

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
BACHARELADO EM AGRONOMIA

RUDINEY GUIMARÃES MARANHA

MAPA DE USO E COBERTURA DO SOLO NO MUNICÍPIO DE ARAGUATINS

ARAGUATINS
2016

RUDINEY GUIMARÃES MARANHA

MAPA DE USO E COBERTURA DO SOLO NO MUNICÍPIO DE ARAGUATINS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Agronomia do Instituto Federal do Tocantins - *Campus* Araguatins, como exigência à obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Me. Lineardo Ferreira de Sampaio Melo

Coorientador: Profº Esp. Eraldo Jair Gonçalves Dias

ARAGUATINS
2016

Maranha, Rudiney Guimarães

Mapa de uso e cobertura do solo no município de Araguatins / Rudiney Guimarães Maranhá. - Araguatins, 2016. 49 f.

Monografia (Bacharel em Agronomia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus Araguatins*, 2016.

Orientador: Profº Me. Lineardo Ferreira de Sampaio Melo

Coorientador: Profº Esp. Eraldo Jair Gonçalves Dias

1. Uso do solo. 2. Classificação MAXVER. 3. Mapa temático. I. Título

RUDINEY GUIMARÃES MARANHA

MAPA DE USO E COBERTURA DO SOLO NO MUNICÍPIO DE ARAGUATINS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia do Instituto
Federal do Tocantins - *Campus* Araguatins, como
exigência à obtenção do grau em Agronomia.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA AVALIADORA

Lineardo Ferreira de Sampaio Melo - Professor orientador
IFTO - *Campus* Araguatins

Márcio Rogério Pereira Leite
IFTO - *Campus* Araguatins

Raimundo Laerton de Lima Leite
IFTO - *Campus* Araguatins

Samuel de Deus da Silva - suplente
IFTO - *Campus* Araguatins

Dedico este à minha esposa Mírian, que sempre me apoiou e me incentivou a ingressar na vida acadêmica, por todo o companheirismo e encorajamento, por estar ao meu lado em todos os momentos, bons e ruins. Por ter me ajudado em todas as etapas dessa fase e por sempre ter me dado forças para continuar, mesmo quando pensei em desistir.

Agradeço...

A Deus por ter me dado o dom da vida e do aprendizado, muita saúde e por ter colocado pessoas maravilhosas em minha vida.

À minha esposa Mírian, pelo incentivo do meu ingresso na vida acadêmica, pelo companheirismo e por estar ao meu lado em todos os momentos.

Aos meus pais, que sempre apoiaram minhas decisões e me ensinaram a viver com dignidade.

Aos meus irmãos, Leandro e Dorismar, que me ajudaram nos momentos de dificuldade e estavam presentes nos momentos felizes.

À minha irmã Marinalva que me incentivou a ingressar na vida acadêmica.

Ao meu padrinho Antônio, pelo exemplo de profissionalismo e pelos conselhos.

Ao meu sogro e sogra, Manoel e Odília, que sempre estiveram ao meu lado e pela ajuda nos momentos difíceis.

Ao IFTO *campus* Araguatins, que me proporcionou a oportunidade de ingressar na vida acadêmica e pelo aprendizado.

Aos professores que me acompanharam durante toda a vida acadêmica e compartilharam seus conhecimentos e experiências, me encaminhando para a vida profissional.

Ao professor Lineardo, meu orientador, que me ajudou a desenvolver as atividades de iniciação científica, muito obrigado pela paciência e ajuda na vida acadêmica.

RESUMO

O conhecimento sobre os usos do solo tem relevância especial pela necessidade de garantirmos o desenvolvimento sustentável. O sensoriamento remoto tem inúmeras aplicações, como, na agricultura, meio ambiente, geologia, recursos hídricos, estudo de solos, florestas entre outros. Os mapas temáticos usam outros mapas como base com o objetivo de fornecer uma representação de todos os fenômenos que acontecem sobre a superfície terrestre e vinculam-se a um tema específico, buscando fornecer através de símbolos específicos uma representação fidedigna de todos os fenômenos existentes na superfície terrestre. Devido à intensa e desorganizada utilização dos recursos naturais, surgem diversos impactos no meio ambiente. A exploração intensa dos recursos ambientais pelo ser humano provoca vários impactos ao meio, por isso é fundamental que estudos e avaliações constantes sejam realizadas para análise das condições ambientais por isto este trabalho teve como objetivo realizar a classificação do uso e da cobertura do solo do município de Araguatins utilizando técnicas de sensoriamento remoto. Obteve-se como resultado mapa temático contendo 10 (dez) categorias diferentes que foram identificadas através da inspeção visual de imagem de satélite do município e de vistoria de campo para validação dessas categorias. Com o mapa temático de uso e cobertura do solo criado para o ano de 2015 verificou-se que de acordo com a resposta espectral dos alvos apenas 3 (três) categorias são definidas como cobertura do solo, as demais categorias identificadas podem ser classificadas como uso do solo, pois são resultado da influência antrópica. As classes que mais sofreram alteração nas suas áreas foram o cerrado, eucalipto, mata, pastagem e solo descoberto. A área de cerrado obteve crescimento de 7,0% em relação ao ano 2000, a classe eucalipto sofreu redução de 53,14% em relação ao ano de 2010, a classe mata sofreu redução de 25,27% na sua área comparando-se com o ano de 2010, a pastagem foi a classe que mais cresceu em relação aos anos anteriores, com incremento de 51,52% em relação a 2010 e a classe solo descoberto alcançou o valor preocupante de 111,841km² de área, o que merece especial atenção.

Palavras-chave: Uso do solo. Classificação MAXVER. Mapa temático.

ABSTRACT

The knowledge about the use of lands is particularly relevant for the necessity for we guarantee the sustainable development. The remote sensing has numerous applications, such as, agriculture, environment, geology, water resources, soil study, forests, among others. The thematic maps uses other maps as a basis in order to provide a representation of all the phenomena that take place on the earth's surface and bind to a specific theme, seeking to provide through specific symbols a reliable representation of all the phenomena on the surface earth. With the intense and disorganized use of natural resources, it has emerged several impacts on the environment. The intense exploitation of environmental resources by humans causes various impacts to the environment, so it is essential that studies and ongoing assessments are carried out to analyze the environmental conditions so this work aimed to perform the classification of use and of Araguatins's ground cover, state of Tocantins, using remote sensing techniques. The result was the creation of a thematic map containing ten (10) different categories that have been identified by satellite image visual inspection of the municipality and field survey to validate these categories. With the thematic map of use and ground cover created for the year 2015 it was found that according to the spectral response of the targets only three (3) categories are defined as ground cover, the other identified categories may be classified as use soil, as they are a result of human influence. The classes that suffered more changes in their areas were cerrado, eucalyptus, forest, grassland and bare soil. The cerrado area registered growth of 7.0% compared to 2000, eucalyptus class decreased by 53.14% compared to 2010, the class forest decreased by 25.27% in your area comparing with the year 2010, the pasture was the class that grew most in the previous years, an increase of 51.52% compared to 2010 and the bare soil class reached the alarming amount of 111,841km² area, which deserves special attention.

Key-words: Use of the soil. Classification MAXVER. Thematic map.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização do município de Araguatins.	10
Figura 2 - Localização da região MATOPIBA.....	11
Figura 3 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos.....	12
Figura 4 - Mapa de uso e cobertura do solo em 2015 no município de Araguatins..	15
Figura 5 - Área característica de cerrado.	18
Figura 6 - Comparação das áreas de Cerrado obtidas em 2000, 2006, 2010 e 2015.	19
Figura 7 - Comparação das áreas de Corpo hídrico obtidas em 2000, 2006, 2010 e 2015.	21
Figura 8 - Área com plantio de eucalipto.....	22
Figura 9 - Comparação das áreas de eucalipto obtidas em 2000, 2006, 2010 e 2015.	23
Figura 10 - Área de lavoura recém implantada.	24
Figura 11 - Área característica de floresta.	25
Figura 12 - Comparação das áreas de floresta obtidas em 2000, 2006, 2010 e 2015.	26
Figura 13 - Área de pastagem.....	27
Figura 14 - Comparação das áreas de pastagem obtidas em 2000, 2006, 2010 e 2015.	28
Figura 15 - Comparação das áreas de solo descoberto obtidas em 2000, 2006, 2010 e 2015.	30
Figura 16- Fotografia aérea de Araguatins.....	31
Figura 17 - Comparação das áreas da área urbanizada obtidas em 2000, 2006, 2010 e 2015.	32
Figura 18 - Área de mineração.....	33

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Índice Kappa e percentual de acurácia do algoritmo de classificação para cada classe.	14
Tabela 2 - Classes e valores de uso e cobertura do solo no município de Araguatins em 2015 obtidas por meio de classificação supervisionada MAXVER.	16
Tabela 3 - Comparativo das áreas relativas entre os anos de 2000, 2006, 2010 e 2015.	17

LISTA DE SIGLAS

APP	Área de Preservação Permanente
CBERS	Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres
ha	Hectares
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IsoData	<i>Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique</i>
km ²	Quilômetros quadrados
LANDSAT	<i>Land Remote Sensing Satellite</i>
MATOPIBA	Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia
MAXVER	Máxima Verossimilhança
NOAA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
OLI	<i>Operational Land Imager</i>
PIB	Produto Interno Bruto
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIGs	Sistemas de Informações Geográficas
TM	<i>Thematic Mapper</i>
USGS	<i>United States Geological Survey</i> - Serviço Geológico dos Estados Unidos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Considerações iniciais.....	1
1.2 Objetivos gerais	3
1.3 objetivos específicos	3
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 O uso e cobertura do solo	4
2.2 Classificação digital de imagens de sensoriamento remoto.....	5
3 MATERIAIS E MÉTODOS	9
3.1 Materiais.....	9
3.2 Métodos e procedimentos operacionais	9
3.2.1 Caracterização da área de estudo	9
3.2.2 Metodologia.....	11
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	14
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

O conhecimento sobre os diferentes usos do solo tem ganhado relevância especial pela necessidade de garantirmos sua sustentabilidade diante de todas as questões ambientais, sociais e econômicas que circundam o tema desenvolvimento sustentável (IBGE, 2013).

Uma das principais características do uso do solo são as mudanças que dependem da necessidade humana, desta forma, o uso e cobertura do solo acompanha a variação espaço-temporal da necessidade de uso pela população, constituindo-se assim num sistema dinâmico que altera-se constantemente. O conhecimento e o gerenciamento do espaço geográfico são de crucial importância para o desenvolvimento sustentável, pois permite a otimização do uso do solo e leva o sistema a ter o mínimo possível de impactos negativos (WEISS *et al.*, 2013).

A análise através de informações provenientes de Sensoriamento Remoto do uso e cobertura do solo constitui-se uma técnica de grande utilidade no planejamento e administração da ocupação de forma ordenada e racional do meio físico, possibilitando a avaliação e monitoramento da preservação de áreas de vegetação natural (SILVA; VIEIRA, 2007). Esses instrumentos de avaliação e gestão territorial auxiliam os gestores públicos na coleta de informações para servirem de embasamento em tomada de decisão no que refere-se ao uso da área municipal, seja ela para uso urbano ou rural.

O sensoriamento remoto é passível de aplicações em inúmeras áreas, como agricultura, meio ambiente, geologia, recursos hídricos, estudo de solos, florestas entre outros, com isso esta tecnologia tem trazido grande ajuda para o mapeamento e monitoramento dos recursos naturais, graças à sua visão sintética e ao armazenamento da informação em formato digital, o que possibilita análises por meio de modernas técnicas computacionais (SILVA, 2011).

Uma alternativa viável e de baixo custo, principalmente quando da utilização de imagens de satélites governamentais, como LANDSAT (*Land Remote*

Sensing Satellite), CBERS (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres), NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), entre outros, verifica-se através do uso das imagens de satélite como ferramenta no monitoramento ambiental. Os sensores de satélites são capazes de captar constantemente as imagens da Terra sem a necessidade de programação prévia, abrangendo extensas áreas e fornecendo informações atualizadas, que são extraídas através de técnicas de análise visual e de processamento digital de imagens (SILVA; VIEIRA, 2007).

Um SIG (Sistema de Informação Geográfica) pode ser definido como um sistema digital para capturar, armazenar, recuperar, analisar e visualizar dados espaciais e este pode ser amplamente utilizado no planejamento do uso da terra, na integração da coleta de dados, análise espacial e no processo de tomada de decisões, num contexto de um fluxo comum de informações. (BURROUGH; MCDONNELL, 1998).

Os SIGs permitem integrar informações espaciais e não espaciais de natureza, origem e forma diversas em uma única base de dados, possibilitando a derivação de novas informações e sua visualização na forma de mapas (BURROUGH, 1992 e CÂMARA, 1993 apud SILVA; VIEIRA, 2007). Os SIGs ainda facilitam o gerenciamento das informações espaciais, propiciando a elaboração de diagnósticos e prognósticos, sendo assim, esses sistemas são caracterizados como ferramentas fundamentais no planejamento e gerenciamento de recursos naturais (SILVA; VIEIRA, 2007). O uso dos SIGs e dados provenientes de Sensoriamento Remoto propiciam a elaboração de mapas temáticos do uso da terra e da cobertura vegetal, proporcionando a possibilidade de análises temporais, haja vista que a fisionomia da Terra está em constante transformação, seja ela natural ou antrópica (DUARTE; BRITO, 2005).

A geração dos mapas temáticos usa outros mapas como base, com o objetivo de fornecer uma representação de todos os fenômenos que acontecem sobre a superfície terrestre. Os mapas temáticos geralmente vinculam-se a um tema específico, buscando fornecer através de símbolos específicos uma representação fidedigna de todos os fenômenos existentes na superfície terrestre. (FITZ, 2008).

Devido à intensa e desorganizada utilização dos recursos naturais, surgem diversos impactos no meio ambiente. A exploração intensa dos recursos ambientais pelo ser humano provoca vários impactos ao meio, por isso é fundamental que estudos e avaliações constantes sejam realizadas para análise das condições ambientais (BORGES, 2008).

1.2 Objetivos gerais

Objetivou-se realizar a classificação do uso e da cobertura do solo do município de Araguatins no ano de 2015 utilizando técnicas de processamento digital de imagens TM (*Thematic Mapper*) do satélite Landsat-8 sensor OLI obtidas por sensoriamento remoto, criando categorias do uso e ocupação do solo de acordo com a resposta espectral dos alvos.

1.3 objetivos específicos

- Identificar os diferentes tipos de uso que estão ocorrendo no solo do município de Araguatins no ano de 2015;
- Realizar análise temporal com trabalhos dos anos de 2000, 2006 e 2010 sobre as mudanças que estão ocorrendo na cobertura do solo do município;
- Avaliar a evolução no uso do solo do município de Araguatins.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O uso e cobertura do solo

O termo 'uso e cobertura do solo' tem sido constantemente utilizado, essa expressão é formada por um conceito híbrido de três conceitos: uso, cobertura e solo. O termo "uso" pode ser entendido como a forma que o espaço está sendo ocupado pelo homem e como este insere ou constrói sobre a superfície da Terra, ou à forma como realiza o manejo do solo, como no caso da agricultura e cidades. O termo "cobertura" faz referência a todos os atributos físicos da superfície terrestre, como florestas e campos. Já o termo "solo" é bastante complexo, pois o conceito deste depende da finalidade ao qual destina-se, contudo pode ser definido como a camada superficial da crosta terrestre oriundo da decomposição da rocha-matriz, sob influência do clima e de processos físicos, químicos e biológicos, no qual os vegetais se desenvolvem. Portanto quando falamos em uso e cobertura do solo estamos expressando uma parte do conjunto de atividades da sociedade no que refere-se à expansão social. (JESUS, 2010).

O conceito de cobertura da terra se refere ao tipo de elemento que é efetivamente observado na superfície terrestre. Assim, dentre os tipos de cobertura possíveis podemos incluir feições como lagos, rios, campos, vegetações arbustivas, florestas tropicais, estradas, ou desertos. Em contraste, o conceito de uso da terra ou uso do solo propriamente dito faz referência à atividade humana ou função econômica desempenhada por cada região. (LILLESAND e KIEFER, 2000)

Ribeiro e Centeno (2001) em seu estudo de classificação do uso do solo utilizando redes neurais e o Algoritmo MAXVER, mostrou que com o método MAXVER, a imagem não foi bem classificada, a classe "solo exposto" substitui as classes "pastagem" e "culturas", a classe "água" foi a melhor classificada para esta imagem, apesar de estar misturada com a classe "nuvem" que não foi selecionada como amostra. Vale a pena salientar que a classificação através do algoritmo MAXVER pode ser melhorada utilizando-se mais amostras.

No estudo desenvolvido por Bandeira, Alves e Melo (2010) foi realizada uma análise temporal, por imagens do satélite LANDSAT, para averiguar o processo

de expansão agrícola do município de Bom Jesus e observou-se que o sensoriamento remoto foi de suma importância na obtenção das informações relacionadas aos estágios de uso e ocupação do solo desse município servindo como medida mitigatória para tomada de decisão no cumprimento da legislação vigente.

2.2 Classificação digital de imagens de sensoriamento remoto

A classificação digital das imagens de sensoriamento remoto é uma técnica que permite identificar e monitorar as mudanças no uso e cobertura do solo. Essa técnica consiste em atribuir a cada *pixel* ou região um rótulo em função de suas características espectrais, extraíndo informações das imagens de satélite através da análise estatística dos dados, 'rotulando' cada *pixel* da imagem segundo a ocupação do solo (ALMEIDA, 2010; FITZ, 2008).

Para Venturieri (2007), a classificação de imagens digitais consiste basicamente em identificar os diferentes alvos, fenômenos ou feições que apresentam padrões espectrais similares e a estes atribuir uma determinada classe ou tema. Uma característica peculiar dos diferentes alvos terrestres, e que estes apresentam comportamentos espectrais distintos em faixas específicas do espectro eletromagnético, possibilitando desta forma a formação de uma ampla gama de atributos que permite a identificação dos mesmos de forma diversificada.

Segundo Lopes (2005), Classificação é o processo de extração de informações para reconhecer padrões e objetos homogêneos. O primeiro passo em um processo de classificação multiespectral é o treinamento. Treinamento é o reconhecimento da assinatura espectral das classes. Existem basicamente duas formas de treinamento: supervisionado e não supervisionado. Quando existem regiões da imagem em que o usuário dispõe de informações que permitem a identificação de uma classe de interesse, o treinamento é dito supervisionado, caso contrário deve-se utilizar o método não supervisionado utilizando técnicas de agrupamento de *pixels* com mesmas características espectrais.

Na classificação não supervisionada não existe o conhecimento prévio dos alvos da área de estudo nem dos seus padrões, utilizam-se de critérios

estatísticos pré-determinados para que o algoritmo classificador desenvolva a dedução sobre as diferentes classes por meio de agrupamentos das características espectrais dos alvos (ALMEIDA, 2010).

Segundo Papa (2008), a classificação não supervisionada apresenta alguns problemas de difícil solução, pois algumas amostras de alvos podem apresentar tamanhos e formas diferentes, fazendo com que o usuário tenha que examinar todas as possíveis partições para obter uma solução ótima, no entanto esta tarefa é computacionalmente inviável.

Dentro desta classe existem vários classificadores, compostos por diferentes algoritmos, como o IsoData, K-médias e Isoseg (ALMEIDA, 2010).

O classificador IsoData (*Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique*) é um algoritmo de classificação que busca identificar os padrões típicos nos níveis de cinza, onde esses padrões podem ser classificados efetuando visitas de reconhecimento a alguns exemplos escolhidos para determinar sua interpretação, onde a classificação é feita por agrupamento de classes espectrais por meio de parâmetros estatísticos como desvio padrão, distância mínima e outros (ALMEIDA, 2010).

Os padrões são chamados de *clusters*, e por meio da análise desses (*cluster analysis*) são determinadas as classes, onde a imagem é varrida sucessivas vezes e os *clusters* são agrupados, alterados, agregados, divididos e fundidos a novos *pixels*. Tem como principal vantagem o fato de não haver a necessidade de reconhecer a área de estudo antecipadamente, contudo o usuário tem pouco controle sobre essa separação das classes, sendo necessário que se faça a determinação do número de classes e a quantidade de interações que o algoritmo irá realizar (ALMEIDA, 2010; FITZ, 2008).

O algoritmo K-médias baseia-se na determinação das posições iniciais dos centroides dos *clusters* e da locação de cada elemento com base no *cluster* do centroide mais próximo, realizando o recálculo de cada pixel da imagem e alocando-os ao centro mais próximo segundo a distância euclidiana, portanto, após o cálculo

das distâncias o algoritmo calcula os centroides para cada uma das "k" classes (ALMEIDA, 2010).

O algoritmo classificador *Isoseg* trabalha com regiões, utilizando informações espectrais de um agrupamento de pixels com características similares, baseando-se pelos atributos estatísticos de média e matriz de covariância, sendo o número de classes determinado pela aceitação do usuário (ALMEIDA, 2010).

A classificação supervisionada é caracterizada por ser um procedimento que baseia-se no conhecimento prévio dos padrões espectrais dos alvos da área de estudo por parte do analista. Necessita-se realizar o treinamento do algoritmo classificador para que o mesmo reconheça os diferentes padrões espectrais da imagem, agrupando assim os *pixels* em classes anteriormente definidas, com base na resposta espectral de cada um desses. Os objetos devem ser definidos *a priori*, necessitando de amostras e características do objeto a ser mapeado (ALMEIDA, 2010).

Para Moreira (2005), a classificação supervisionada utiliza algoritmos cujos reconhecimentos dos padrões espectrais na imagem se faz com base numa amostra da área de treinamento, que é fornecida ao sistema de classificação pelo analista. O treinamento do algoritmo consiste em informar ao sistema um conjunto de *pixels* que representem cada alvo na imagem, sendo que para isto o usuário deva reconhecer as diferenças e similaridades espectrais dos objetos a serem mapeados. Dentre os algoritmos supervisionados, os mais empregados são: Máxima Verossimilhança (MAXVER), o método de paralelepípedo, distância euclidiana e *Bhattacharya*.

O algoritmo MAXVER é o mais tradicional utilizado no processamento de informações espectrais de forma supervisionada, é um algoritmo classificador pixel a pixel (ou ponto a ponto), que considera a ponderação das distâncias nos níveis digitais das classes por meio de parâmetros estatísticos. É um algoritmo que classifica a imagem usando o critério de máxima verossimilhança a partir das classes fornecidas pelo analista. Por isso deve-se fornecer ao sistema amostras representativas de todas as classes de interesse (treinamento), onde o classificador irá definir um diagrama de dispersão entre as classes e suas distribuições,

considerando a probabilidade de cada pixel pertencer ou não a determinada classe (VENTURIERI, 2007; JESUS, 2010).

Para cada alvo selecionado deve ser criado uma classe espectral específica, onde o conjunto de áreas selecionadas deve conter amostras homogêneas e com um número razoável de pixels que servirão como base para se criar um modelo de decisão que será utilizado durante a classificação (ALMEIDA, 2010; VENTURIERI, 2007).

O algoritmo paralelepípedo foi um dos primeiros métodos classificadores desenvolvidos para o reconhecimento dos padrões espectrais no formato digital. Neste método o processo de treinamento de amostras para a classificação é baseado nos níveis de cinza de cada uma das bandas da imagem, onde o analista trabalha uma classe de cada vez, utilizando-se as três bandas na classificação, os pixels classificados dentro de uma categoria correspondem àqueles que se encontram no limite entre o maior e o menor nível de cinza de cada banda espectral da área de estudo (ALMEIDA, 2010).

Almeida (2010) destaca a principal desvantagem neste método é que o analista deve treinar apenas uma classe de cada vez para que o classificador determine o intervalo de níveis de cinza em cada uma das bandas espectrais e análise os pixels em relação ao conjunto do treinamento.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Para desenvolvimento da pesquisa e confecção do mapa temático do uso e cobertura do solo do município foram utilizados os seguintes materiais:

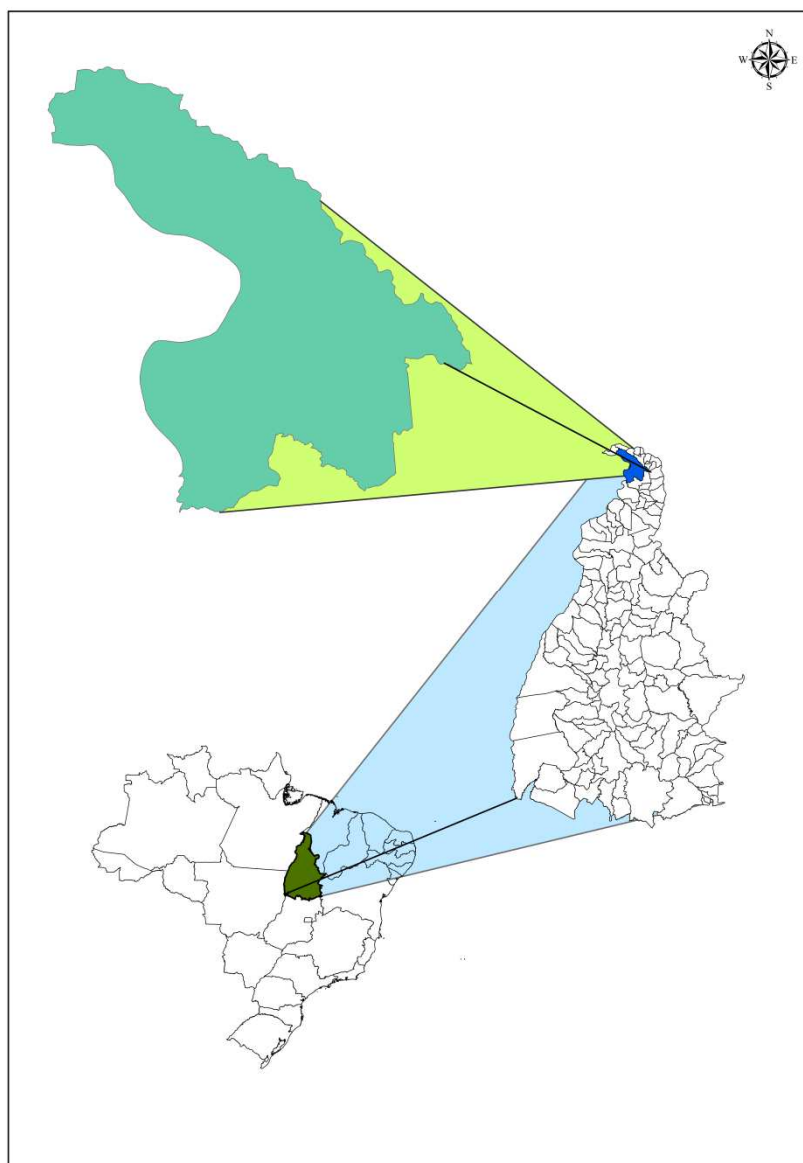
- Cartas topográficas de Araguatins;
- *Software* SPRING 5.2.2;
- *Software* QGis 2.14;
- Mosaico das imagens do satélite LANDSAT 8 sensor OLI órbita/ponto 222/064 e 223/064 de agosto de 2015;
- GPS *Garmin* modelo 76CSx.

3.2 Métodos e procedimentos operacionais

3.2.1 Caracterização da área de estudo

O município de Araguatins localiza-se no norte do estado do Tocantins, a área do município situa-se entre as coordenadas geográficas de 05°16' e 06°01' de latitude sul e entre as coordenadas geográficas de 48°28' e 47°45' de longitude oeste (Figura 1), é uma das 337 cidades que fazem parte da região conhecida como MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) (D.O.U., 2015) (Figura 2), microrregião Bico do Papagaio, tem área de 2.625,286 Km² e população estimada no ano de 2015 de 34.392 habitantes. Está inserida numa zona de transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, sendo possível encontrar as duas em diversos ambientes (IBGE, 2016). Encontram-se muitas matas de galeria e/ou ciliares, que correspondem à vegetação florestal que acompanha os leitos dos córregos, ribeirões e rios de pequeno porte, muitas vezes formando um corredor sobre o curso d'água.

Figura 1 - Mapa de localização do município de Araguatins.



Fonte: O autor (2016).

Figura 2 - Localização da região MATOPIBA.



Fonte: Revista cafeicultura (2016).

Encontra-se ainda na região o reflorestamento de eucalipto, implantados na região há aproximadamente uma década, os eucaliptais constituem biótipos distintos entre si, em função de diferentes formas de manejo adotadas.

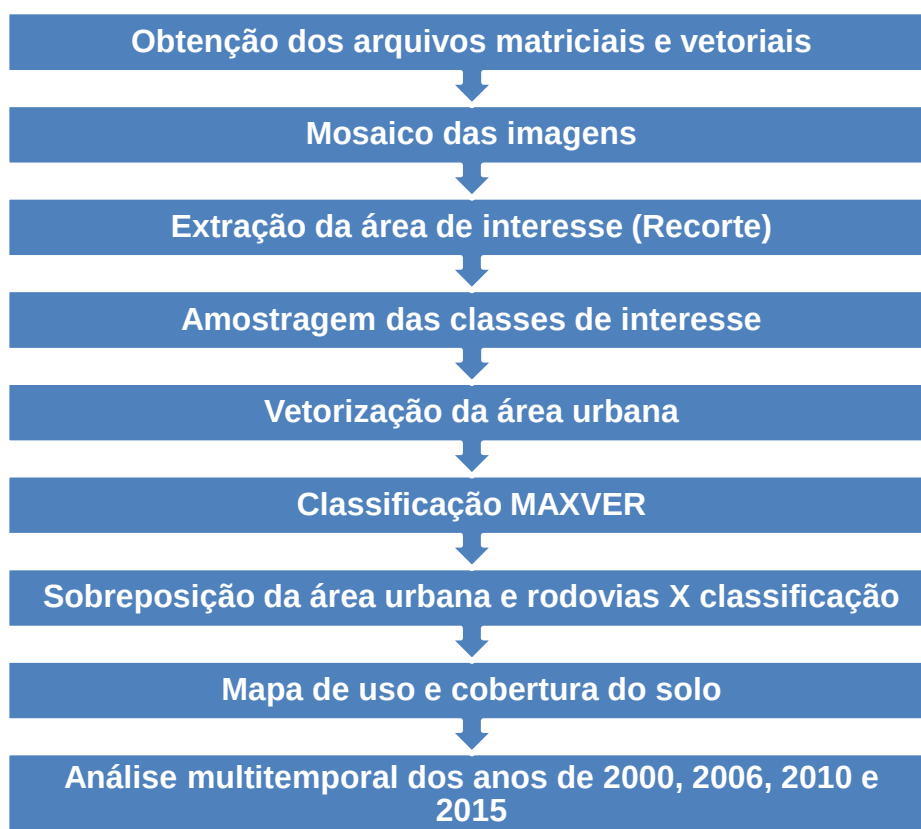
O clima, segundo a Classificação Climática de *Koppen-Geiger* é *Aw*, descrito como Clima tropical com estação seca.

A economia do município baseia-se no ramo de serviços, agropecuária e indústria, sendo o primeiro responsável por mais de 70% do PIB (Produto Interno Bruto) do município. (IBGE, 2015).

3.2.2 Metodologia

Com base no conhecimento teórico adquirido durante a revisão bibliográfica, adotou-se o fluxograma proposto por Maranhã, et. al. (2015), descrito na figura 3:

Figura 3 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos.



Fonte: Adaptado de Maranhã, et al., 2015.

Realizou-se a obtenção dos arquivos matriciais (imagens Landsat 8) e vetoriais através do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), onde são disponibilizadas gratuitamente e fornecidas pré-processadas (georreferenciadas) com o registro, com correções atmosféricas e transformadas em valores físicos de reflectância de superfície.

Elaborou-se no *software* QGIS, a partir das imagens, o mosaico georreferenciado do município, seguido da extração da área de interesse (município de Araguatins) através do recorte.

Realizou-se a classificação via algoritmo MAXVER, no *software* SPRING, por este ser o mais tradicional utilizado no processamento de informações espectrais de forma supervisionada, sendo criadas chaves preliminares para classificação da cobertura do solo, através das diferentes feições que a imagem apresentou, obtendo como resultado o mapa de uso e cobertura do solo. Para a análise da classificação

verificou-se a matriz de erro e calculou-se o índice *Kappa* verificando assim a aderência da qualidade das amostras e a acurácia da classificação.

Para a confecção da carta imagem na escala de 1:100.000 foi realizado trabalho de campo para a reconhecimento e aquisição de pontos representativos para cada classe para validação das chaves de fotointerpretação, sendo estas chaves utilizadas na interpretação visual da imagem em tela para geração do mapa de uso e cobertura da terra.

Os pontos levantados durante o trabalho de campo serviram como base de informações que asseguraram o correto treinamento do algoritmo de classificação.

Com o mapa temático do uso e cobertura do solo do município de Araguatins, fez-se a vetorização e extração das áreas de cada classe por meio do *software* QGis 2.14, licença gratuita, onde criou-se as tabelas com os valores de cada atributo. Através do mesmo *software* procedeu-se os cálculos das áreas identificadas em cada categoria.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do trabalho de classificação das imagens e do trabalho de campo foram definidas as classes para o mapeamento do uso e ocupação do solo no município.

Por meio do índice Kappa, percebe-se que o trabalho obteve uma acurácia satisfatória, pois conforme pode ser verificado na tabela 1, o valor encontrado atingiu 0,9556, representando 96,4852% de acerto dos pixels da imagem em relação à cobertura real do solo.

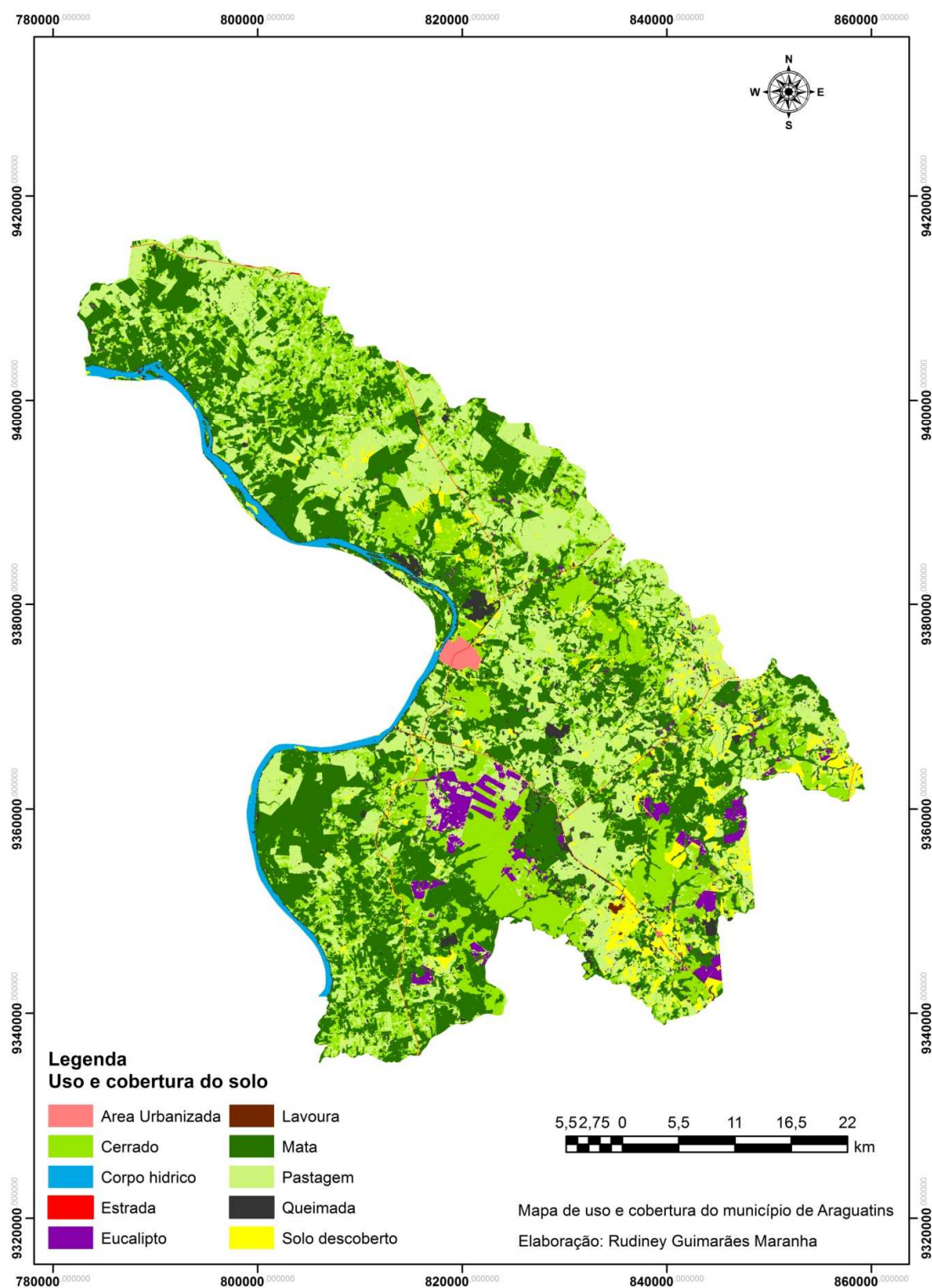
Foi elaborado o mapa temático de uso e cobertura do solo para o ano de 2015 no município de Araguatins (Figura 4), onde verificou-se os diversos usos da área do município. Os valores correspondentes de cada classe podem ser verificados na tabela 2. Cabe ressaltar que o objetivo do trabalho não foi analisar a fitofisionomia da vegetação e sim a caracterização dos diversos usos na paisagem.

Tabela 1 - Índice Kappa e percentual de acurácia do algoritmo de classificação para cada classe.

Acurácia geral = 96,4852%								
Coeficiente Kappa = 0,9556								
Classe	Floresta	Eucalipto	Cerrado	Queimada	Corpo hídrico	Solo descoberto	Pastagem	Lavoura
Floresta	98,05	2,24	0,07	0,12	0,00	0,00	0,30	0,00
Eucalipto	1,03	97,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00
Cerrado	0,51	0,17	97,21	0,13	0,00	0,40	3,26	0,00
Queimada	0,07	0,00	0,00	99,60	0,20	0,00	0,03	0,00
Corpo hídrico	0,00	0,00	0,00	0,00	99,64	0,00	0,00	0,00
Solo descoberto	0,01	0,00	0,97	0,01	0,04	93,39	3,30	1,22
Pastagem	0,33	0,43	1,75	0,03	0,11	3,21	93,06	0,00
Lavoura	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	98,78
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: O autor (2016).

Figura 4 - Mapa de uso e cobertura do solo em 2015 no município de Araguaatins.



Fonte: O autor (2016).

Tabela 2 - Classes e valores de uso e cobertura do solo no município de Araguatins em 2015 obtidas por meio de classificação supervisionada MAXVER.

CLASSE	ÁREA km ²	%
Cerrado	600,363	22,62
Corpo hídrico	59,389	2,24
Eucalipto	75,013	2,83
Lavoura	1,585	0,06
Mata	953,18	35,92
Pastagem	807,097	30,41
Queimada	29,137	1,1
Solo descoberto	111,841	4,21
Área urbanizada	9,15	0,34
Rodovia	7,086	0,27
TOTAL	2.653,841	100

Fonte: O autor (2016).

Analisando cada classe com base na tabela 2, verifica-se que 35,92% da área é ocupada pela classe *Mata*, que é coberta com floresta amazônica, e que 22,62% é coberta pela classe *Cerrado*, somando-se as duas obtemos 58,54% da área do município coberta por vegetação nativa.

Outra classe a ser destacada é *Queimada*, 1,1% da área do município estava queimada no mês de agosto de 2015, o que representa um total de 2.913,7 ha, quantidade bastante preocupante, pois nem todas são áreas de pastagem, muitas destas áreas são de floresta amazônica ou de cerrado, o que coloca em risco a vegetação nativa e a flora que as ocupa.

A classe *pastagem* foi a atividade antrópica que mais ocupou a área do município, com um total de 30,41% da área total, o que representa uma área de 80.709,70 ha, podendo ser uma área ainda maior, tendo em vista que muitas das áreas identificadas como *solo descoberto* pode ser na verdade área de pastagem degradada, desta forma caracteriza-se como a atividade antrópica com maior potencial de degradação, merecendo atenção especial, pois estas áreas quase sempre ocupam as proximidades de rios e córregos, promovendo a supressão de Áreas de Preservação Permanente (APP).

Conforme pode ser verificado na tabela a seguir (tabela 3), houve alteração nas áreas de todas as categorias. Com exceção das classes *lavoura*, *queimada* e *rodovia*, que foram inseridas somente no ano de 2015, todas as outras apresentaram variação para mais ou para menos conforme a classe e o ano analisado. As imagens analisadas foram todas do mesmo período do ano, entre os meses de agosto e setembro. Conforme pode-se observar, apenas a classe de *área urbanizada* apresenta tendência de crescimento de área.

Tabela 3 - Comparativo das áreas relativas entre os anos de 2000, 2006, 2010 e 2015.

CLASSE	2000	2006	2010	2015
CERRADO	561,053	556,887	485,501	600,363
CORPO HÍDRICO	57,436	57,436	59,983	63,971
EUCALIPTO	-	46,84	160,105	75,013
LAVOURA	-	-	-	1,585
MATA	1342,56	1268,0	1275,59	953,18
PASTAGEM	611,483	672,238	532,642	807,097
QUEIMADA	-	-	-	29,137
SOLO DESCOBERTO	49,969	19,397	103,482	111,841
ÁREA URBANIZADA	3,799	6,532	8,571	9,15
RODOVIA	-	-	-	7,086

Fonte: Adaptado de Maranh (2015). O autor (2016). Áreas expressas em km².

Analisando a tabela 3, onde comparamos os resultados obtidos para o ano de 2015 com os dados obtidos por Maranh et al. nos anos de 2000, 2006 e 2010, verificamos para cada classe:

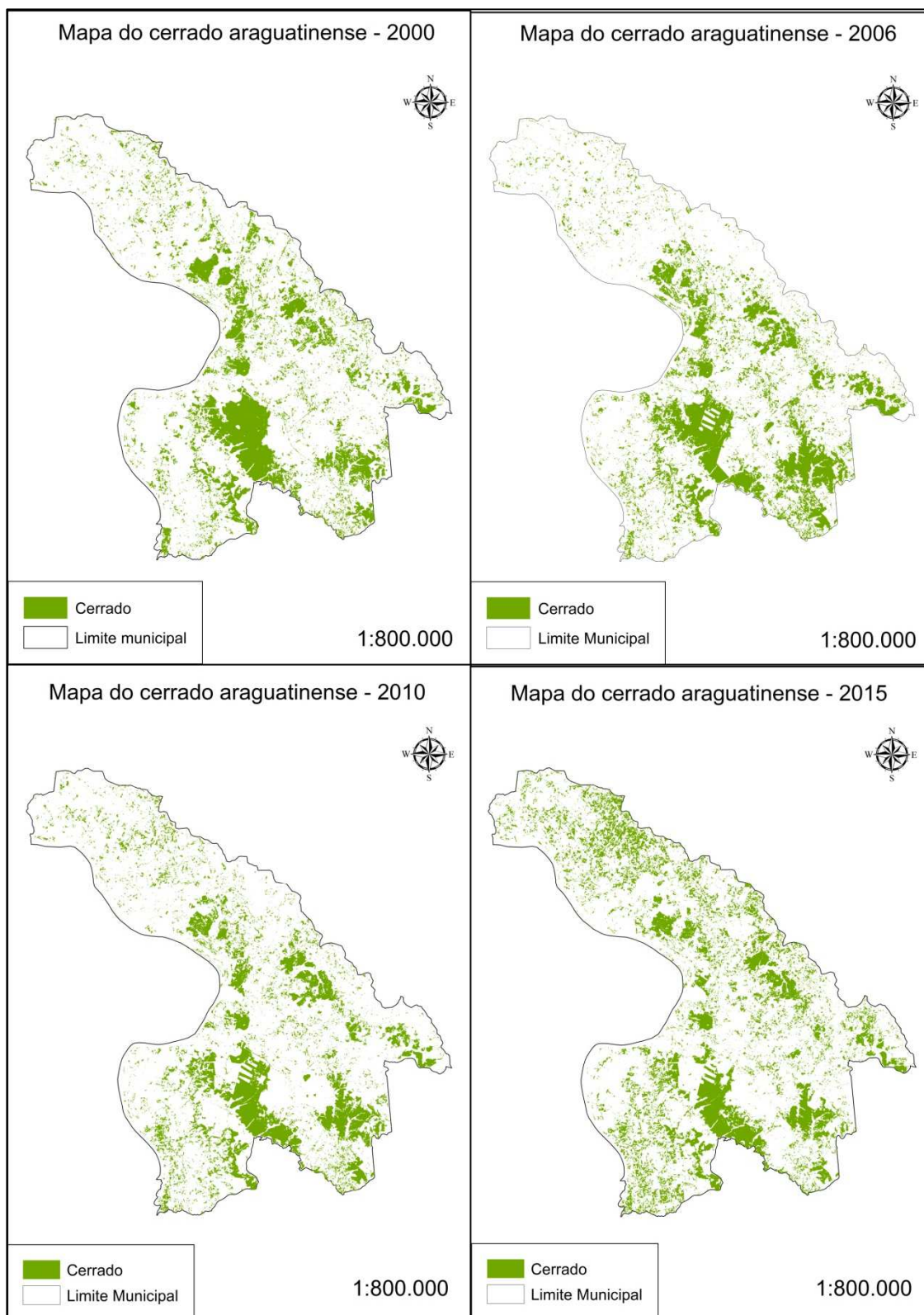
- Cerrado: a área relativa obtida no ano de 2015 foi 7,0% maior que a maior área obtida nos anos anteriores (2000), conforme pode ser observado na figura 5, este fato pode ser explicado em função de muitas áreas antes destinadas para outros fins estarem servindo como área de pousio ou área de descanso, sendo recoberta pela vegetação nativa, sem adquirir características de floresta, como altura e densidade de dossel. (Figura 6).

Figura 5 - Área característica de cerrado.



Fonte: O autor (2016).

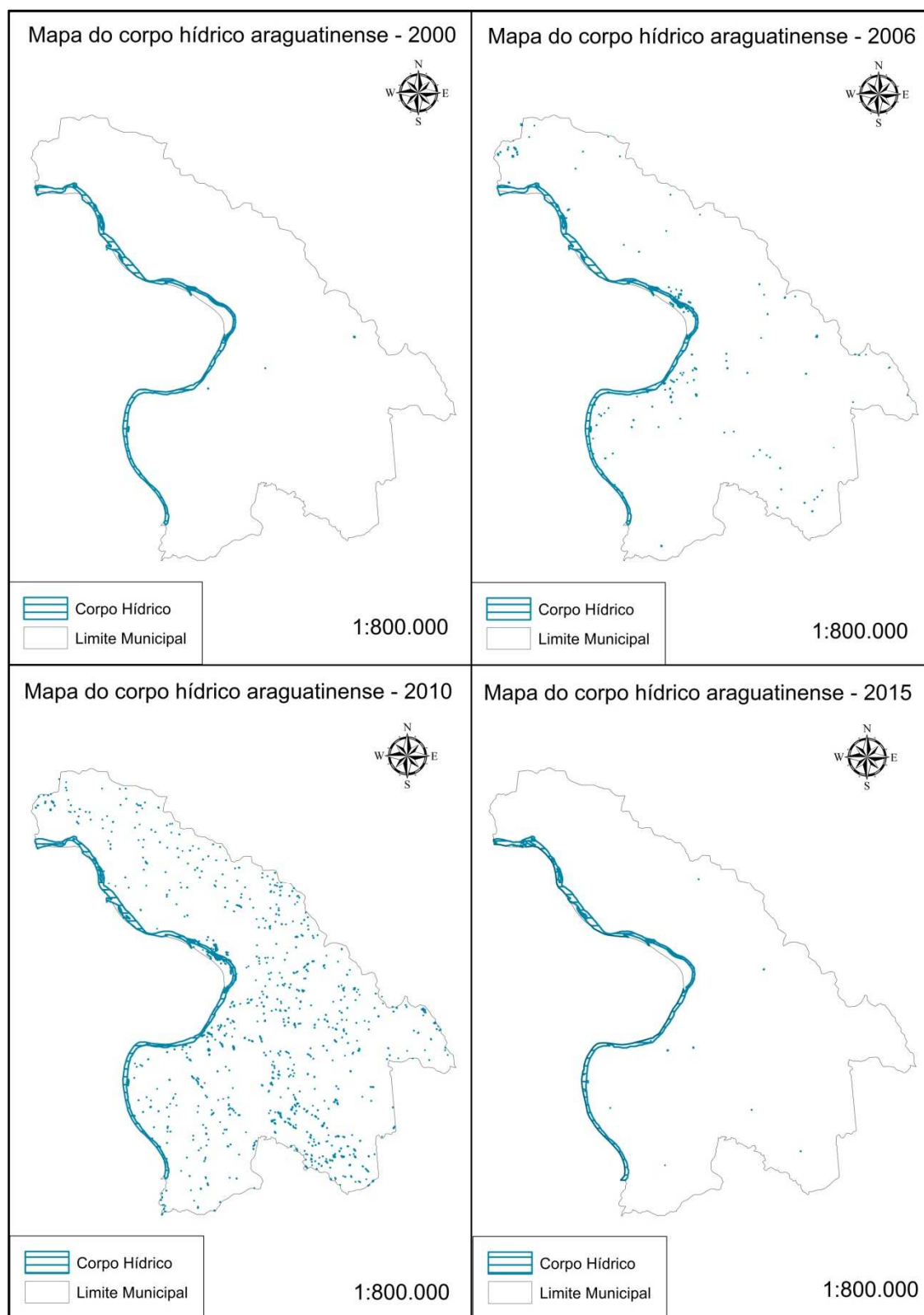
Figura 6 - Comparação das áreas de Cerrado obtidas em 2000, 2006, 2010 e 2015.



Fonte: O autor (2016); Adaptado de Maranh (2015).

- Corpo hídrico: não houve grande variação na comparação entre os anos, havendo aumento possivelmente em função de terem sido identificadas algumas atividades de piscicultura através de tanques escavados e da redução da área de algumas ilhas, promovendo o aumento da área coberta por água conforme pode ser verificado na figura 7.

Figura 7 - Comparação das áreas de Corpo hídrico obtidas em 2000, 2006, 2010 e 2015.



Fonte: O autor (2016); Adaptado de Maranh (2015).

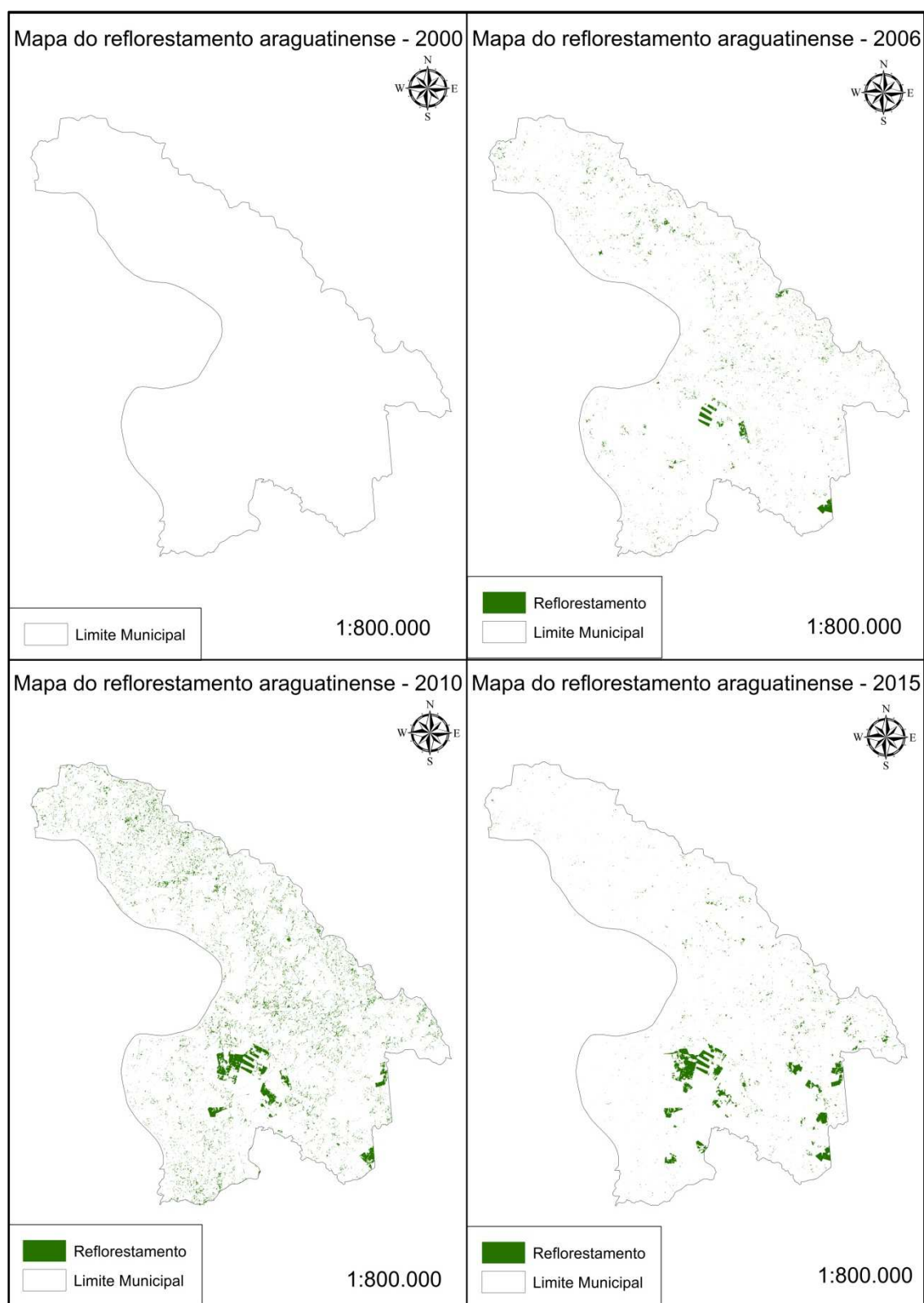
- Eucalipto: apesar de ter área pouco expressiva dentro da área do município, é uma atividade que merece atenção. Entre os anos de 2000 e 2010 houve grande incremento das áreas cobertas por este tipo de vegetação, contudo em 2015 foi identificado uma redução de 53,14% na área destinada a esta classe (figura 9), fato que pode ser explicado pela ocasião da colheita, que ocorre por volta dos 7 (sete) anos após o plantio. (Figura 8).

Figura 8 - Área com plantio de eucalipto.



Fonte: O autor (2016).

Figura 9 - Comparação das áreas de eucalipto obtidas em 2000, 2006, 2010 e 2015.



Fonte: O autor (2016); Adaptado de Maranh (2015).

- Lavoura: apesar de não terem sido identificadas áreas destinadas a esta finalidade nos anos de 2000 a 2010, no ano de 2015 foi identificada uma área de 158,50 ha, contudo esta área deve ser bem maior, pois muitas áreas identificadas como solo descoberto podem ser utilizadas a esta finalidade, bem como áreas menores utilizadas por pequenos agricultores, que não são possíveis de identificar através de imagens de satélite. (Figura 10).

Figura 10 - Área de lavoura recém implantada.



Fonte: O autor (2016).

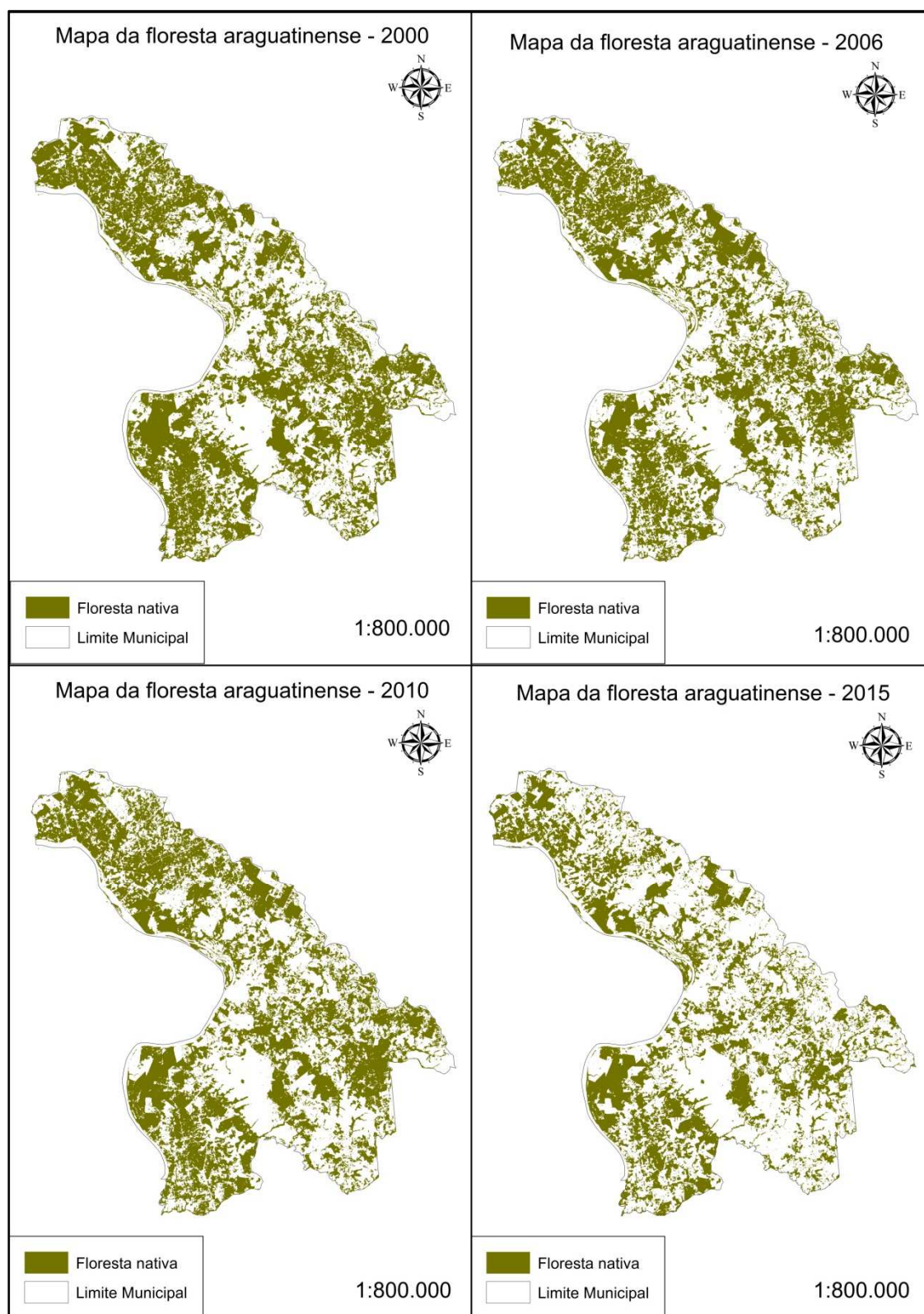
- Mata: esta classe sofreu grande redução em comparação com os anos pesquisados anteriormente, sendo que esses 25,27% de redução em comparação com o ano de 2010 podem ser explicados pela ocorrência de queimadas e pela implantação de lavoura ou pastagem. (Figura 11 e 12).

Figura 11 - Área característica de floresta.



Fonte: O autor (2016).

Figura 12 - Comparação das áreas de floresta obtidas em 2000, 2006, 2010 e 2015.



Fonte: O autor (2016); Adaptado de Maranh (2015).

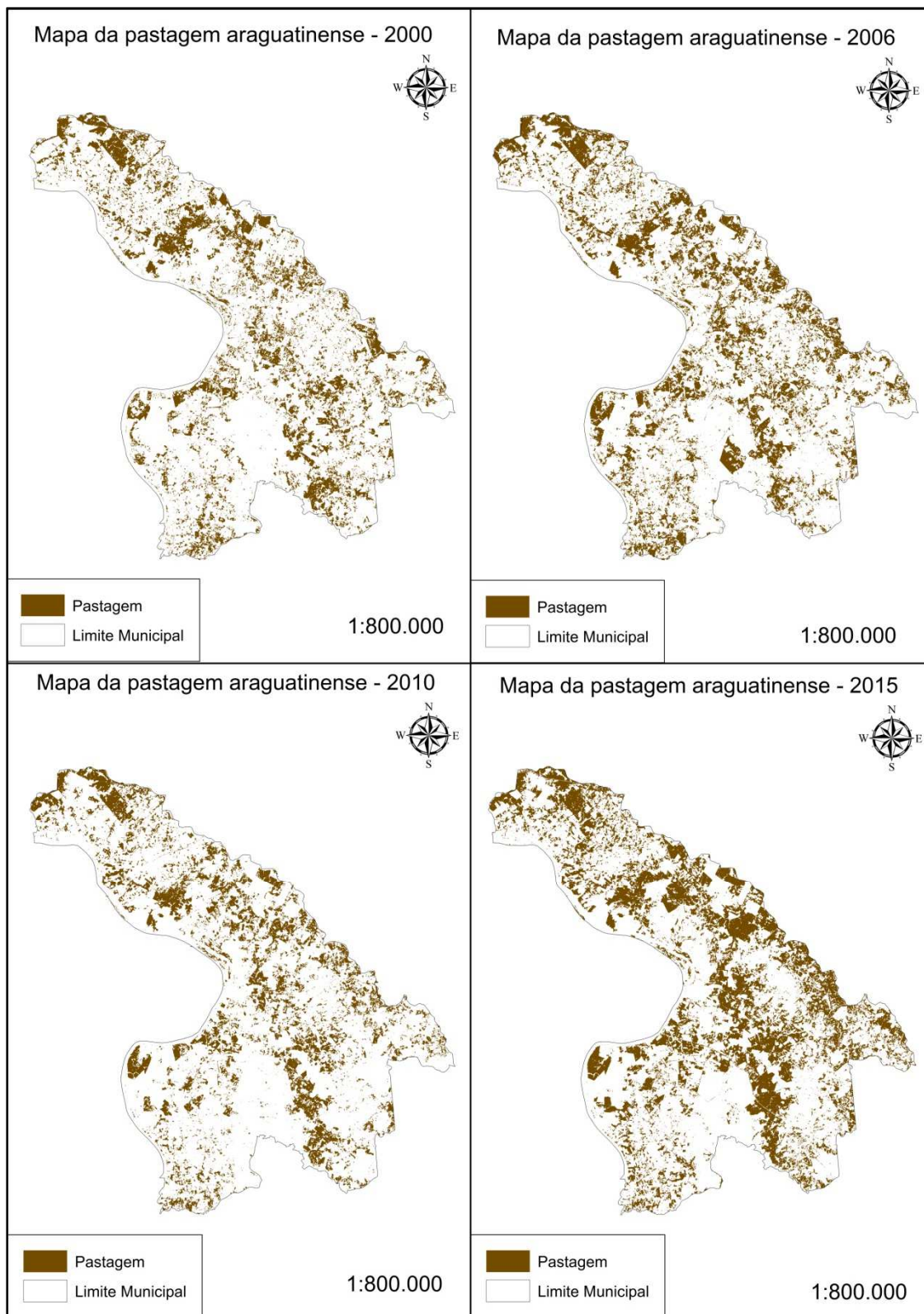
- Pastagem: houve incremento de 51,52% na área desta classe entre os anos de 2010 e 2015 (Figura 13), o que pode ter influenciado na redução da área de florestas. Exemplo de área característica de pastagem pode ser vista na Figura 14.

Figura 13 - Área de pastagem.



Fonte: O autor (2016).

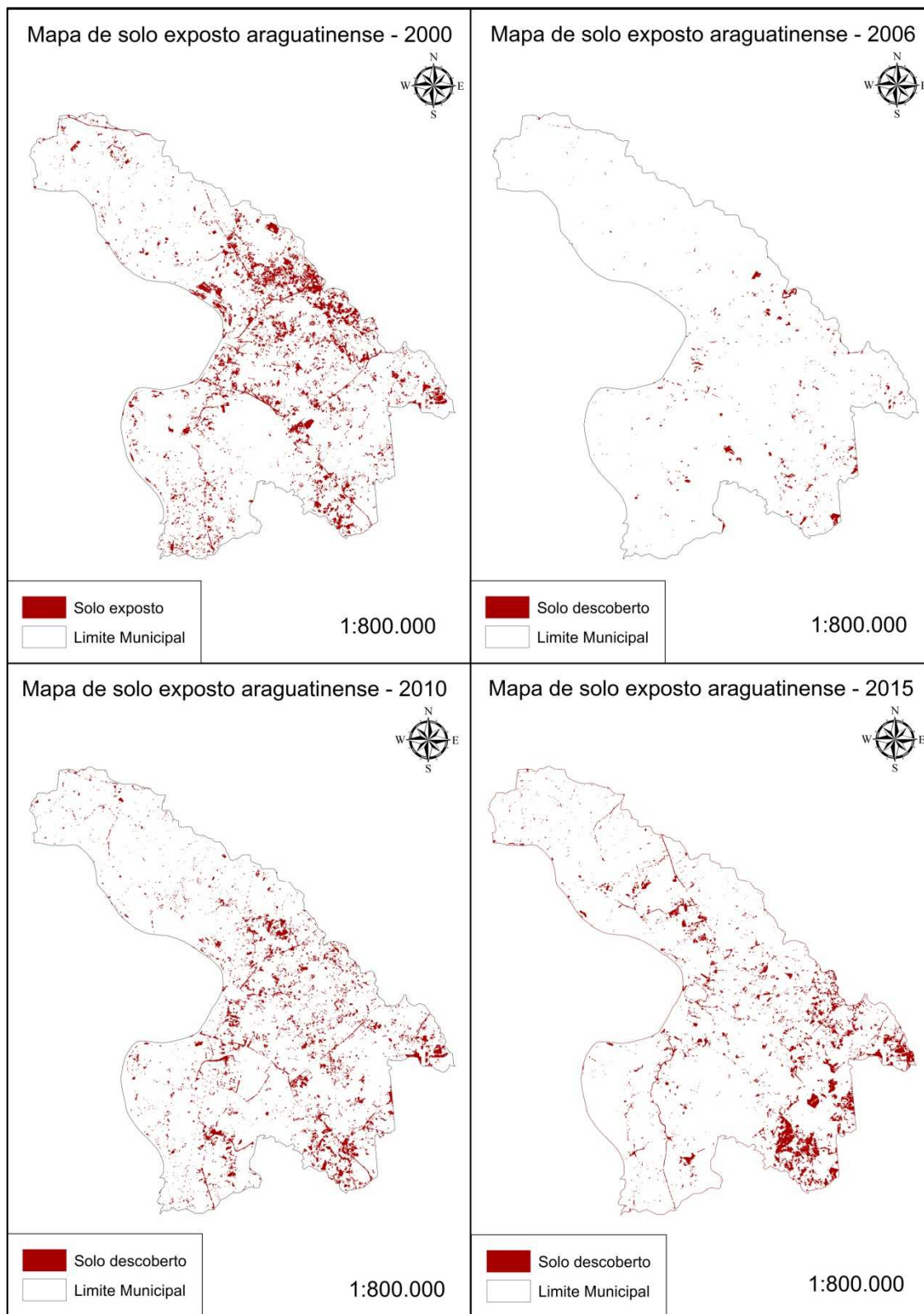
Figura 14 - Comparação das áreas de pastagem obtidas em 2000, 2006, 2010 e 2015.



Fonte: O autor (2016); Adaptado de Maranh (2015).

- Queimadas: ocuparam uma área de 2913,7 ha, este campo merece especial atenção, pois muitas áreas afetadas pelas queimadas são as florestas e o cerrado, ressalta-se que esta área pode ser ainda maior, haja vista o limite de alcance espacial dos *pixels* da imagem, 30 x 30m.
- Solo descoberto: houve aumento em relação aos anos anteriores, porém este aumento é bastante relativo, pois muitas destas podem ser áreas de pastagem ou destinadas a agricultura, que no período da imagem (época seca do ano) encontravam-se sem cobertura vegetal ou com dossel ainda não fechado. (Figura 15).

Figura 15 - Comparação das áreas de solo descoberto obtidas em 2000, 2006, 2010 e 2015.



Fonte: O autor (2016); Adaptado de Maranhá (2015).

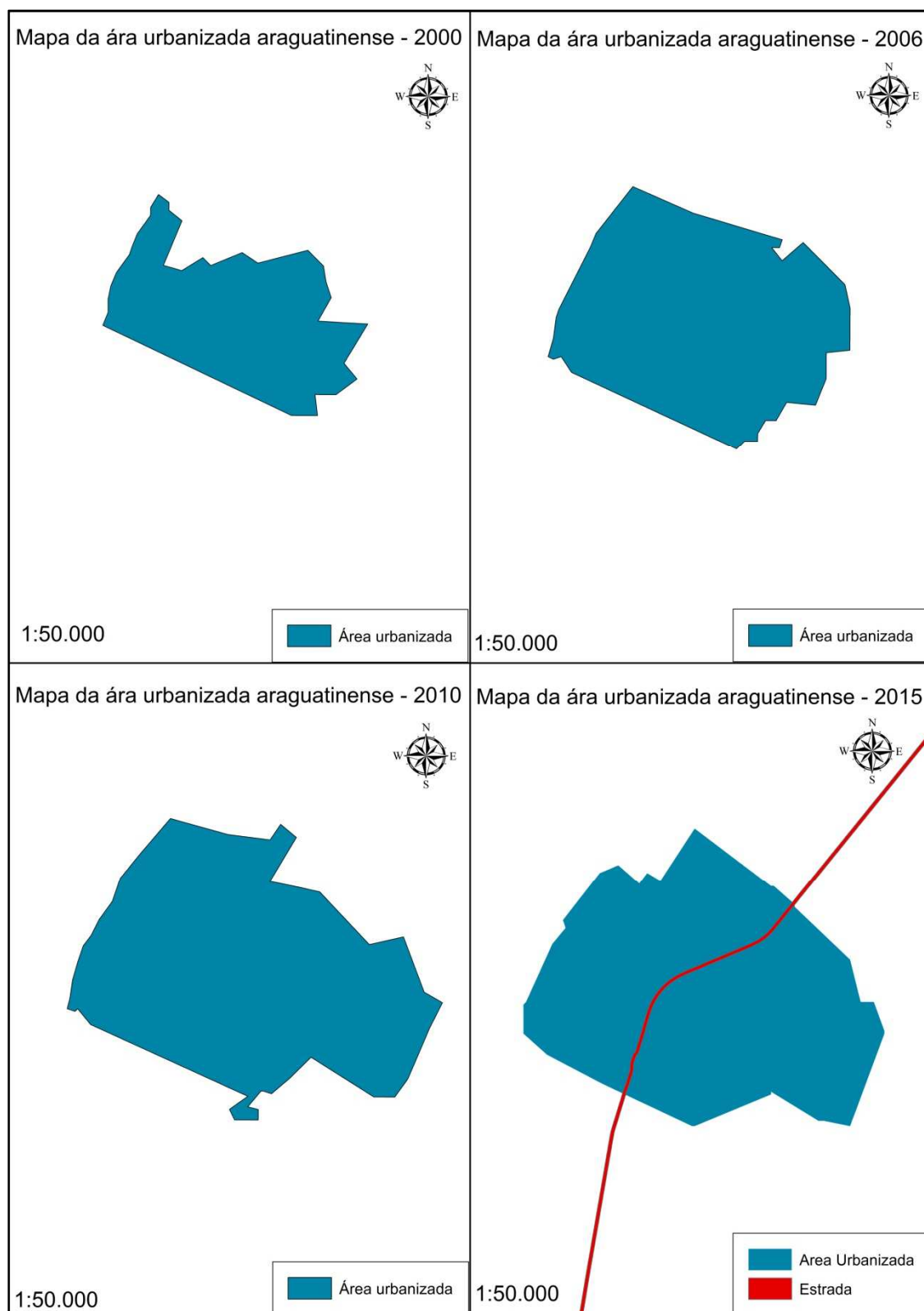
- Área urbanizada: houve sutil aumento nessa classe (Figura 16), mas este é um fenômeno natural de crescimento da área destinada à ocupação antrópica. Pode ser visto na Figura 17 a cidade de Araguatins e sua evolução entre os anos de 2000, 2006, 2010 e 2015.

Figura 16- Fotografia aérea de Araguatins.



Fonte: WERNECK (2016).

Figura 17 - Comparação das áreas da área urbanizada obtidas em 2000, 2006, 2010 e 2015.



Fonte: O autor (2016); Adaptado de Maranh (2015).

- Rodovias: apesar desta classe não ter sido classificada nos anos anteriores, para o ano de 2015 esta classe foi identificada.

Foram identificados durante a inspeção de campo das áreas representadas em cada classe, que ocorrem na área do município algumas áreas de mineração (Figura 18), contudo em virtude do tamanho destas áreas e da escala da imagem que foi utilizada neste trabalho, não foi possível a identificação e classificação destas na imagem, pois as mesmas se confundiam com as áreas de solo descoberto.

Figura 18 - Área de mineração.



Fonte: O autor (2016).

Conforme foi visto nos gráficos e imagens de cada categoria, o processo de uso e cobertura do solo está em constante dinamismo, tornando crucial o monitoramento constante por parte dos administradores e gestores públicos para que ocorra a ocupação de áreas cobertas com vegetação natural de forma ordenada e que não venha a prejudicar o equilíbrio e promova a sustentabilidade. O sensoriamento remoto mostra-se uma importante ferramenta nesse monitoramento, fornecendo subsídio para tomadas de decisões de forma acertada e com considerável ganho de tempo, haja vista que através do uso de imagens de satélite reduz-se a necessidade de visita *in loco* para vistorias de grandes áreas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho de campo foi crucial para a validação das chaves de classificação, pois apenas através da análise das imagens obtidas por satélites, muitas áreas não apresentavam possibilidade de certeza quanto ao uso, como é o caso de algumas áreas de pastagem que com frequência se confundiam com áreas de cerrado, devido suas características visuais.

Outras áreas que frequentemente se confundiam eram as de eucalipto com menos de 3 anos de plantado com as áreas de cerrado, que assim como as áreas de pastagem, foram inspecionadas e validadas através do trabalho de campo.

Percebe-se por meio da análise do mapa temático de uso e cobertura do solo do município de Araguatins que há grande potencial de expansão da área agrícola, principalmente pelo município estar incluído na zona do MATOPIBA.

O sensoriamento remoto demonstra grande aplicabilidade, principalmente para avaliação de grandes áreas em um curto período de tempo. O uso de SIGs configura-se como uma ferramenta indispensável no geoprocessamento, facilitando o processo de sistematização, manipulação e mapeamento, integrando diversas informações geográficas e criando um banco de dados georreferenciados que proporcionam a produção de vários registros cartográficos do uso e cobertura do solo, contribuindo de modo expressivo nas análises dos processos de degradação ambiental e mudança na paisagem bem como das tendências de mudanças em escala global, regional e local.

Com o mapa temático de uso e cobertura do solo criado para o ano de 2015 verificou-se que o objetivo proposto foi alcançado, pois de acordo com a resposta espectral dos alvos criou-se 10 (dez) categorias de uso e cobertura do solo, sendo que destas apenas 3 (três) são definidas como cobertura do solo, pois são naturais, como é o caso dos corpos hídricos, cerrado e floresta, as demais categorias identificadas podem ser classificadas como uso do solo, pois são resultado da influência antrópica, como a área urbanizada, lavoura, pastagem, eucalipto, estradas, solo descoberto e queimada.

Trabalhos futuros devem ser desenvolvidos com o intuito de continuar o processo de monitoramento da área do município através das técnicas de sensoriamento remoto para que se possam realizar novos levantamentos de alteração nas áreas de cobertura do solo, pois áreas com características de floresta e cerrado devem ter o mínimo de antropização possível, em especial as matas de galeria, APP e reservas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. de S. **Mudanças no uso e cobertura do solo na bacia do rio de Ondas no período de 1984 a 2009**. 2010. 86 p. Licenciatura em Geografia - Instituto de Ciências Ambientais e Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal da Bahia, Barreiras/BA, 2010.

BANDEIRA, E. G; ALVES, C. M. D; MELO, L. F. de S. **Análise Temporal por imagens LANDSAT da expansão da fronteira agrícola no Município Bom Jesus-PI. 2010**, Artigo Científico III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife-PE

BORGES, R. F.; BORGES, F. A.; COSTA, F. P. M.; NISHIYAMA, L. **Mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal da porção de alto curso da bacia do Rio Uberabinha - MG**. In: II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2008, Recife. Disponível em: <https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOII_CD/Organizado/cart_sig/227.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2016.

BURROUGH, P. A.; MCDONNELL, R. A. **Principles of geographical information system**. Oxford, Oxford University Press, 1998.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO - SEÇÃO 1. **Portaria nº 244, de 12 de novembro de 2015**. N° 217, 13 de novembro de 2015. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=13/11/2015&jornal=1&pagina=8&totalArquivos=336>>. Acesso em: 08 mar.16.

DUARTE, W. de O.; BRITO, J. L. S. **Análise temporal do uso da terra e cobertura vegetal do alto curso do rio Uberabinha utilizando imagens do satélite CBERS 2**. In: Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia. INPE, 2005. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.19.20/doc/2965.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo : Oficina de Textos, 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Araguatins - Tocantins**. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/FJ3>>. Acesso em: 25 mar. 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manuais Técnicos em Geociências. Número 7 - Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro, 2013. 3 edição.

JESUS, J. R. P. de. **Análise da dinâmica do uso e ocupação do solo no município de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG - 1988 a 2009**. Monografia (Especialização) 2010. 37f. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. Departamento de Cartografia. Belo Horizonte, 2010.

LILLESAND, T. M., KIEFER, R. W. (2000). **“Remote sensing and image interpretation”**, 4th ed. ISBN 0-471-25515-7, John Wiley & Sons, New York, NY, USA.

LOPES, E. S. S., **SPRING Básico – Tutorial 10 aulas - SPRING 4.3 (Versão Windows)**. 21p. INPE, 2006.

MARANHA, L. G. et. al. **Uso de imagens de satélite para análise do uso e cobertura do solo de Araguatins-TO**. In: Jornada de Iniciação Científica e Extensão. 6., 2015. Araguatins. *Anais...* Araguatins: Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Tocantins, 2015. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/jice/6jice/paper/view/6916>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

MOREIRA, Maurício A., **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**/ Maurício Alves Moreira. 3 ed. atual. ampl. – Viçosa: Ed. UFV, 2005.

PAPA, J. P. **Classificação supervisionada de padrões utilizando floresta de caminhos ótimos**. Tese de doutorado. 2008. 75 p. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Computação. Campinas/SP, 2008.

REVISTA CAFEICULTURA. Japão quer investir em projetos agrícolas no MATOPIBA. Disponível em: <<http://revistacafeicultura.com.br/index.php?tipo=ler&mat=60740&japao-quer-investir-em-projetos-agricolas-no-matopiba-->>. Acesso em 05 maio 2016.

RIBEIRO, Selma R. A.; CENTENO, Jorge S., **Classificação do Uso do Solo Utilizando Redes Neurais e o Algoritmo MAXVER**. 2001. Artigo Científico - Anais X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz do Iguaçu, Brasil, 21-26 abril 2001, INPE, p. 1341-1348.

SILVA, E. E. L da. **Mapeamento do uso do solo da Bacia Ribeirão Engenho de Ferro - Ibiporã - PR. 2011, entre 1990 e 2010**. 28p. Monografia (Curso de Bacharel em Geografia) - Centro de Ciências Exatas - Departamento de Geociências - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011. Disponível em: <http://www.uel.br/cce/geo/tcc/112_mapeamentodousodosolodabaciaribeiraoengenhodeferroibiporapentre1990e2010_2011.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2016.

SILVA, W. S; VIEIRA, V. C. B. **Evolução multitemporal do uso e cobertura do solo no município de Uruçuí-PI**. In: II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 2007, João Pessoa. CEFETPB, 2007. v. 1. Disponível em: <http://www.redenet.edu.br/publicacoes/arquivos/20071221_104627_GEOM-010.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2014.

VENTURIERI, A. **Curso de introdução às técnicas de sensoriamento remoto**. Apostila. 2007. 84p. Belém. 2007. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/epdir/images/docs/paper64.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2016.

WEISS, C. V. da C., et al. **Mapeamento do uso e ocupação do solo utilizando imagens de satélite do sensor TM/Landsat 5 no litoral sul do Rio Grande do Sul, Brasil.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR). 16., 2013, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu:INPE, 2013. Artigos, p. 9209-9215.

WERNECK, L. **Vista aérea do cais do porto Araguatins-TO.** Disponível em: <<http://www.ferias.tur.br/fotos/9807/araguatins-to.html>>. Acesso em 06 abr. 2016.