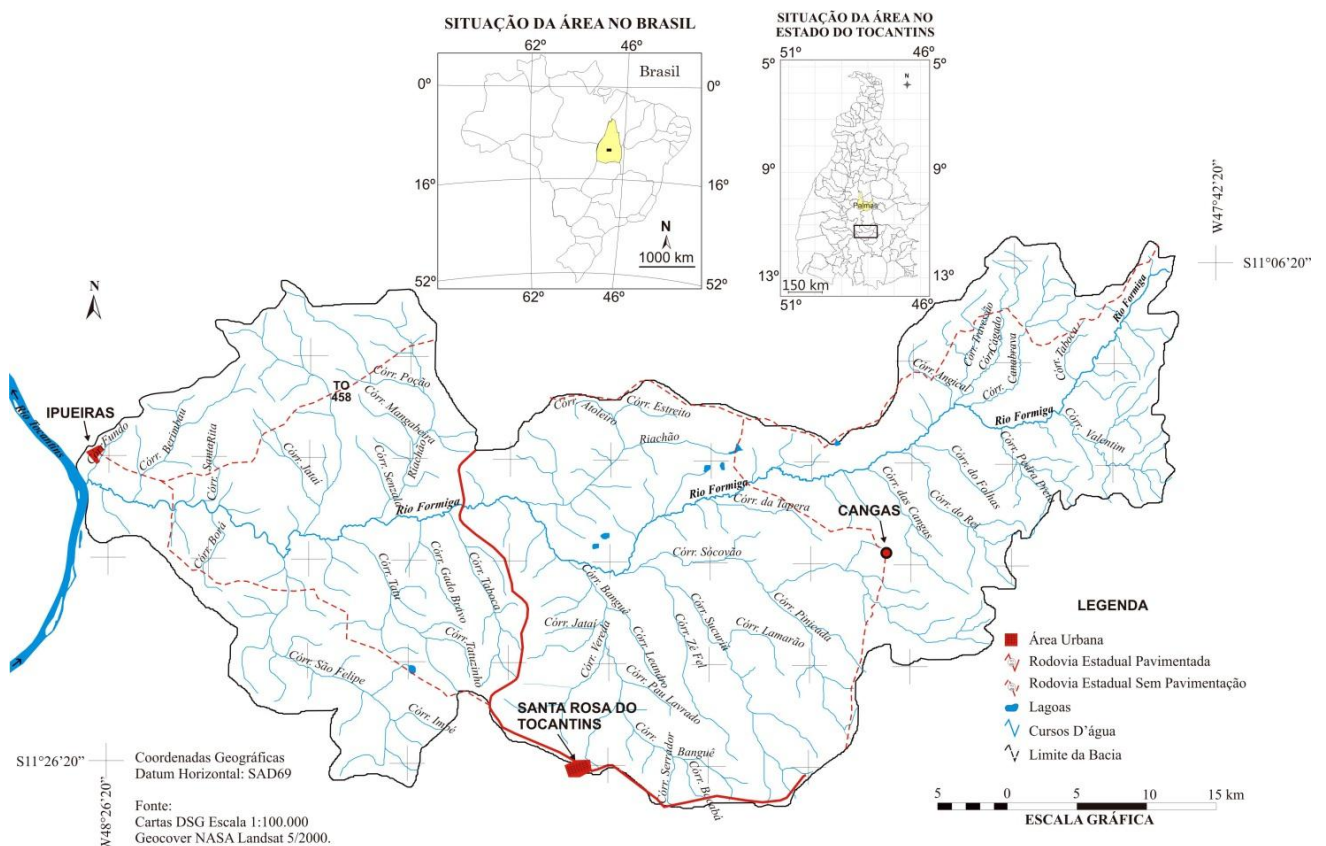
O objetivo deste trabalho é identificar, mapear, mensurar e avaliar as categorias de uso, ocupação e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Formiga, no Estado do Tocantins. O nome da bacia vem de seu principal curso d’água, o Rio Formiga. Este, por sua vez,

Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Formiga, Tocantins

Emerson Figueiredo Leite; Roberto Rosa

apresenta comprimento aproximado de 96,5 km e é um afluente da margem direita do Rio Tocantins. A Bacia Hidrográfica do Rio Formiga (**Figura 1**) possui uma área de aproximadamente 1.801,93 km². Ocupa parte de área dos municípios de Ipueiras (280,39 km²), Silvanópolis (471,95 km²), Pindorama do Tocantins (54,14 km²) e Santa Rosa do Tocantins (995,45 km²), distando aproximadamente 250 km da capital do Estado, Palmas.

Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do Rio Formiga-TO.



Fonte: LEITE, E.F. (Nov/2011)

A bacia é caracterizada por unidades geológicas da Formação Pimenteiros, Suíte Intrusiva Ipueiras, Grupo Natividade, Complexo Goiano, Aluviões Holocênicos e Coberturas Detrito-Laterítica Pleistocênica. Aspectos da geomorfologia estão circunscritos à Depressão do Tocantins, Planícies Fluviais, ao Planalto Residual do Tocantins e a Serra João Damião. Os solos são classificados como sendo Latossolos, Argissolos, Cambissolos, Plintossolos, Gleissolos e Neossolos Litólicos, e apresentando ainda áreas com Afloramentos Rochosos.

O regime climático para a bacia é do tipo C2wa'á' (Thorntwaite), um clima úmido/subúmido com moderada deficiência hídrica no inverno. Possui precipitação média anual em torno de 1450 a 1650 mm. Este dividido em dois períodos distintos: um período

chuvoso que se estende de outubro a abril e um período seco compreendido entre os meses de maio e setembro (MIRANDA & BOGNOLA, 1999; SEPLAN, 2008).

Esta bacia está localizada em área de Cerrado. O Cerrado tem apresentado as maiores taxas e o mais rápido processo de expansão das fronteiras agrícolas do País, atraindo grande parte da agroindústria nacional (SPÍNOLA et. al., 2007). Sano et. al. (2008) ao analisarem o Cerrado identificaram que 80 milhões de hectares deste bioma brasileiro estão sob diferentes usos da terra, correspondendo a 39,5% de sua área total. Dos remanescentes, tomando como base o senso agropecuário 95/96, Sano et. al. (2001) observaram que há uma área de aproximadamente 41% (86.132.356 ha).

Materiais e métodos

A identificação do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Formiga-TO ocorreu a partir da interpretação de imagens obtidas pela série de satélites Landsat, e disponibilizadas pelo INPE na Internet. Estas imagens são disponibilizadas em arquivo compactado (*.zip) exigindo desta forma *software* específico para descompactação. Descompactadas as imagens são armazenadas numa pasta específica no sistema para depois serem importadas para o banco de dados com o *software* Spring versão 5.

Para análise quanto à identificação do uso/ocupação e cobertura da terra, foram aplicadas às imagens técnicas de processamento digital (PDI). Estas técnicas compreendem um pré-processamento (correção geométrica simples), o realce de contraste, a análise em si (classificação supervisionada). Após o PDI realizou-se o mapeamento de classes, gerando um PI Temático com as respectivas classes de cobertura estudadas. Estas técnicas de processamento digital de imagens facilitam a identificação e a extração das informações expressas pelas imagens.

As distorções geométricas diminuem a precisão das imagens originais. Rosa (2007) cita como algumas distorções geométricas os deslocamentos sofridos pelo sistema de eixo do sensor. São três tipos: *roll*, afetam a imagem no sentido longitudinal; *pitch*, provocam distorções transversais à varredura e *yaw*, que provoca um efeito semelhante a um leque. Há também alterações advindas da variação da altitude e da velocidade da plataforma.

Estas distorções são corrigidas através do uso de modelos matemáticos disponíveis nos *softwares* de processamento digital de imagens. No Spring 5 a correção geométrica é denominada de registro. Conforme Câmara et al. (1996) o registro de uma imagem

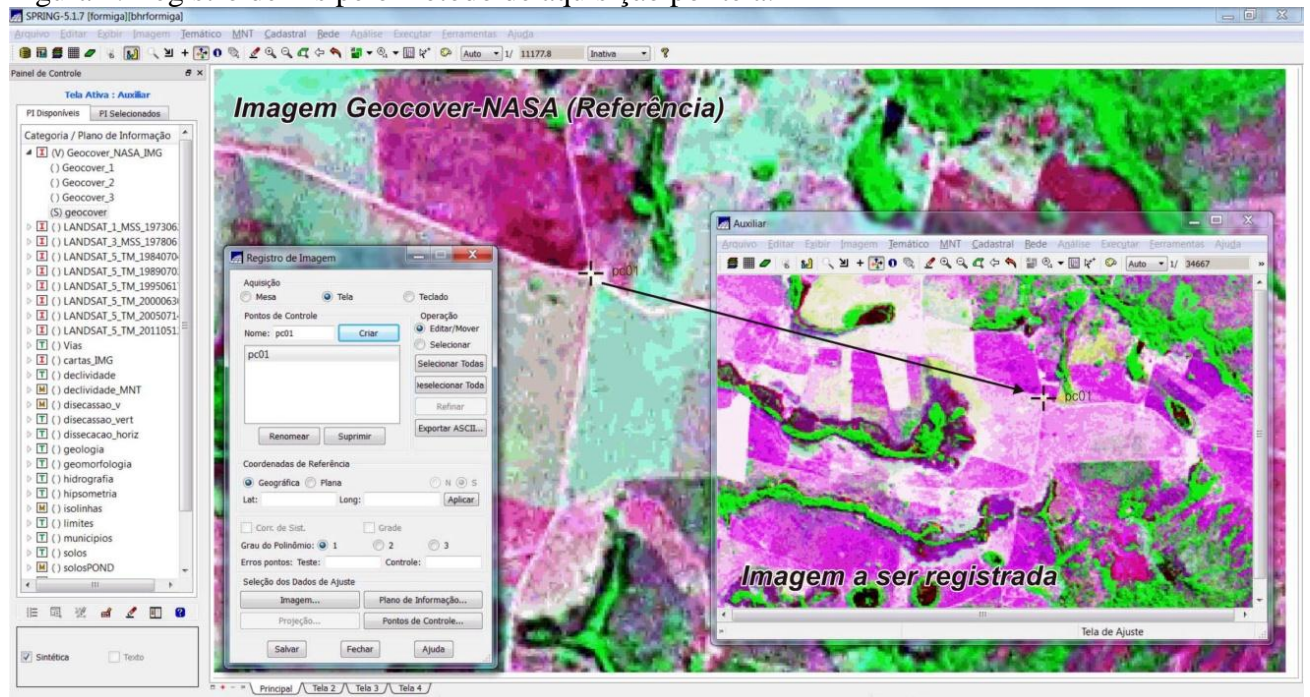
Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Formiga, Tocantins

Emerson Figueiredo Leite; Roberto Rosa

compreende uma transformação geométrica que relaciona coordenadas de imagem (linha, coluna) com coordenadas de um sistema de referência. É comum denominar o procedimento de registro como geocodificação e georreferenciamento, sempre na intenção de refinar a qualidade geométrica de imagens com correção geométrica de sistema. Para referenciar as imagens de satélite utilizadas neste trabalho, optou-se em ter como referência cartográfica uma imagem Geocover-NASA (S-22-10_2000). Estas são imagens ortorretificadas com pixel de 14,25 metros.

A imagem Geocover foi importada para o banco de dados do Spring através do Menu *Arquivo* → *Importar* → *Importar dados vetoriais e matriciais* compondo um PI Imagem. As imagens Landsat utilizadas são também importadas pelo mesmo processo. Para o registro, acessou-se o Menu *Arquivo* → *Registro* acionando uma janela com as opções para a operação. Como a base de referencia é uma imagem já registrada (PI Imagem), a opção de coleta de pontos de controle foi a *Aquisição por Tela*, de forma que podemos reconhecer na imagem referência, pontos de controle de fácil visualização em ambas as imagens. Os pontos de controle coletados são salvos para o ajuste geométrico das imagens em um novo plano de informação. A **Figura 02** ilustra a operação.

Figura 2. Registro de PIs pelo método de aquisição por tela.

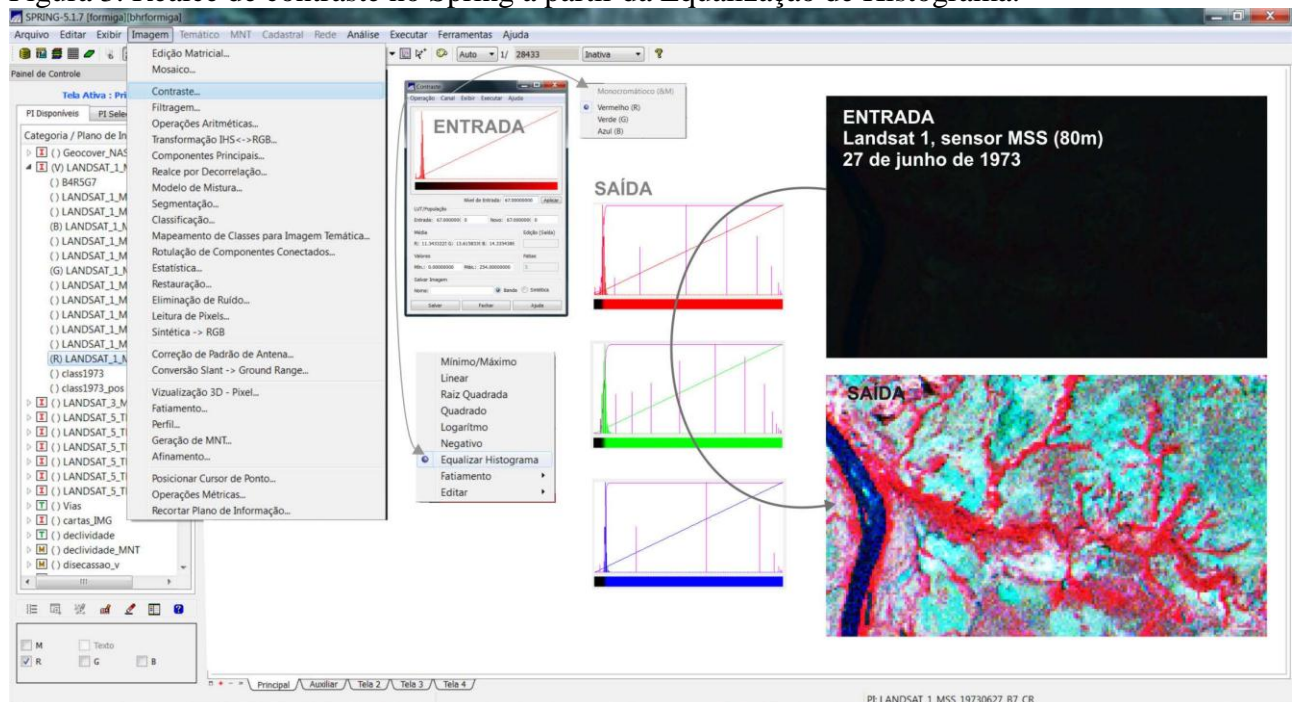


Fonte: LEITE, E.F. nov/2011.

Com as imagens já devidamente registradas e incorporadas ao banco de dados do Spring passa-se ao realce de contraste. Rosa (2007) explica que o realce diz respeito à modificação de imagens para torna-las mais apropriadas às capacidades da visão humana. As técnicas de realce de imagens modificam, através de funções matemáticas, os níveis de cinza ou os valores digitais de uma imagem, de modo a destacar certas informações espectrais e melhorar a qualidade visual da imagem, facilitando a sua interpretação.

O realce de contraste aplicado nas imagens foi a **Equalização de Histogramas** do Spring 5 a partir do Menu *Imagem* → *Contraste*. Este realce consiste numa maneira de manipulação de histograma reduzindo automaticamente o contraste em áreas muito claras ou muito escuras, expandindo também os níveis de cinza ao longo de todo intervalo. É uma transformação não-linear que considera a distribuição acumulativa da imagem original, para gerar uma imagem resultante, cujo histograma será aproximadamente uniforme conforme Câmara et. al. (1996) e ilustrado na **Figura 3**.

Figura 3. Realce de contraste no Spring a partir da Equalização de Histograma.



Fonte: LEITE, E.F. nov/2011.

A Equalização de Histogramas no Spring apresenta a seguinte função de equalização de histograma (CÂMARA et. al.,1996):

$$Y = \frac{(fax_i) \cdot 255}{Pt}$$

onde :

f_{xi} = frequência acumulada para o nível de cinza x_i

P_t = população total (número total de "pixels")

Realizado o realce, passou-se a classificação de imagens. A classificação refere-se à interpretação de imagens de sensoriamento remoto auxiliada por um sistema de computador, e na sua maioria, baseia-se exclusivamente da detecção de assinaturas espectrais das classes de cobertura da terra (ROSA, 2007).

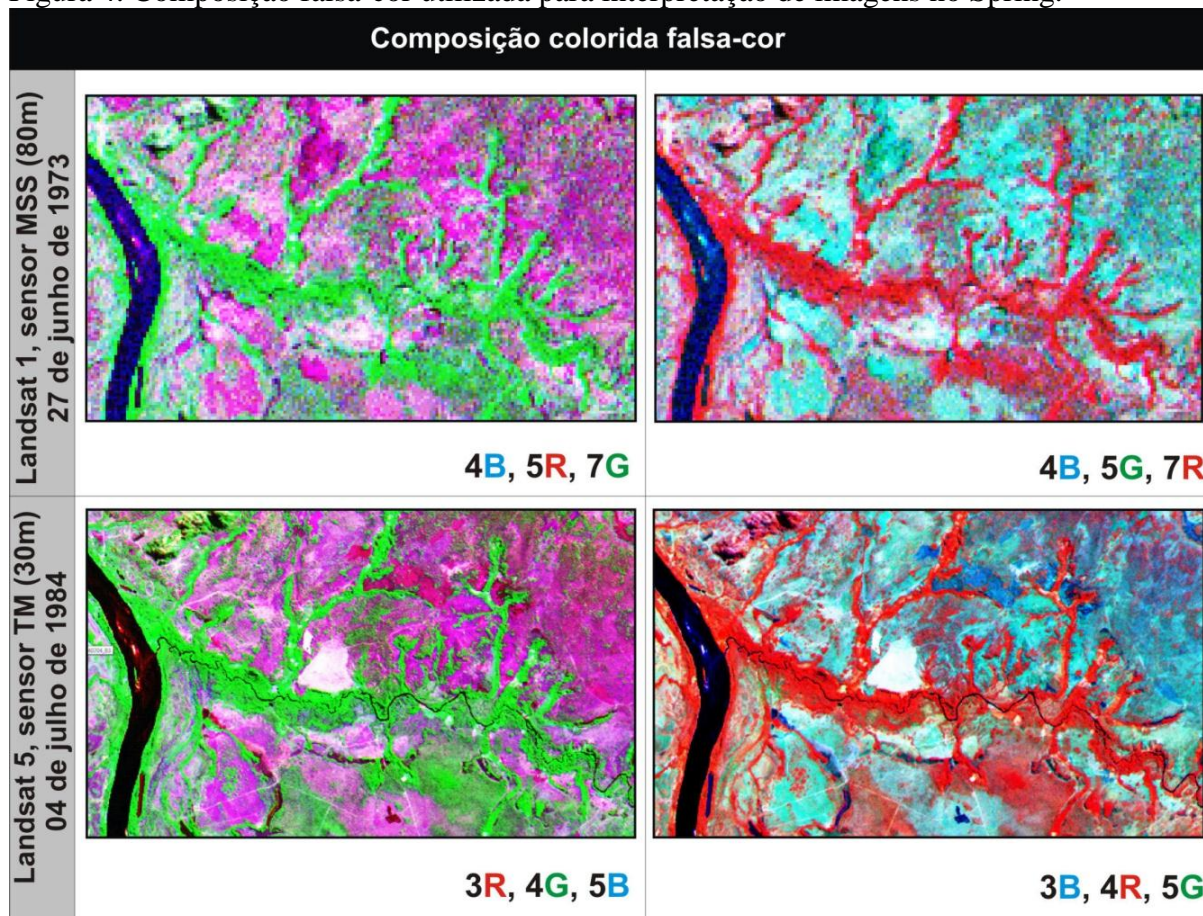
Conforme o IBGE (2006), cores, texturas, arranjos e formas são exemplos de características espectrais de feições observadas nas imagens que revelam os alvos imageados, permitindo a identificação de padrões essenciais na interpretação de imagens e a classificação do tipo de Cobertura e de Uso da Terra. Para a interpretação dessas características a utilização das imagens falsa-cor é bastante útil para melhor discriminar os alvos analisados.

Nas imagens Landsat1, sensor MSS (Sistema Imageador Multiespectral - *Multispectral Scanner Subsystem*) de 27 de junho de 1973 foi adotada a composição colorida 4B, 5R, 7G e 4B, 5G, 7R; nas cenas Landsat 3, sensor MSS de 19 de junho de 1978 nas bandas 4B, 5R, 7G e 4B, 5G, 7R; Para as cenas Landsat 5, sensor TM (*Thematic Mapper*) de 04 de julho de 1984, 02 de julho de 1989, 17 de junho de 1995, 30 de junho de 2000, 14 de julho de 2005 e 12 de maio de 2011 foi utilizada a composição 3R, 4G, 5B e 3B, 4R, 5G (**Figura 4**).

Para a classificação há uma alternância entre as composições apresentadas, para uma melhor interpretação da imagem. Preparada a imagem, passou-se ao procedimento de classificação. Esta operação consistiu na extração de informações das imagens supracitadas no intuito de reconhecer padrões e objetos homogêneos.

A informação espectral de uma cena pode ser representada por uma imagem espectral, onde cada "pixel" tem as coordenadas espaciais x , y e a coordenada espectral L , que representa a radiância de um alvo no intervalo de comprimento de onda de uma banda espectral (Câmara et. al., 1996).

Figura 4. Composição falsa-cor utilizada para interpretação de imagens no Spring.



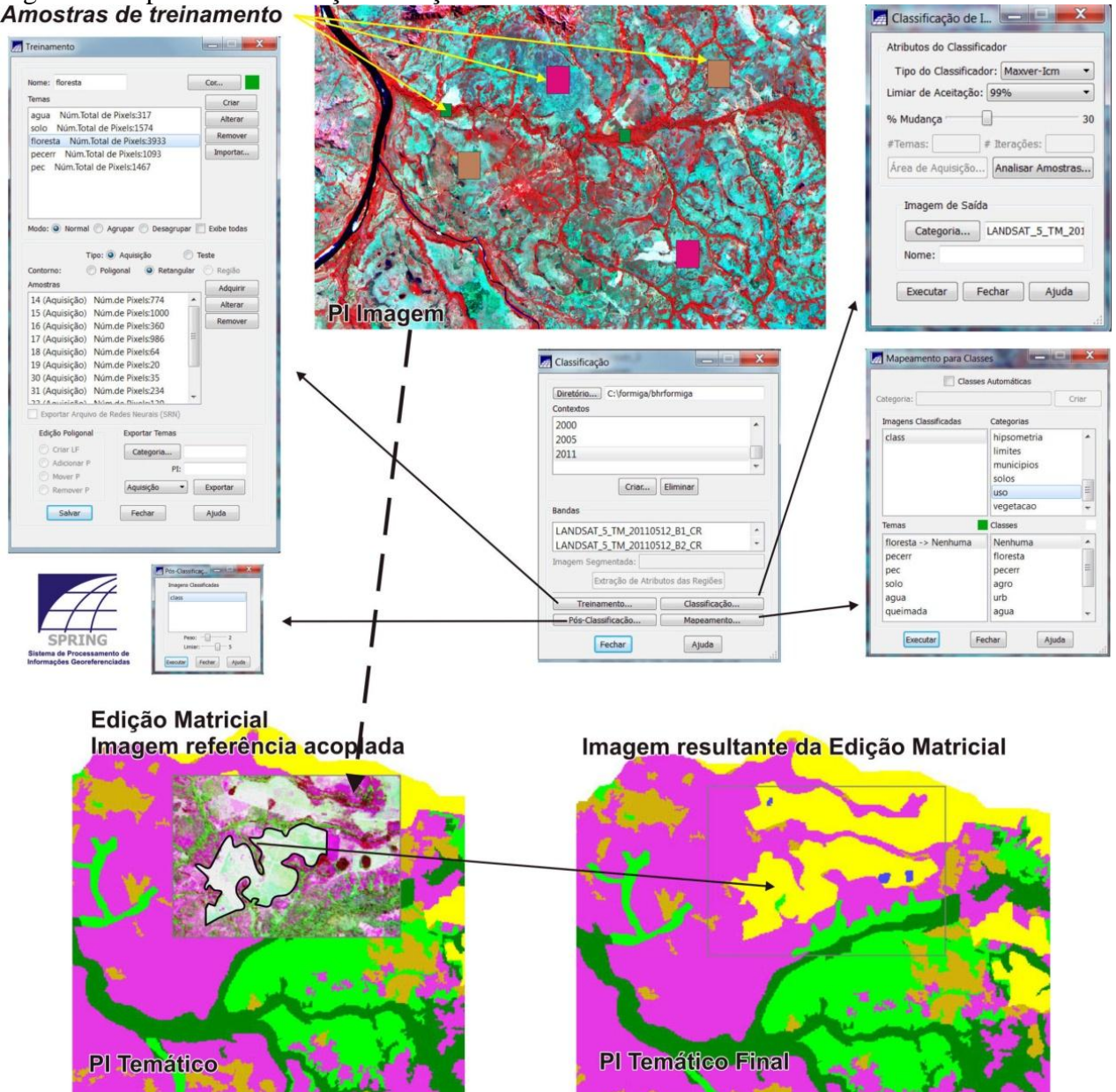
Fonte: LEITE, E.F. nov/2011.

O sucesso da classificação depende, conforme Rosa (2007) da presença de assinaturas distintas para as categorias de cobertura do solo de interesse no conjunto de bandas espectrais usadas e da habilidade para distinguir com segurança estas assinaturas de outros padrões de resposta espectral que possam estar presentes, além de trabalhos de campo identificando áreas amostradas.

Uma classificação supervisionada se aplica quando se tem um conhecimento prévio sobre as classes na imagem, ou seja, identifica-se exemplos das classes intencionadas a espacializar presentes na imagem, o que chamamos de áreas de treinamento. O *software* Spring analisa as amostras de treinamento varrendo a cena em questão a atribui a cada *pixel* uma classe temática “treinada”. A **Figura 5** ilustra a sequência de classificação.

Figura 5. Etapas de classificação e edição matricial.

Amostras de treinamento



Fonte: LEITE, E.F. nov/2011.

No processo de classificação qualifica-se cada pixel disposto na imagem, adotando os mesmos procedimentos da análise visual de imagens. Assim, resgatamos aspectos como padrão, tonalidade e cor, forma e tamanho, textura e sombra, qualidade do produto, somadas a experiência do interprete acerca da área de estudo e dos processos de interpretação. O alvo estudado ganha denominações genéricas de classes ou classes temáticas, conforme explica Moreira (2011).

No Spring, optou-se pela classificação MAX-VER ICM, um classificador “*pixel-a-pixel*”. Enquanto o classificador MAXVER (Máxima Verossimilhança) associa classes

considerando pontos individuais da imagem, o classificador MAXVER-ICM (*IteratedConditionalModes*) considera também a dependência espacial na classificação. Inicialmente a imagem é classificada conforme propõe o algoritmo MAXVER atribuindo classes aos “*pixels*”, considerando os valores de níveis digitais. Na sequência, leva-se em conta a informação contextual da imagem, ou seja, a classe atribuída depende tanto do valor observado nesse “*pixel*”, quanto das classes atribuídas aos seus vizinhos. O algoritmo atribui classes a um determinado “*pixel*”, considerando a vizinhança interativamente. Este processo é finalizado quando a % de mudança (porcentagem de “*pixels*” reclassificados), definida pelo usuário é satisfeita, como explica Câmara *et. al.* (1996).

O Spring fornece ao usuário as opções 5%, 1% e 0,5% para valores de porcentagem de mudanças. Um valor de 5% significa que a reatribuição de classes aos *pixels* é interrompida quando apenas 5% ou menos do total de *pixels* da imagem foi alterado (Moreira, 2011).

A imagem classificada foi mapeada para um PI Temático através do Menu *Imagem* → *Mapeamento de classes para Imagem Temática*. Com esse procedimento, associam-se as classes identificadas no PI Imagem a um PI Temático, o que possibilitou mensurar a área ocupada por elas. O PI Temático resultante teve seu resultado refinado com uma edição matricial, onde, a partir do recurso *acoplar* no Spring, acoplou-se a imagem analisada ao fundo e ajustou-se o resultado a uma resposta mais fiel a realidade, o que foi aplicado a todas as cenas classificadas.

Para a Imagem Landsat5 de 12 de maio de 2011, mais atual, pode-se inferir e editar matricialmente áreas de classes identificadas nas imagens e comprovadas em atividade de campo (fotografias e respectivas coordenadas) bem como em cenas HRC (*High ResolutionCamera* - Câmera Pancromática de Alta Resolução) com resolução espacial de 2,7 m do CBERS 2B (*China-Brazil Earth ResourcesSatellite* - Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres).

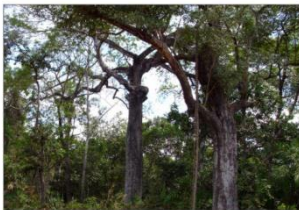
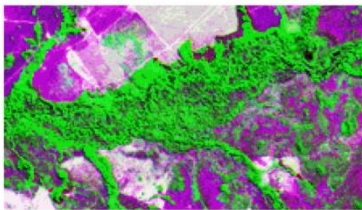
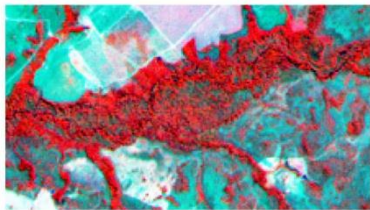

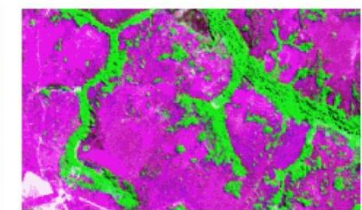
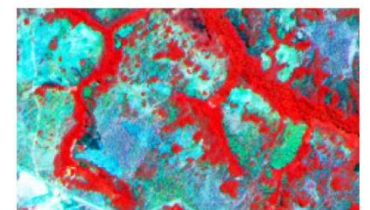

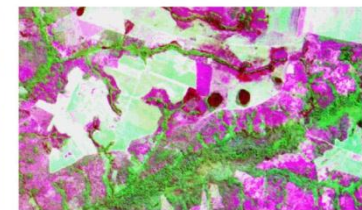
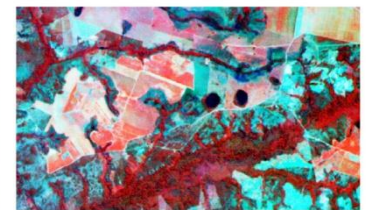
Este procedimento de edição matricial da imagem classificada é conhecido como classificação híbrida, que, conforme explica Moreira (2011), consiste numa interpretação visual feito na tela do computador levando em consideração os elementos de interpretação visual de imagens: padrão espectral, textura, sombra, forma e tamanho, tonalidade e cor, além da acuidade visual do interprete e a qualidade da imagem fonte.

Deixa-se claro que “não existe classificação de revestimento e uso da terra que seja única e ideal. Cada classificação é feita de forma a atender as necessidades do usuário e adaptadas à região” (Rosa, 2007, pag. 164), bem como é inerente aos materiais utilizados, às

metodologias empregadas e a experiência do profissional que a faz, ainda está intrínseca ao conhecimento da área estudada.

As classes temáticas adotadas nesta pesquisa são descritas a seguir. Optou-se pela periodicidade de 5 anos entre as cenas analisadas, numa tentativa de verificar a dinâmica do uso/ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Formiga-TO. As classes escolhidas são descritas na **Tabela 1** e ilustradas pela **Figura 6** levando em consideração o sistema multinível proposto pela IBGE (2006).

Figura 6. Chave de interpretação utilizada no processo de classificação de imagens.

CHAVE DE INTERPRETAÇÃO			
Classe	Foto	Composição colorida	
		3R, 4G, 5B	3B, 4R, 5G
<i>Floresta</i>			
<i>Pastagem</i>			
<i>Cultura Temporária</i>			

Org. Emerson Figueiredo Leite

Fonte: LEITE, E.F. nov/2011.

Este sistema parte da decisão sucessiva do universo de três níveis de abstração que atende mapeamentos dentre as escalas de 1:250.000 e 1:100.000, e apresenta no Nível I (classes) as principais categorias da cobertura terrestre do planeta, que podem ser discriminadas a partir da interpretação direta dos dados dos sensores remotos, e adequadas a estudos nacionais ou inter-regionais. O nível II (subclasses) traduz a cobertura e o uso em

uma escala mais regional, onde nem todas as categorias podem ser interpretadas com igual confiabilidade somente a partir de dados de sensores remotos, necessitando o uso de dados complementares e observações de campo. O nível III (unidades) explicita os usos propriamente ditos, e por comportar inúmeras combinações entre os tipos de uso e cobertura do território nacional, não foi concebido com um número predefinido de itens. Aqui, é imprescindível a utilização de dados exógenos aos sensores remotos, como aqueles obtidos a partir de observações de campo, inventários, entrevistas e documentação em geral (IBGE, 2006).

Tabela 1. Classes temáticas analisadas

NÍVEL I	NÍVEL II	DIGITO	NÍVEL III
CLASSE	SUBCLASSE		UNIDADE
ÁREAS ANTRÓPICAS AGRÍCOLAS	Cultura Temporária	2.1.9	Culturas alimentares comerciais.
	Pastagem	2.3.8	Pecuária bovina extensiva para corte + Vegetação secundária (com e sem palmeira).
ÁREAS DE VEGETAÇÃO NATURAL	Floresta	3.1.9	Vegetação secundária (com ou sem palmeira) + Lavouras alimentares de subsistência + Pecuária extensiva para corte + exploração de madeira.

Fonte: IBGE, 2006.

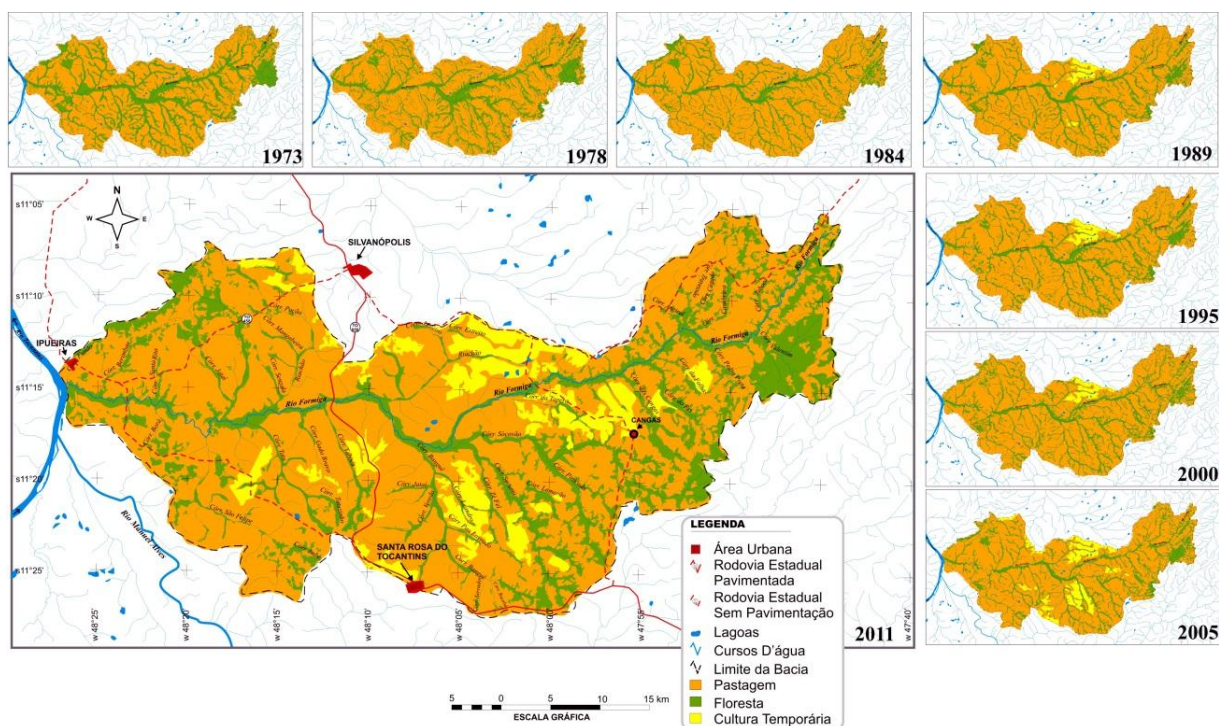
Resultados e Discussões

Analisando os dados de uso e ocupação da terra na bacia (apresentado pela **Figura 7**) na série temporal escolhida (do ano de 1973 ao ano de 2011) em um intervalo de aproximadamente 5 (cinco) anos, verificou-se que no primeiro ano analisado, em 1973, a classe Floresta apresentava uma área de 595 km², o que correspondia a 33,02% da área total da bacia hidrográfica do Rio Formiga-TO. O restante da área 1.206,93 km² (66,98%) eram ocupadas pela classe temática Pastagem.

Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Formiga, Tocantins

Emerson Figueiredo Leite; Roberto Rosa

Figura 7. Mapa da evolução temporal do uso/ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Formiga-TO



Fonte: LEITE, E.F. nov/2011.

A classe temática Floresta apresenta no período analisado uma redução de aproximadamente 31% de sua área, compreendendo numa diminuição de 180,90 km² de área, quando comparamos os dados analisados dos anos de 1973 e de 2011. No intervalo de tempo citado, há uma tendência ao desmatamento e supressão da vegetação mais densa, em consequência da incorporação de terras por práticas agropecuárias e a introdução de pastagem e lavouras temporárias.

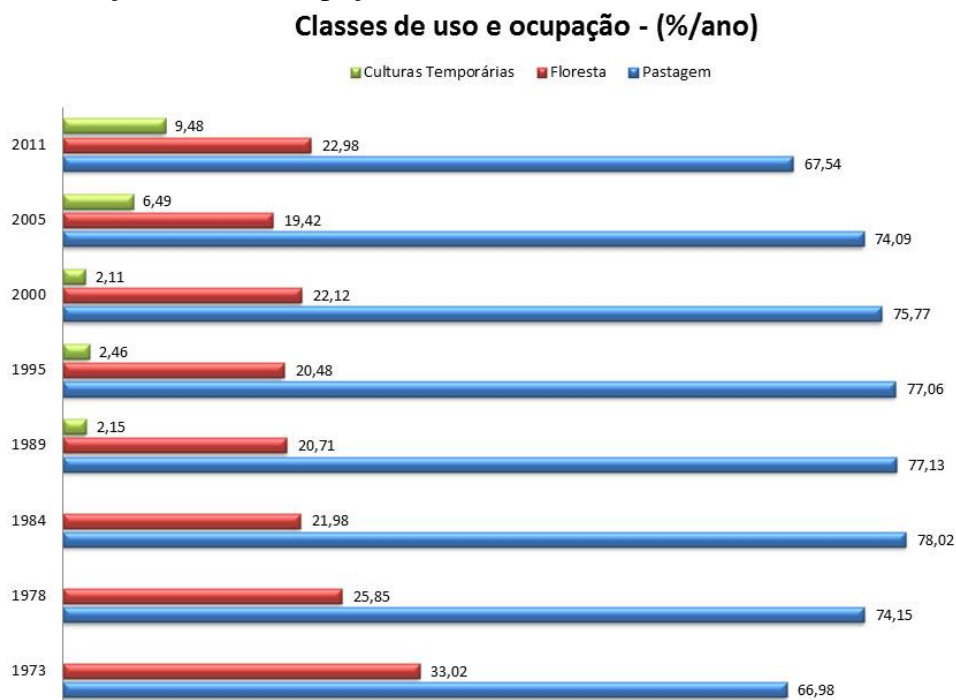
Tabela 2. Evolução do uso/ocupação e cobertura da terra na BH do Rio Formiga-TO.

CLASSE TEMÁTICA	DATA DA CENA ANALISADA							
	27/06/1973*		19/06/1978**		04/07/1984***		02/07/1989	
	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
Pastagem	1206,93	66,98	1336,13	74,15	1405,89	78,02	1389,9	77,13
Floresta	595,00	33,02	465,80	25,85	396,04	21,98	373,20	20,71
Lavoura Temporária							38,83	2,15
	17/06/1995		30/06/2000		14/07/2005		12/05/2011	
	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
Pastagem	1388,62	77,06	1365,37	75,77	1335,01	74,09	1216,97	67,54
Floresta	369,01	20,48	398,50	22,12	349,93	19,42	414,16	22,98
Lavoura Temporária	44,30	2,46	38,06	2,11	116,99	6,49	170,80	9,48

*Landsat 1; ** Landsat 3; *** Apartir desta data utilizou-se cenas Landsat 5.

As áreas de uso por práticas de pecuária extensiva, caracterizadas por pastagem de introdução antrópica e/ou natural, somadas a de áreas de vegetação secundária de baixo porte e árvores esparsas, ocupavam em 1973 uma área com 1.206,93 km² (66,98%), e apresentou um acréscimo de aproximadamente 17% de área até o ano de 1984, equivalente a mais 200 km² de terras. Após o ano de 1984 houve um decréscimo de mesma percentagem e em 2011 apresenta um total de 1.216,97 km², ou ainda, 67,54% da área da bacia.

Gráfico 1. Evolução do uso e ocupação da terra na bacia.



Fonte: LEITE, E.F. nov/2011.

As áreas ocupadas com a classe temática cultura temporária foram analisadas a partir de dados do ano de 1989 com a introdução de lavouras de soja e milho na área estudada. No primeiro ano ocupando apenas 2,17% da área total da bacia, com 38,83km², e evoluindo numa crescente em ocupação de áreas para, em 2011, ocupar 9,48% da área total da bacia, correspondendo a 170,80 km². Esta classe ocupa áreas da porção central da bacia hidrográfica do Rio Formiga, áreas que apresentam solos do tipo Latossolo Vermelho-Escuro, Podzólico Vermelho-Amarelo e, ainda, em menor proporção áreas de afloramento rochoso.

Considerações Finais

O emprego das técnicas processamento digital de imagens e mapeamento através de sensoriamento remoto e SIG nos mostrou sua importante contribuição ao conhecimento do

uso e cobertura terrestre. A aplicação do classificador pixel-a-pixel Max-Ver-Icm procedido de uma edição matricial para um refinamento dos resultados nos mapeamentos, foi possível a partir do software Spring/INPE, possibilitando ainda uma análise prática nos dados e anos estudados. A continuidade das imagens dos satélites Landsat foi importante para este tipo de estudo, possibilitando dados com as mesmas qualidades espaciais e espectrais a partir da década de 1980.

O uso agropecuário praticado na área é distinto, apresentando áreas com uma agricultura moderna e áreas de uso pecuário rudimentar. A agricultura moderna tem intensificado o uso de áreas do Cerrado brasileiro e tocantinense, ocupando de grandes áreas, suprimindo a vegetação primária, interferindo desta forma na biodiversidade local. O uso pecuário rudimentar se apresenta com pastagens abandonadas, o surgimento de capoeiras e áreas com regeneração e o conseqüente surgimento de uma floresta secundária.

Com a introdução de lavouras temporárias na bacia, há um sensível incremento destas áreas onde se praticava a pecuária com introdução de pastagens. Apesar dos solos apresentarem concreções ferruginosas em praticamente todas as classes na bacia, seu uso tem se intensificado com a aplicação de maquinários agrícolas que revolvem o solo expondo essas concreções que são amontoadas ao longo das estradas, facilitando, desta forma, o uso destas terras. Algumas áreas na bacia apresentaram usos distintos durante o ano de 2011, consistindo áreas com intercalação de usos por culturas temporárias e pecuária extensiva na entressafra.

Há, ainda, uma aparente manutenção de alguns remanescentes florestais, bem como a recomposição de algumas áreas nos anos analisados. Em trabalhos de campo para observações na bacia, pouco se viu de práticas de manejo que visam proteger o solo e a água de processos erosivos, como adoção de curvas de nível. Foi verificada na agricultura praticada a adoção do plantio direto, mas é ainda necessária a implantação de curvas de nível nas lavouras e pastagem na bacia.

Referências

ARAÚJO FILHO, Milton da Costa; MENESES, Paulo Roberto; SANO, Edson Eyji. Sistema de classificação de uso e cobertura da Terra na análise de imagens de satélite. **Revista Brasileira de Cartografia No 59/02**, Agosto 2007.

BACCARO, Claudete Aparecida Dallevedove. **Processos Erosivos no Domínio do Cerrado**. In.: GUERRA, Antonio José Teixeira; SILVA, Antonio Soares; BOTELHO, Rosângela Garrido Machado. *Erosão e conservação dos solos: Conceitos, Temas e Aplicações*. 2a. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. Pag. 194-227.

CÂMARA, G; SOUZA, R.C.M.; FREITAS, U.M.; GARRIDO, J. **Spring: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling**. *Computers&Graphics*, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro, 2006.

LEITE, E. F. **Caracterização, Diagnóstico e Zoneamento Ambiental: O Exemplo da Bacia Hidrográfica do Rio Formiga – TO**. 2011. Tese. (Doutorado em Geografia), 228 p. Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia. Uberlândia, 2011.

MIRANDA, Evaristo de Miranda & BOGNOLA, Itamar Antônio. **Zoneamento Agroecológico do Estado do Tocantins**. Campinas, Maio de 1999. Disponível em: <<http://www.zaeto.cnpm.embrapa.br>>

MOREIRA, Maurício Alves. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto e metodologias de aplicação**. Viçosa: Ed. UFV, 2011.

NOVO, Evlyn Márcia L. de Moraes. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 2^a ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1989. 308 p.

ROSA, Roberto & BRITO, Jorge L. S. **Introdução ao Geoprocessamento: Sistema de Informação Geográfica**. Uberlândia, 1996. 104 pag.

ROSA, Roberto. **Introdução ao sensoriamento remoto**. Uberlândia: Ed. UFU, 2007. 248 p.

SANO, Edson E.; JESUS, Eristelma T.; BEZERRA, Heleno S. Mapeamento e quantificação de áreas remanescentes do Cerrado através de um sistema de informações geográficas. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 13 (25):47-62, jan./dez. 2001.

SANO, Edson Eyji; ROSA, Roberto; BRITO, Jorge Luís Silva; FERREIRA, Laerte Guimarães; **Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado**. *Pesq. Agropec. bras.*, Brasília, v.43, n.1, p.153-156, jan. 2008.

SEPLAN - **Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial**. **Secretaria do Planejamento - SEPLAN**. Superintendência de Planejamento e Gestão Central de Políticas Públicas. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico - DZE. Organizado por Ricardo Ribeiro Dias, Eduardo Quirino Pereira e Lindomar Ferreira dos Santos. 5 ed. rev. atu. Palmas: Seplan, 2008. 62 pag. Disponível em: <<http://www.seplan.to.gov.br>>

SPÍNOLA, Conrado Martignoni; Bechara, Fernando Campanhã&Barretto, Klaus Duarte. **Uso de sensoriamento remoto na identificação de fitofisionomias do Cerrado *Lato Sensu***. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 378-380, jul. 2007.