

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
Engenharia Agrícola e Ambiental

Marília Gabriela Brandão Gonçalves

DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE UNAÍ - MG
ENTRE OS ANOS DE 1986 E 2018

Unai
2019

Marília Gabriela Brandão Gonçalves

**DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE UNAÍ - MG
ENTRE OS ANOS DE 1986 E 2018**

Monografia apresentada como requisito para conclusão da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

Orientador: Prof. Dr. Hermes Soares da Rocha

Coorientador: Prof. Dr. André Medeiros de Andrade

**Unai
2019**

Dedico a todos, que de alguma forma, me apoiaram e encorajaram a trilhar esse caminho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a Nossa Senhora por todas as graças concebidas em toda a minha vida, pelo amparo e misericórdia nos momentos de dificuldade, de medo, de incertezas e de dor, sendo minha fortaleza, me capacitando, dando sabedoria, paciência e discernimento.

A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a realização do curso de graduação da melhor maneira que puderam.

A todos os professores, pelo tempo que se dedicaram a mim e por todo o aprendizado que me proporcionaram.

Aos Professores Hermes Soares da Rocha e André Medeiros de Andrade, pela orientação, apoio e confiança dedicado à elaboração deste trabalho.

A todos os meus amigos e companheiros de trabalhos que fizeram parte da minha formação, pelo companheirismo e tempo empreendido em nossa amizade.

Ao meu colega, melhor amigo e namorado Filipe, pelo carinho, amizade, compreensão, incentivo e cumplicidade para comigo.

A toda minha família, que mesmo vivenciando muitos momentos de minha ausência dedicados aos estudos, as suas maneiras sempre me instigaram a seguir em frente.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação.

RESUMO

O município de Unaí-MG tem como uma das principais fontes econômicas o setor agropecuário, e há algumas décadas o uso do solo vem sendo alterado devido as mudanças de práticas realizadas na região. O objetivo do presente trabalho é o levantamento e mapeamento do uso e ocupação do solo no município de Unaí, com enfoque na comparação das imagens entre 1986 e 2018. Foram utilizadas 36 cenas de 9 datas diferentes, formando 9 imagens com 4 cenas cada, sendo essas datas referente aos anos de: 1986, 1990, 1994, 1998, 2002, 2006, 2010, 2014 e 2018. Foram utilizadas imagens de satélites disponibilizadas pelo programa espacial Landsat. Essas imagens foram recortadas e processadas para a identificação e quantificação do uso e ocupação do solo. Posteriormente, as imagens foram classificadas pela classificação supervisionada e a interpretação visual das cenas. As classes definidas foram: espelho d'água, vegetação natural, solo exposto, pastagem, agricultura sequeiro e agricultura irrigada. Observou-se uma superioridade de área da vegetação natural sobre as demais classes, apesar de diminuir com o passar dos anos. A agricultura de sequeiro avançou sobre as áreas de pastagem. Em paralelo com a agricultura de sequeiro está a agricultura irrigada, que teve um aumento na área a cada período. Já as classes espelho d'água e solo exposto apresentaram valores inexpressivos em relação a área, se comparado com as demais classes. Houve alterações significativas no uso e ocupação do solo no município de Unaí, sendo que esses mapeamentos podem auxiliar no monitoramento e avaliação da dinâmica do uso e da ocupação do solo em Unaí, principalmente de áreas irrigadas.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto, SIG, Uso e ocupação do solo.

ABSTRACT

Unaí city, located in Minas Gerais-MG, has as one of the main economic sources the agricultural sector, and for some decades the land use has been altered due to changes in practices carried out in the region. The goal of this study is the survey and mapping of land use and occupation in Unaí, focusing on the comparison of the images between 1986 and 2018. 36 scenes from 9 different dates were used, forming 9 images with 4 scenes each, being These dates were used for the years 1986, 1990, 1994, 1998, 2002, 2006, 2010, 2014 and 2018. Satellite images provided by the Landsat space program were used. These images were cut and processed for the identification and quantification of land use and occupation. Subsequently, the images were classified by the supervised classification and the visual interpretation of the scenes. The classes defined were: water surface, natural vegetation, bare soil, pasture, dry agriculture and irrigated agriculture. It was observed a superiority of natural vegetation area over the other classes, although it decreasing over years. Rainfed agriculture advanced over pasture areas. In parallel with the rainfed agriculture is the irrigated agriculture, which had an increase in the area every period. On the other hand, the classes of water surface and bare soil presented inexpressive values in relation to the total area. There were significant changes in land use and occupation in the city of Unaí, and these mappings can help to monitor and evaluate the dynamics of land use and occupation in Unaí, mainly in irrigated areas.

Keywords: Remote sensing, SIG, Soil use and occupation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização do município de Unaí	24
Figura 2 - Uso e ocupação do solo no município de Unaí no ano de 1986	30
Figura 3 - Uso e ocupação do solo no município de Unaí no ano de 1990	31
Figura 4 - Uso e ocupação do solo no município de Unaí no ano de 1994	32
Figura 5 - Uso e ocupação do solo no município de Unaí no ano de 1998	33
Figura 6 - Uso e ocupação do solo no município de Unaí no ano de 2002	34
Figura 7 - Uso e ocupação do solo no município de Unaí no ano de 2006	35
Figura 8 - Uso e ocupação do solo no município de Unaí no ano de 2010	36
Figura 9 - Uso e ocupação do solo no município de Unaí no ano de 2014	37
Figura 10 - Uso e ocupação do solo no município de Unaí no ano de 2018	38
Figura 11 - Variação percentual do uso e ocupação do solo entre os anos de 1986 a 2018.....	39
Figura 12 - Variação da área ocupada por espelho d'água entre os anos de 1986 a 2018 no município de Unaí.....	40
Figura 13 - Variação da área ocupada por vegetação natural entre os anos de 1986 a 2018 no município de Unaí.....	40
Figura 14 - Variação da área ocupada por pastagem entre os anos de 1986 a 2018 no município de Unaí.....	41
Figura 15 - Variação da área ocupada por agricultura de sequeiro entre os anos de 1986 a 2018 no município de Unaí.....	42
Figura 16 - Variação da área ocupada por agricultura irrigada entre os anos de 1986 a 2018 no município de Unaí.....	42
Figura 17 - Evolução da ocupação do solo no município de Unaí entre os anos de 1986 a 2018	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Informações das cenas dos satélites Landsat utilizadas	25
Tabela 2 - Principais características dos satélites Landsat e seus respectivos sensores que serão utilizados nesse estudo.....	26
Tabela 3 - Área por classes do uso e ocupação do solo entre os anos de 1986 a 2018	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETM+	<i>Enhanced Thematic Mapper Plus</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEDE	Infraestrutura Estadual de Dados Espaciais de Minas Gerais
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
FJP	Fundação João Pinheiro
Landsat	<i>Land Remote Sensing Satellite</i>
MSS	<i>Multispectral Scanner System</i>
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
OLI	<i>Operational Land Imager</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PLANOROESTE	Plano de Desenvolvimento Integrado do Noroeste Mineiro
PMU	Prefeitura Municipal de Unai
SIG	Sistema de Informação Geográfica
TIRS	<i>Thermal Infrared Sensor</i>
TM	<i>Thematic Mapper</i>
USGS	<i>United States Geological Survey</i>
VAB	Valor Adicionado Bruto

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 OBJETIVO	22
3 METODOLOGIA.....	23
3.1 Localização e caracterização da área de estudo	23
3.2 Imagens orbitais.....	23
3.3 Processamento das imagens.....	25
3.4 Classificação do uso e ocupação do solo	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5 CONCLUSÃO.....	42
REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

O município de Unaí está situado na região noroeste de Minas Gerais, estado integrante da região sudeste do Brasil, apresenta clima favorável para a criação de gado e para as produções agrícolas, possui uma área de 8448,082 km² banhados por ribeirões e rios, razão pela qual existem milhares de propriedades rurais, a maior parte do seu território pertence à bacia hidrográfica do rio São Francisco, e um pequeno trecho pertence à sub bacia hidrográfica do rio São Marcos, enquadra-se na Região Geoeconômica de Brasília, um programa criado em 1975, cujo objetivo principal é o de promover melhorias e orientações às atividades agropecuárias localizadas nas áreas vizinhas do Distrito Federal, a produção agropecuária é uma das mais importantes do estado, razão pela qual a cidade é considerada como polo do noroeste mineiro, o escoamento da produção agropecuária é favorecido por estar próximo da capital federal (GONÇALVES, 2017).

Como fatores que contribuíram para que o referido cenário fosse modificado, destacam-se a construção da barragem de Três Marias e a transferência da Capital Federal do Rio de Janeiro para o Planalto Central do país, com o objetivo de promover a interiorização do desenvolvimento, então concentrado no litoral (PMU, 2019).

Dados da PMU dão conta de que até o final da década de 50, a vasta área do Planalto Central era um “vazio” demográfico e econômico, e a pecuária extensiva era a única atividade que se destacava economicamente na região, após a inauguração de Brasília acelerou-se o processo de ocupação do território com expansão da fronteira agrícola, facilitada pela implantação de rodovias como a BR-040, que interliga Brasília com o restante do país, estes fatos resultaram num melhor aproveitamento dos terrenos planos e com vales abertos do cerrado e dos recursos oferecidos pelo solo, com o passar do tempo uma agricultura do tipo empresarial foi introduzida intensificando-se a mecanização e o uso de insumos agrícolas voltada, de modo especial, para a produção de grãos, com destaque para a soja, milho, feijão e café (ALVES, 2015).

Em 2016, Unaí foi responsável pelo maior Valor Adicionado Bruto (VAB) da Agropecuária do estado com participação de 2,47%, desde 2010, o município está entre os cinco maiores conforme posição e participação percentual no VAB da agropecuária de Minas Gerais. A produção de soja tem apresentado acréscimo nos últimos anos e assim se destacou do setor, quanto ao feijão, o milho e o café, eles também são e têm sido relevantes na economia do município, assim como a criação de bovinos. O setor agropecuário foi responsável por 26,1% do Produto Interno Bruto (PIB) do município no referido ano (FJP, 2018).

A criação do Distrito Federal foi determinante para o desenvolvimento da região centro oeste reformulando a estrutura organizacional, bem como a fomentação de novas tecnologias para a exploração dos solos do cerrado. Em busca de aumentar a produção, diminuir os custos e se tornar mais competitivo, o produtor rural começa a buscar novas tecnologias de produção. Uma destas tecnologias é a irrigação a partir de pivôs centrais, que cresce vertiginosamente na região (SOARES *et al.*, 2007).

Dessa forma, o processo de ocupação do território, apontado por condicionantes naturais e sociais, e as suas consequências sobre os sistemas ambientais, causam efeitos no ambiente que precisam ser compreendidos de forma integrada, tendo em vista que as ações acontecem em lugares específicos e os problemas a serem resolvidos encontram-se num espaço definido, ou seja, variáveis no tempo e no espaço (MEDEIROS, 2004). O levantamento do uso e ocupação do solo é imprescindível para analisar a forma pela qual determinado espaço está sendo ocupado, podendo este servir para planejadores e legisladores, pois ao verificar a utilização do solo em determinada área, pode-se elaborar uma melhor política de uso da terra para desenvolvimento da região (PRUDENTE; ROSA, 2007).

A utilidade das imagens de satélite é muito vasta e fundamental para se estudar os fenômenos geográficos da superfície terrestre, uma vez que isso pode ser feito em várias escalas de análise, tanto temporal como espacial. Desta forma, pode-se discutir desde a localização de um município no planeta Terra, observar características de distribuição vegetal e climática, hidrografia, relevo, ocupação do solo, bem como, acompanhar processos que levam à transformação do espaço de maneira instantânea (CRISPIM; ALBANO, 2016).

As imagens podem ser adquiridas atualmente de diversos satélites, como os da série de satélites *Land Remote Sensing Satellite* (Landsat). O programa Landsat constitui-se em uma série de satélites desenvolvidos e lançados pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) a intervalos médios de 3 a 4 anos, o programa representou no século XX um modelo de missão de sensoriamento remoto de recursos naturais, principalmente porque permitiu incorporar, em seus sucessivos satélites, características requeridas pelos usuários dos dados, para o Brasil, esse programa foi de fundamental importância, porque possibilitou consolidar e capacitar uma ampla comunidade de usuários, além disso, esses dados são recebidos no Brasil desde 1973, que contou com toda a infraestrutura para sua recepção, processamento e distribuição, através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (NOVO, 2010).

As imagens do satélite Landsat são uma das mais importantes fontes de dados para o estudo da evolução de diferentes tipos de cobertura do uso do solo, devido à vasta quantidade de imagens disponíveis no seu acervo histórico que é disponibilizado de forma gratuita. O

acervo Landsat coloca à disposição imagens com um intervalo de tempo que permite a análise das variações do uso do solo ao longo de anos e décadas (BERTUCINI JUNIOR, 2017).

A resolução espacial de 30 m das imagens Landsat é considerada adequada para trabalhos que visam o estudo de detecção de alterações em áreas agrícolas e florestais para longos períodos, anos ou décadas (BERTUCINI JUNIOR, 2017). Atualmente estão sendo desenvolvidos novos algoritmos de detecção de alterações usando imagens Landsat, de pelo menos uma data por ano para encontrar mudanças no uso do solo, necessitando que as imagens sejam de uma mesma época do ano para minimizar as influências de diferença de fenologia e ângulo do sol (ZHU; WOODCOCK, 2014 *apud* BERTUCINI JUNIOR, 2017).

O desenvolvimento das geotecnologias advindas do sensoriamento remoto, ou seja, das tecnologias envolvidas com a aquisição de dados espaciais, processamento e manipulação dos mesmos, armazenamento e apresentação de informações espaciais, tem-se popularizado nos últimos anos como uma ferramenta de grande potencial para a interação e identificação dos elementos formadores da paisagem geográfica (CRISPIM; ALBANO, 2016). Decisões estratégicas exigem uma grande quantidade de informações que podem ser analisadas com o uso destas ferramentas, tais como: o uso do solo e a influência do relevo, do clima e da hidrografia nas características físicas e ocupacionais de uma dada região, com isso, as geotecnologias, por meio das técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, podem auxiliar no planejamento e no controle ambiental (SOARES *et al.*, 2014).

Segundo Alves e Conceição (2015), a importância da análise do uso e da ocupação do solo em estudos de distinção ambiental justifica-se especialmente pela necessidade da identificação de fontes ou potenciais fontes de alterações do ambiente, sendo que, o conhecimento das fontes possibilita uma avaliação decisiva no que diz respeito à quais ações tomar para eliminação ou diminuição do fator causador das alterações.

O mapeamento do uso e ocupação do solo tornou-se essencial para a compreensão dos padrões de disposição do espaço, sendo que, o espaço tem como principal agente transformador a ação antrópica, logo, é necessária a constante atualização dos dados de uso e ocupação, permitindo a análise de tendências com o intuito de fornecer informações às ações do Estado (ALVES; CONCEIÇÃO, 2015).

Supõe-se que no município de Unai houve um aumento das áreas ocupadas por agricultura (irrigada e de sequeiro), nas últimas décadas e que essas alterações poderão ser identificadas através de ferramentas de sensoriamento remoto.

2 OBJETIVO

O presente estudo objetivou o levantamento e o mapeamento do uso e ocupação do solo no município de Unaí entre os anos de 1986 e 2018 utilizando o sensoriamento remoto orbital óptico.

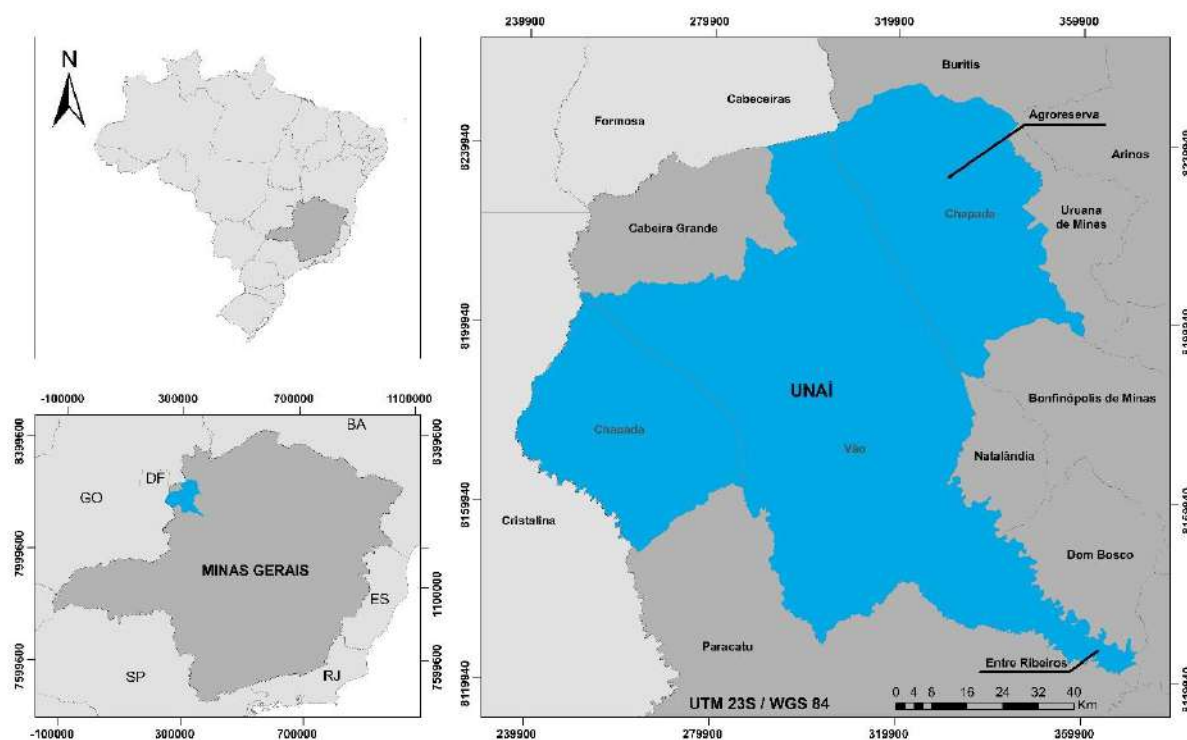
O objetivo específico do trabalho é avaliar o direcionamento da expansão da agricultura irrigada no município de Unaí no período avaliado.

3 METODOLOGIA

3.1 Localização e caracterização da área de estudo

O município de Unaí está situado na mesorregião do Noroeste de Minas e na Microrregião de Unaí, com área de 8.448,082 km² (Figura 1). A altitude máxima é de 1.001 metros acima do nível do mar. A sede municipal, a 640 metros de altitude, tem sua posição geográfica determinada pelo paralelo de 16° 22' 45'' de latitude sul, em sua interseção com o meridiano de 46° 53' 45'' de longitude oeste. A topografia de Unaí é considerada plana, apresentando 60% de área plana, 25% de área ondulada e 15% de área montanhosa. O clima é tropical úmido, com temperaturas variando entre máximas de 35 °C, mínimas de 10 °C, temperatura média anual de 24 °C, e precipitação pluviométrica média anual de 1.200 mm. Os meses de chuva são: outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março (PMU, 2019).

Figura 1 - Localização do município de Unaí



3.2 Imagens orbitais

Foram utilizadas 36 cenas de 9 anos diferentes para a realização do trabalho, formando 9 imagens com 4 cenas cada. Foi necessário a aquisição de 4 cenas para cada data

para analisar toda a área do município. As cenas foram obtidas dos satélites Landsat 5, 7 e 8 (órbita 220, ponto 071; órbita 220, ponto 072; órbita 221, ponto 071; e órbita 221, ponto 072), com seus respectivos sensores TM, ETM+ e OLI (Tabela 1), e com resolução espacial de 30 m. As cenas foram adquiridas de forma gratuita do através do site *Earth Explorer* do *United States Geological Survey* (USGS) no período de seca para auxiliar na definição das áreas. A tabela 2 apresenta um resumo das informações referentes a cada cena.

Tabela 1 - Informações das cenas dos satélites Landsat utilizadas

Cenas	Satélite	Sensor	Mês de obtenção
1986	Landsat 5	TM	Julho
1990	Landsat 5	TM	Julho
1994	Landsat 5	TM	Junho
1998	Landsat 5	TM	Julho
2002	Landsat 7	ETM +	Junho
2006	Landsat 5	TM	Junho
2010	Landsat 5	TM	Junho
2014	Landsat 8	OLI	Agosto
2018	Landsat 8	OLI	Junho

O Landsat 5, lançado em 1984 e desativado em 2011, era composto por 2 instrumentos sensores de mapeamento, o *Multispectral Scanner System* (MSS) e o *Thematic Mapper* (TM). Já o Landsat 7, lançado em 1999 e interrompido a recepção no Brasil em 2003, era composto pelo instrumento sensor *Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+). O Landsat 8, lançado em 2013 e ainda ativo, é composto e operado por dois instrumentos de mapeamento, o *The Operational Land Imager* (OLI) e o *The Thermal Infrared Sensor* (TIRS). O sensor MSS foi projetado com quatro canais dispostos nas regiões do visível e infravermelho próximo. O sensor TM operou com 7 bandas nas regiões do visível, infravermelho próximo, médio e termal. Já o sensor ETM+ foi o sucessor operacional do instrumento TM e manteve configurações técnicas muito semelhantes a ele, com o acréscimo da banda pancromática. Os produtos OLI consistem de 9 bandas multiespectrais com resolução espacial de 30 metros, resultando nas bandas de 1 a 9. A banda 8 é denominada Pancromática e possui uma resolução de 15 metros (EMBRAPA, 2019).

Tabela 2 - Principais características dos sensores dos satélites utilizados nesse estudo

Sensor	Bandas	Res. Espectral (μm)	Res. Espacial (m)	Res. Temporal (dias)	Res. Radiométrica (bits)	Faixa imageadora (km)
TM	1	0,45 –				
	2	0,50 –				
	3	0,63 –	30	16	8	185
	4	0,76 –				
	5	1,55 –				
	7	2,08 –				
ETM+	1	0,45 –				
	2	0,50 –				
	3	0,63 –	30			
	4	0,76 –		16	8	185
	5	1,55 –				
	7	2,08 –				
	8 (pan)	0,50 –	15			
OLI	2	0,50 –				
	3	0,63 –				
	4	0,76 –	30			
	5	1,55 –		16	16	183
	6	1,56 –				
	7	2,08 –				
	8 (pan)	0,50 –	15			

3.3 Processamento das imagens

As imagens foram processadas utilizando o *software* QGIS 3.4[®]. Inicialmente foi realizada a composição de bandas multiespectrais, para as imagens do Landsat 5 e 7 foram utilizadas as bandas 1, 2, 3, 4, e 5, e para as imagens do Landsat 8 foram utilizadas as bandas 2, 3, 4, 5 e 6.

Após a composição das bandas foi gerado o mosaico das 4 cenas utilizadas para cada data e a partir da formação das imagens únicas para cada data, pôde-se realizar o recorte das imagens de acordo com o limite do município, com o objetivo de diminuir a taxa de processamento em cada etapa e imagem, reduzir o tamanho dos arquivos gerados e, conseqüentemente, reduzir a capacidade necessária para armazenamento. O limite de Unaí foi obtido no site Infraestrutura Estadual de Dados Espaciais de Minas Gerais (IEDE), da Fundação João Pinheiro (FJP). Também foi feita nesta etapa a remoção da área urbana do município, pois a área urbana não é objeto de estudo e a remoção da mesma faz com que não seja necessário acrescentar a classe de área urbana na classificação. Para isso foi utilizado um limite das áreas

urbanizadas do estado de Minas Gerais obtido no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

3.4 Classificação do uso e ocupação do solo

Para a obtenção do uso e ocupação do solo foi aplicada a classificação supervisionada através do algoritmo estatístico de Máxima Verossimilhança (maxver). Foi feita uma amostragem de cada área selecionando os *pixels* de classes do terreno já conhecidos. Nessa classificação foram definidas as classes espelho d'água, vegetação natural, solo exposto, pastagem e agricultura.

Com a classificação maxver, que utiliza algoritmos que calculam a probabilidade de um *pixel* pertencer ou não à uma determinada classe definida no treinamento supervisionado, obteve-se a classificação da imagem. Este algoritmo considera a ponderação da distância das médias dos níveis digitais e se apropria de parâmetros estatísticos (ALMEIDA *et al.*, 2011). Este método pressupõe que o analista conheça minimamente a área de estudo, visto que deve - se selecionar, a priori, as classes a serem mapeadas, coletando um grande número de pixels para cada classe, para que estas tenham representatividade no mapeamento (CROSTA, 1992 *apud* ALMEIDA *et al.*, 2011).

Em razão da dificuldade de amostragem das áreas de agricultura irrigada e agricultura sequeiro, devido a presença de áreas com sistema de irrigação instalado sem culturas em desenvolvimento, definiu-se apenas uma classe (agricultura) para classificação supervisionada. Para diferenciação das áreas irrigadas e de sequeiro realizou-se inicialmente uma inspeção visual das imagens, como descrito por Novo (2010), onde obteve-se uma classificação por meio de interpretação visual. Para facilitar esse processo foi utilizado um arquivo *shapefile* das áreas irrigadas por pivô central no Brasil no ano de 2014, disponibilizado pela Agência Nacional de Águas (ANA). O arquivo foi recortado a partir do limite do município e definido como agricultura irrigada no ano de 2014, posteriormente o mesmo arquivo foi utilizado para acrescentar ou retirar os pivôs centrais em cada período analisado, através da interpretação visual de cada imagem, gerando um arquivo *shapefile* correspondente as áreas de agricultura irrigada para cada período. Para esse estudo foram desconsideradas áreas irrigadas por outros sistemas de irrigação, pois, segundo a ANA (2017), em aproximadamente 96% da área irrigada de Unaí é utilizado o sistema de aspersão por pivô central e as áreas irrigadas por outros sistemas de irrigação são predominantemente cultivadas pastagens, portanto essas áreas foram classificadas como pastagem ainda na classificação supervisionada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 apresenta a área em hectare identificadas de cada classe em cada período analisado. Com esse resultado foi possível constatar as variações anuais de uso e ocupação do solo numericamente.

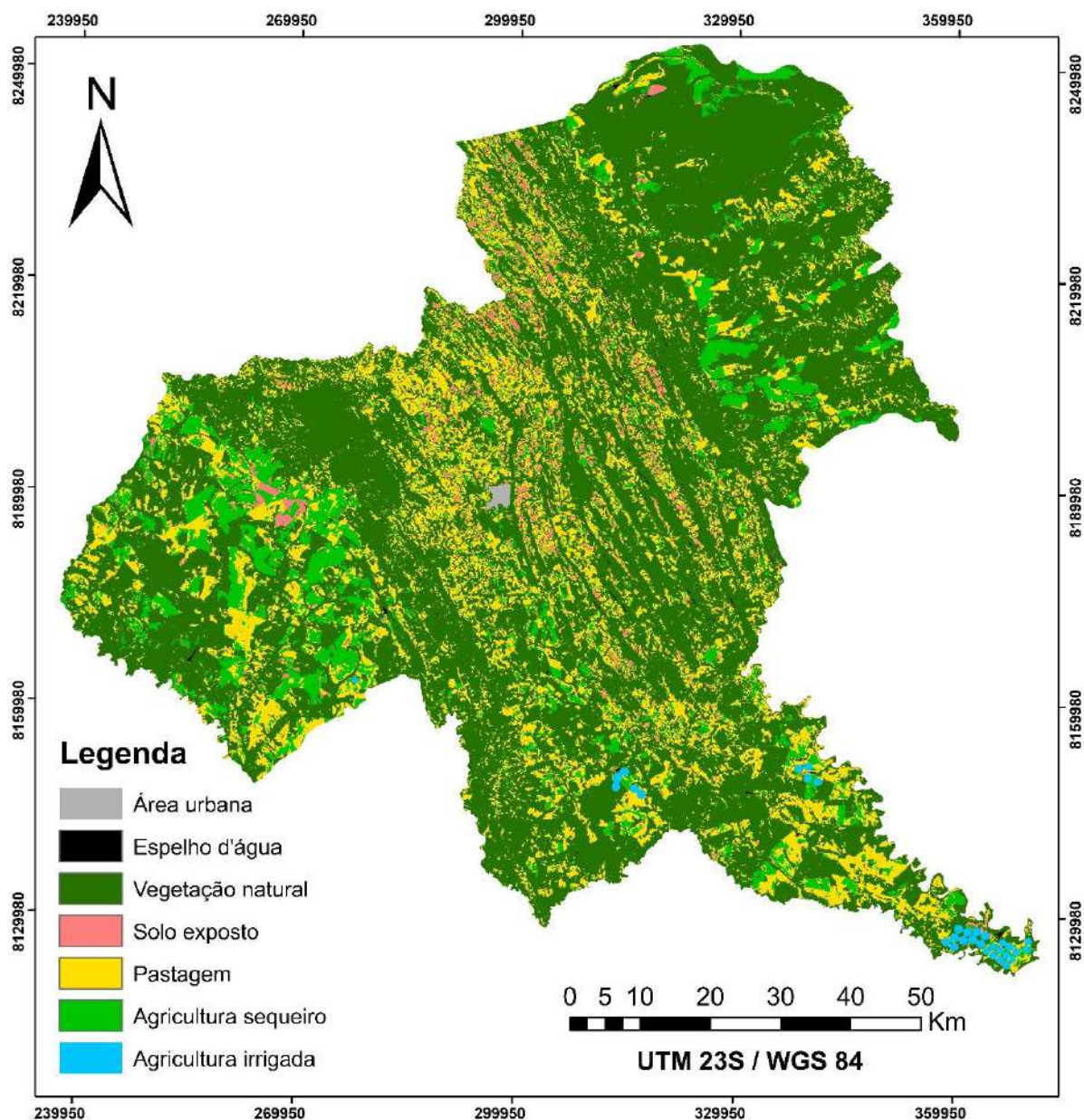
Tabela 3 - Área por classes do uso e ocupação do solo entre os anos de 1986 a 2018

Classes	Área (ha)								
	1986	1990	1994	1998	2002	2006	2010	2014	2018
Espelho d'água	860	231	109	281	716	1.605	1.581	2.079	1.268
Vegetação natural	572.318	494.564	526.591	488.431	527.973	422.368	496.015	368.343	394.446
Solo exposto	18.903	14.031	959	3.822	6.683	4.113	10.356	5.979	6.939
Pastagem	174.773	188.071	121.563	126.281	104.064	118.354	105.166	136.431	154.775
Agricultura sequeiro	76.108	138.477	179.397	203.623	174.364	259.363	185.385	269.043	219.447
Agricultura irrigado	3.536	5.763	13.914	20.071	28.735	36.684	44.049	60.817	65.838

As Figuras 2 a 10 apresentam os mapas elaborados do uso e ocupação do solo no município de Unaí em cada período analisado, áreas essas geradas pelas classificações utilizadas (supervisionada e interpretação visual). Através de análise visual constatou-se que a classificação apresentou elevada similaridade com as imagens de satélites, onde foram escolhidos pontos para avaliação e que a maior parte deles estavam classificados corretamente.

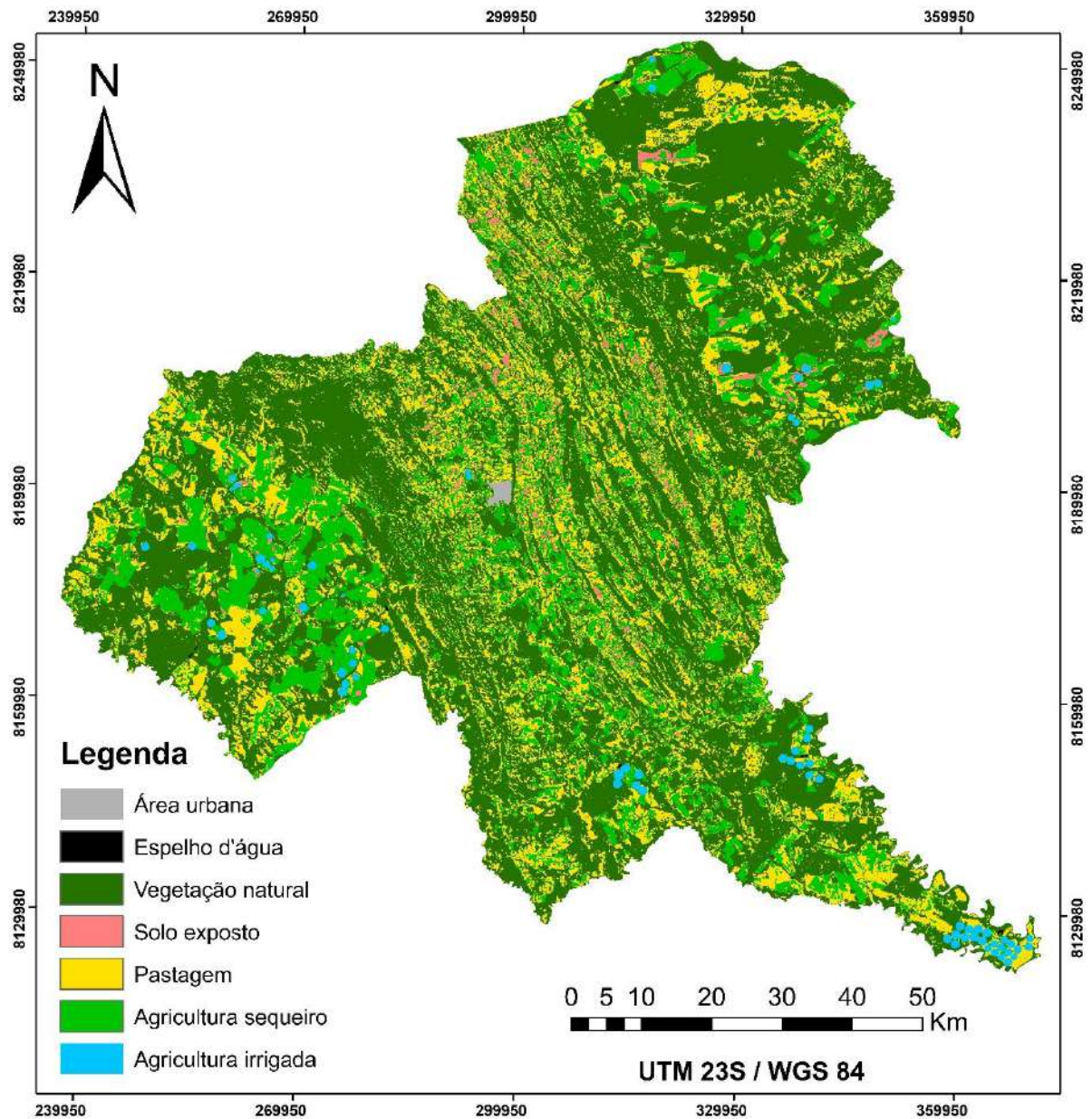
Na Figura 2 pode-se destacar que existe uma pequena incidência de agricultura irrigada, onde estão situadas em áreas conhecidas como “vão”, que são áreas localizadas na parte mais baixa e possuem naturalmente solos férteis. Nesse período as terras localizadas nas áreas de vão eram mais valorizadas que as terras de chapada (Figura 1). Pode-se observar uma concentração elevada de agricultura irrigada na região entre o rio Preto e o ribeirão Entre Ribeiros, que faz divisa com os municípios de: Dom Bosco, Brasilândia de Minas, João Pinheiro e Paracatu. Essa região é conhecida como Entre Ribeiros, onde, Segundo Rodriguez (2004), houve crescimento expressivo da irrigação desde a década de 1970, principalmente em razão dos incentivos governamentais, como o Plano de Desenvolvimento Integrado do Noroeste Mineiro (PLANOROESTE).

Figura 2 - Uso e ocupação do solo no município de Unaí no ano de 1986



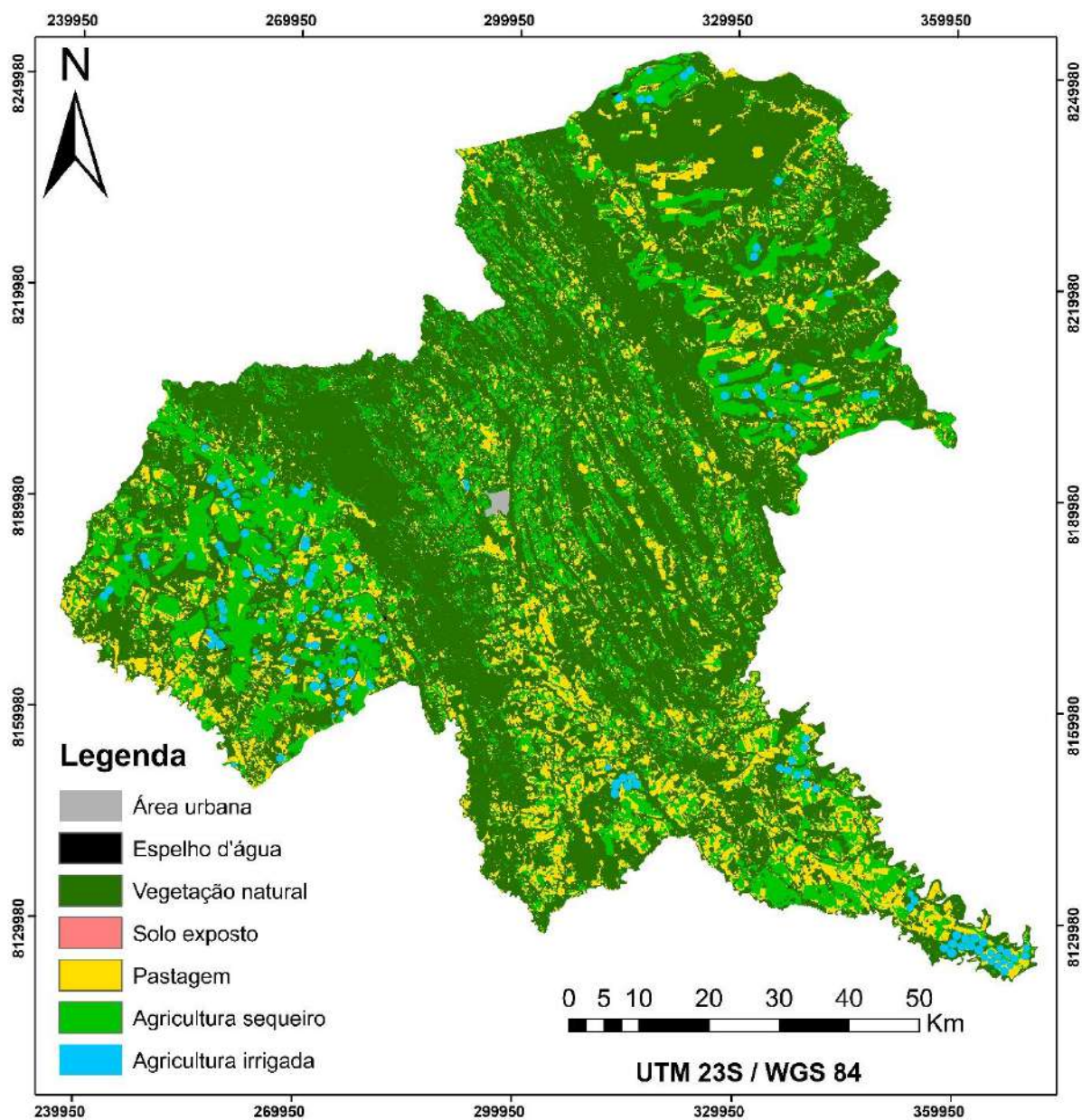
É possível notar na Figura 3 que houve um avanço da agricultura irrigada para as regiões de chapada. Segundo Dias e Amaral (2001), apesar da redução dos valores de crédito rural em meados da década de 1980 e da pequena crise de 1986, configurou-se nesse período um novo modelo de agricultura, que passou a se relacionar de modo muito mais integrado com o sistema de distribuição, composto por setores agroindustrial e por cadeias de supermercados varejistas, e com os fornecedores de insumos e serviços. Isso pode ter contribuído para o avanço da irrigação nesse período.

Figura 3 - Uso e ocupação do solo no município de Unaí no ano de 1990



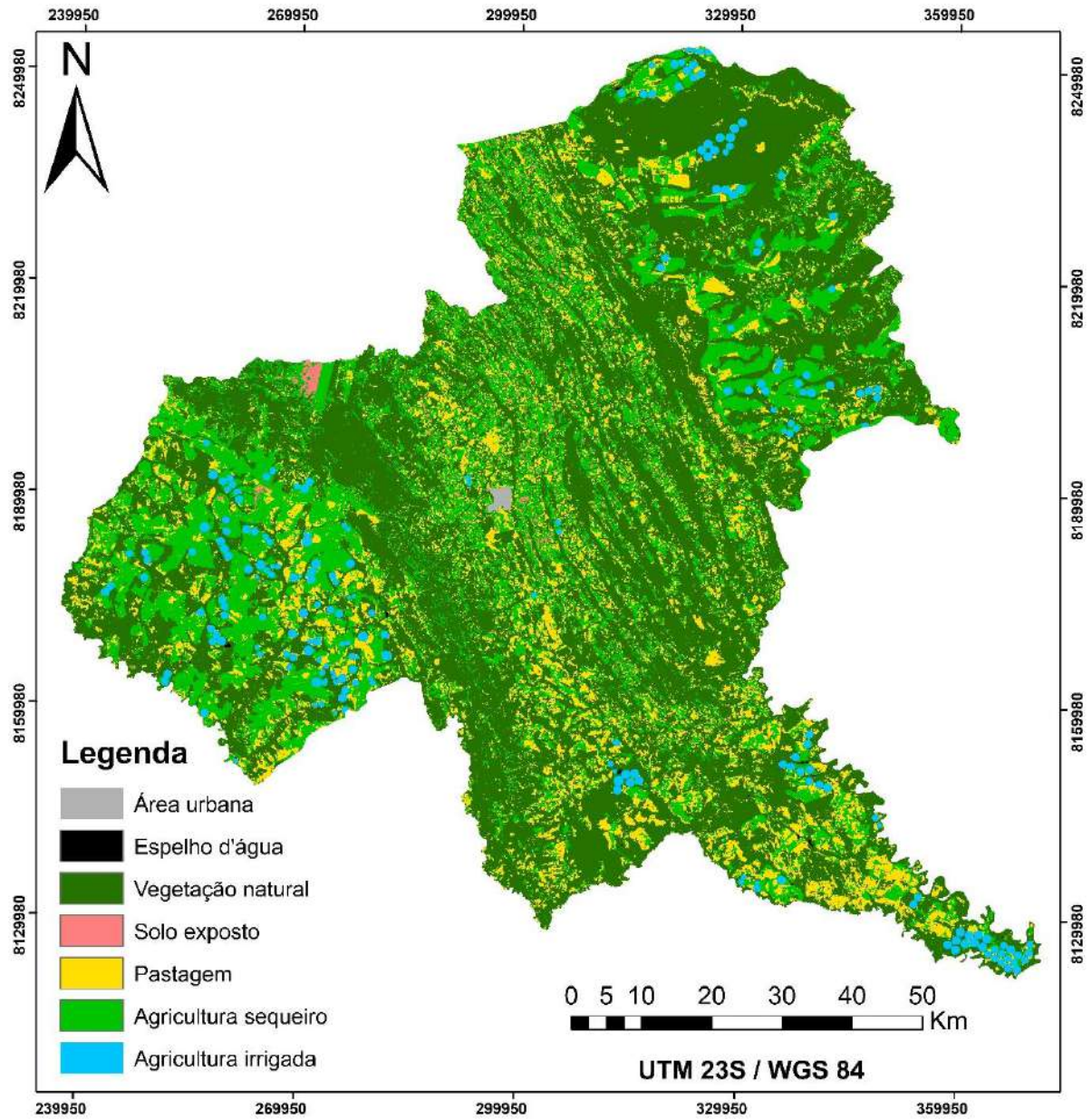
Na Figura 4 é possível notar um avanço das áreas de agricultura sobre as áreas de pastagem nas regiões de chapada e de vão. Em comparação com as imagens de satélite é possível observar que neste período os padrões visuais de pastagem e agricultura se assemelharam na região do vão, o que pode explicar esse aparente avanço nessa região.

Figura 4 - Uso e ocupação do solo no município de Unai no ano de 1994



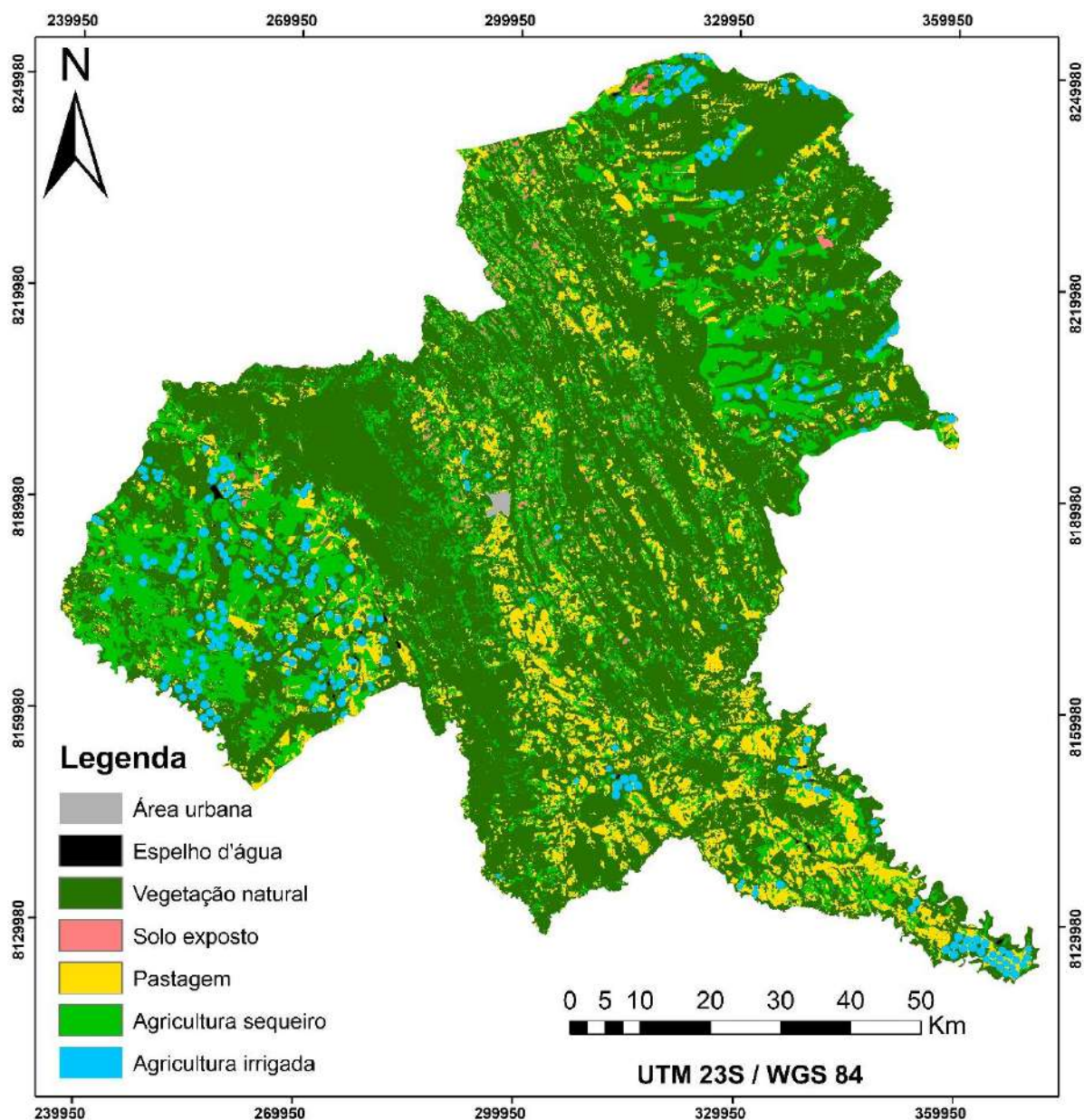
Em todas os mapas de uso e ocupação do solo é possível notar áreas de vegetação natural bem definidas nas regiões de transição de vão para chapada e nos dobramentos geológicos presentes no município, como apresentado na Figura 5. Por essas regiões serem de declividade elevada, o uso para fins agropecuários nesses locais é limitado, por isso, nessas regiões não houve mudanças significativas de área de vegetação natural.

Figura 5 - Uso e ocupação do solo no município de Unai no ano de 1998



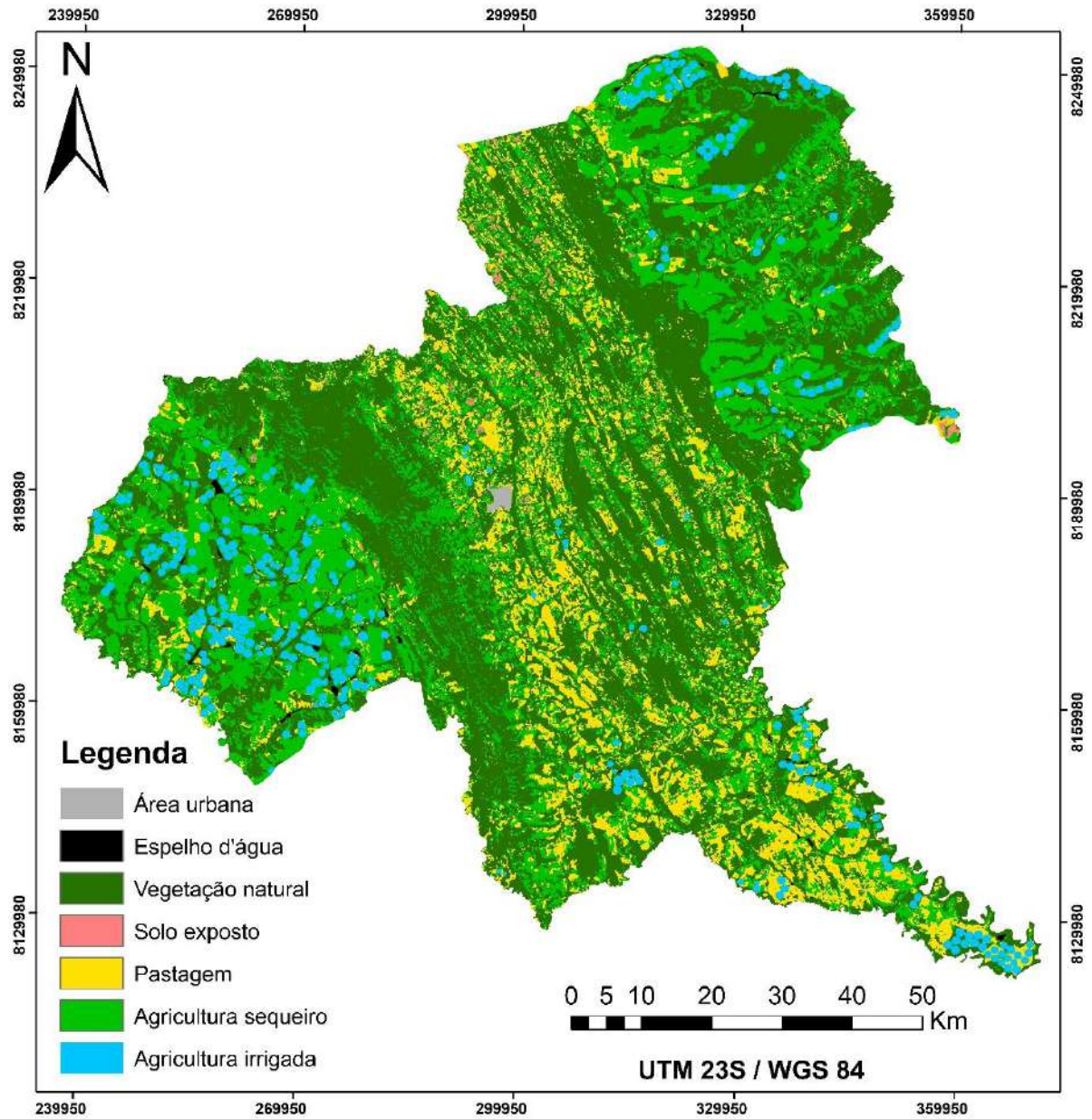
É possível observar na região conhecida como Agroreserva, destacada na Figura 1, que existia uma área considerável de vegetação natural, porém com o passar dos anos essa área passou a ser ocupada por outras classes, inicialmente para pastagem, depois para agricultura de sequeiro, e, por fim, agricultura irrigada. A Figura 6 apresenta esse avanço das três frentes sobre a vegetação natural.

Figura 6 - Uso e ocupação do solo no município de Unai no ano de 2002



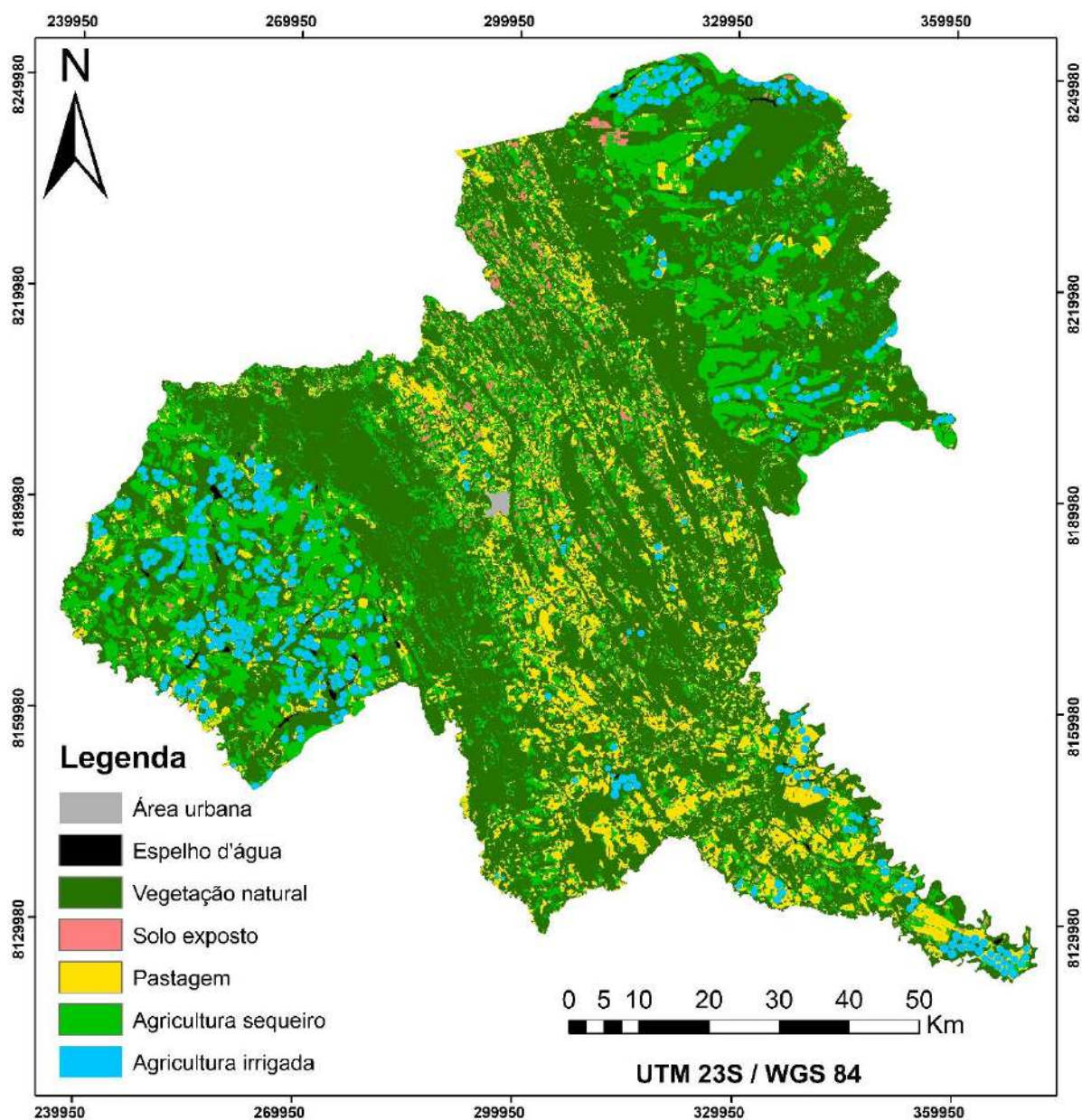
Outra característica observada em regiões específicas, é a variação de ocorrência de solo exposto, principalmente na região de vão. Isso ocorre principalmente devido ao manejo adotado nas propriedades rurais de aração e gradeamento do solo que gera o revolvimento e consequente exposição do solo. Essa atividade é mais identificada nas regiões de vão, em razão da região ter na sua maioria propriedade pequenas e com isso menores investimentos em maquinários necessários para o plantio direto na palha (XAVIER et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2009; PORTUGAL et al., 2012), como apresentado na Figura 7.

Figura 7 - Uso e ocupação do solo no município de Unaí no ano de 2006



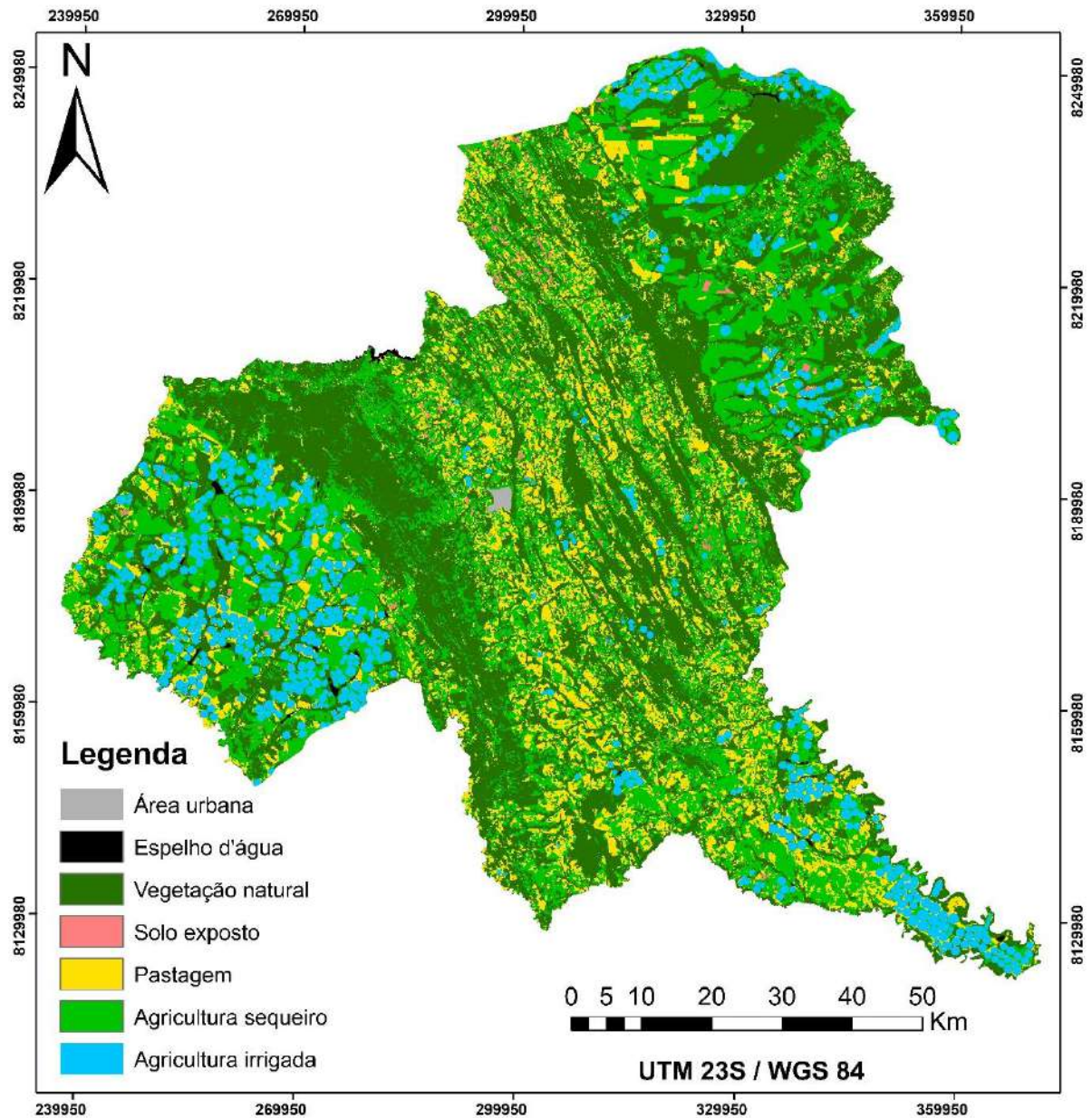
Com o passar dos anos, os aglomerados de espelho d'água aumentaram, como apresentado na Figura 8. Por estarem cada vez mais presentes nas proximidades das áreas de agricultura irrigada, esses padrões podem ser explicados pela crescente necessidade de construção de barragens e piscinões para suprir a demanda de água para irrigação, principalmente nas regiões de chapada.

Figura 8 - Uso e ocupação do solo no município de Unai no ano de 2010



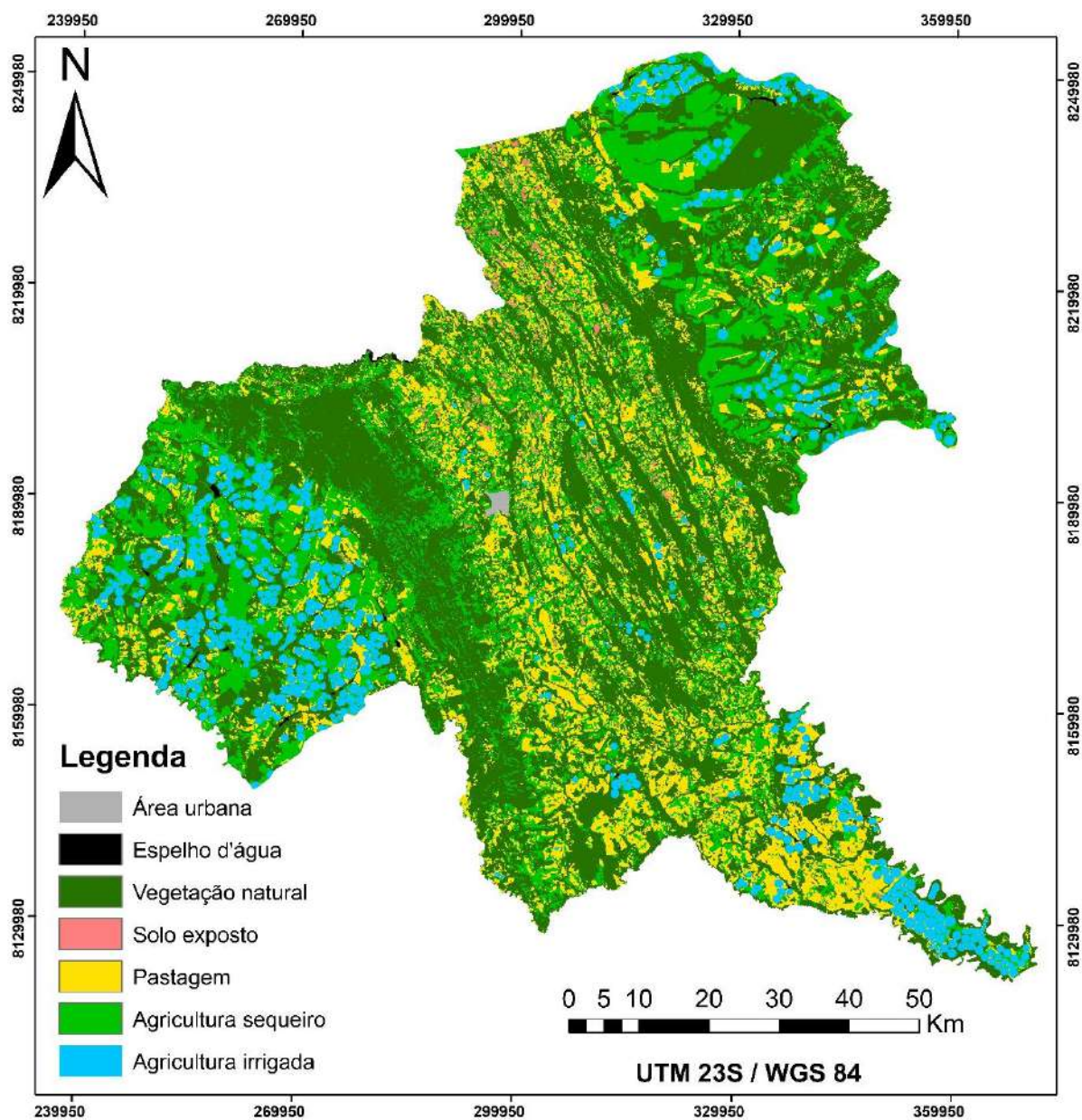
Na Figura 9 é possível notar a ampliação das áreas irrigadas na região do Entre RIBEIROS, destacada na Figura 1. A partir desse período pôde-se observar que nesta região houve o surgimento de polígonos circulares similares aos polígonos formados pelos sistemas de irrigação por pivô central, porém em sobreposição um ao outro em cadeia. O surgimento desses polígonos é resultado da instalação de sistemas de irrigação por pivô central móvel naquela região.

Figura 9 - Uso e ocupação do solo no município de Unaí no ano de 2014



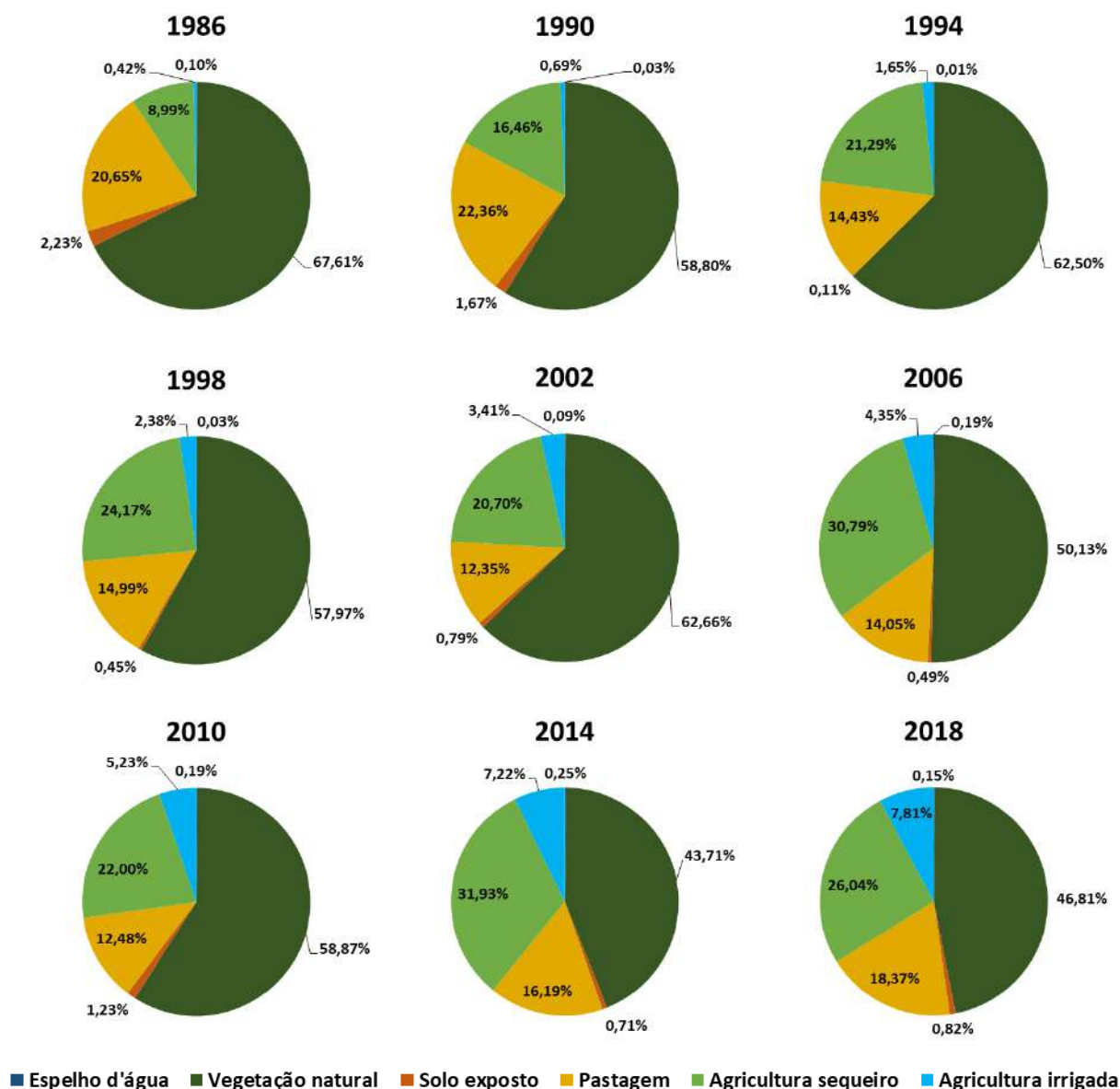
Uma característica possível de se observar na Figura 10 e demais figuras é a presença de vegetação natural próximas as áreas de espelho d'água e em padrões parecidos com cursos d'água, o que pode representar a presença de matas ciliares aos corpos hídricos. Ao, mesmo tempo, próximo a essas áreas destaca-se a presença da agricultura irrigada.

Figura 10 - Uso e ocupação do solo no município de Unaí no ano de 2018



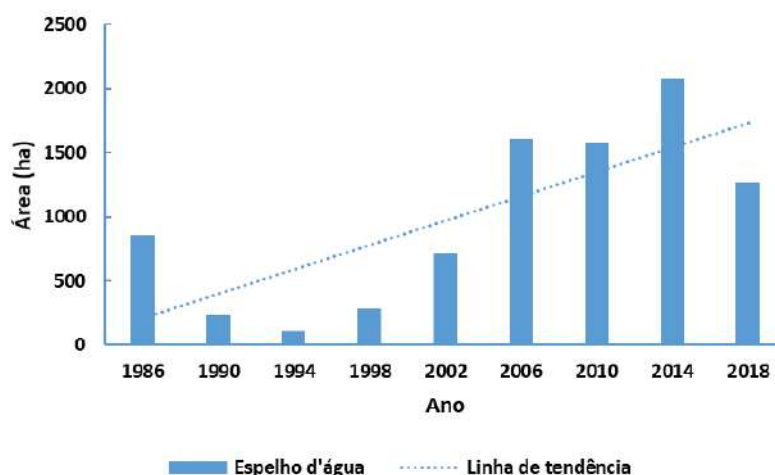
A Figura 11 apresenta a variação em porcentagem do uso e ocupação do solo entre os anos de 1986 e 2018. É possível notar uma predominância de forma geral das áreas de vegetação natural. As áreas de espelho d'água são praticamente insignificantes em relação as demais classes. Isso também acontece em alguns períodos em relação ao solo exposto, em razão do manejo adotado na propriedade, já discutido anteriormente.

Figura 11 - Variação percentual do uso e ocupação do solo entre os anos de 1986 a 2018



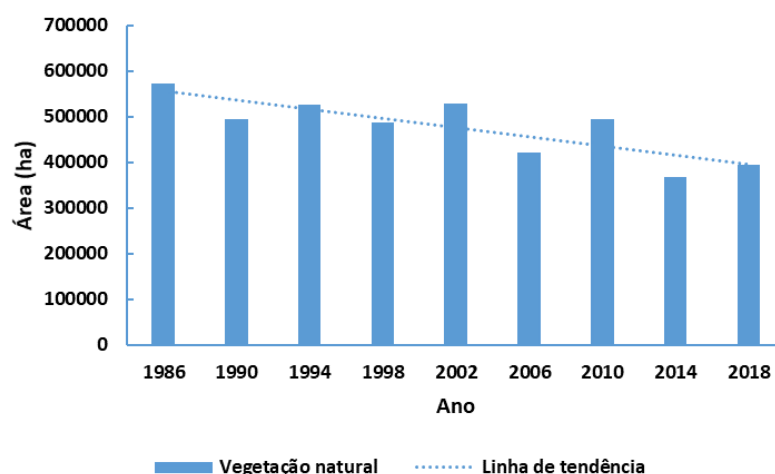
A Figura 12 apresenta a variação da área ocupada por espelho d'água entre os períodos analisados. Observa-se no gráfico uma tendência de crescimento das áreas classificadas como espelho d'água em decorrência da construção de novas barragens e piscinões, porém os resultados obtidos dessa classe são subestimados em termos quantitativos, visto que a resolução espacial das imagens Landsat não permite uma boa delimitação de cursos hídrico de menor porte, não incluindo nessa quantificação os corpos d'água de menores dimensões. Segundo Rodrigues *et al.* (2007), é importante, nestes casos, conhecer a qualidade da informação obtida, ou seja, o erro cometido ao se tomar uma decisão utilizando o valor da área do espelho d'água calculada com base em dados de sensoriamento remoto.

Figura 12 - Variação da área ocupada por espelho d'água entre os anos de 1986 a 2018 no município de Unai



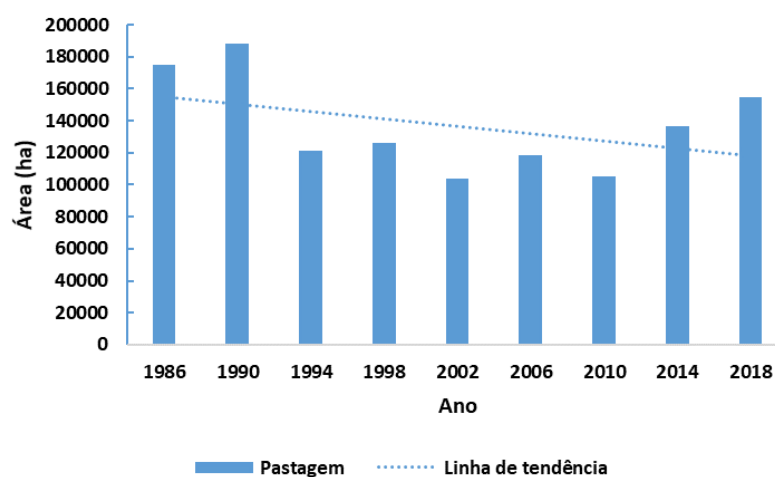
A Figura 13 apresenta a variação da área ocupada por vegetação natural entre os períodos analisados. É possível notar que houve uma redução nas áreas de vegetação natural como mostra a linha de tendência. Segundo Machado *et al.* (2004), há uma tendência de redução das áreas de vegetação natural principalmente do Cerrado na região em estudo, o que corrobora com o resultado obtido neste trabalho. Outros autores concluíram que em suas áreas de estudo o uso antrópico é dominante em todo território, como Dias (2008), em trabalho realizado também no bioma Cerrado, no município de Pires do Rio no estado de Goiás. Já Vasconcelos (2010), em trabalho realizado na Bacia do Entre Ribeiros, que engloba um trecho do município de Unai, identificou uma redução de 44% de vegetação natural entre 1989 e 2008.

Figura 13 - Variação da área ocupada por vegetação natural entre os anos de 1986 a 2018 no município de Unai



A Figura 14 apresenta a variação da área ocupada por pastagem entre os períodos analisados. Observa-se no gráfico que houve uma tendência de redução dessas áreas em uma média de 0,36% ao ano. Isso ocorreu principalmente no início da década de 1990, quando houve um avanço da agricultura sobre áreas de vegetação natural e pastagem. Isso pode ser explicado por Teixeira e Hespanhol (2014), que afirmam que a partir da década de 2000, tradicionais regiões de pecuária cederam espaço à exploração de culturas que proporcionam maior rentabilidade por área e a criação de gado bovino tem se deslocado para as zonas de expansão da fronteira agrícola, notadamente nos estados amazônicos.

Figura 14 - Variação da área ocupada por pastagem entre os anos de 1986 a 2018 no município de Unai



A Figura 15 apresenta a variação da área ocupada por agricultura de sequeiro entre os períodos analisados. É possível notar um crescimento da agricultura de sequeiro durante o período, como mostra a linha de tendência. Esse fato é exposto por Garcia e Buainain (2016), que conclui em trabalho semelhante que houve uma expansão significativa na quantidade de lavouras temporárias no cerrado com destaque para o setor sucroenergético e do complexo Soja-Milho, segmentos que têm comandado o desempenho recente do agronegócio brasileiro. Vasconcelos (2010) identificou aumento de 135% nas áreas de agricultura tradicional.

Figura 15 - Variação da área ocupada por agricultura de sequeiro entre os anos de 1986 a 2018 no município de Unai

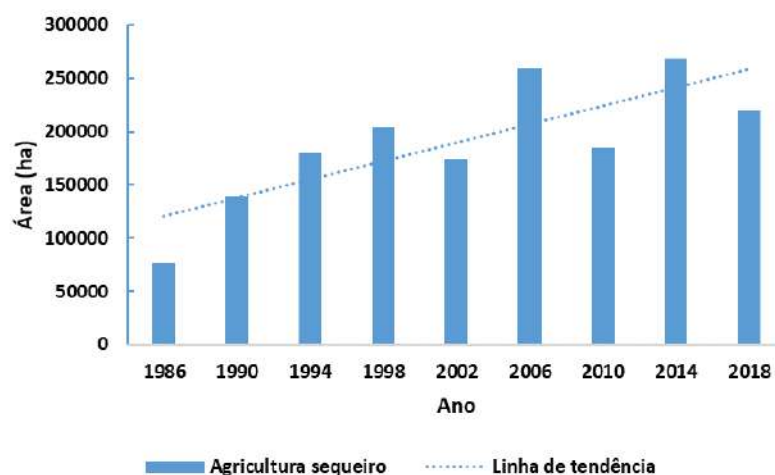
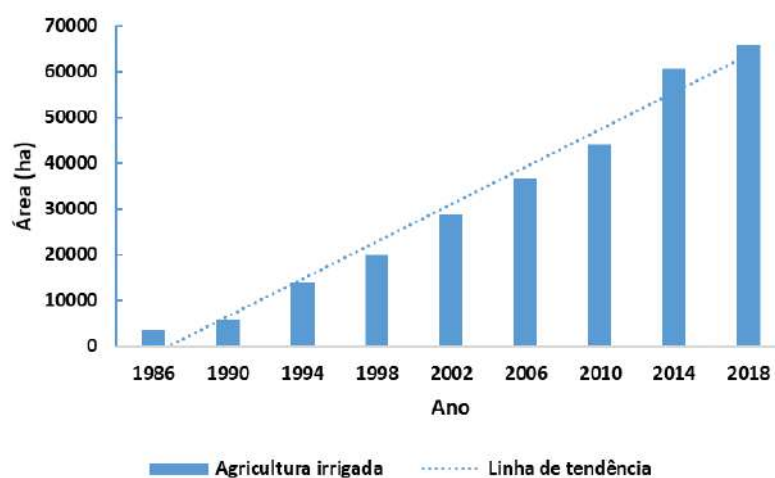


Figura 16 - Variação da área ocupada por agricultura irrigada entre os anos de 1986 a 2018 no município de Unai

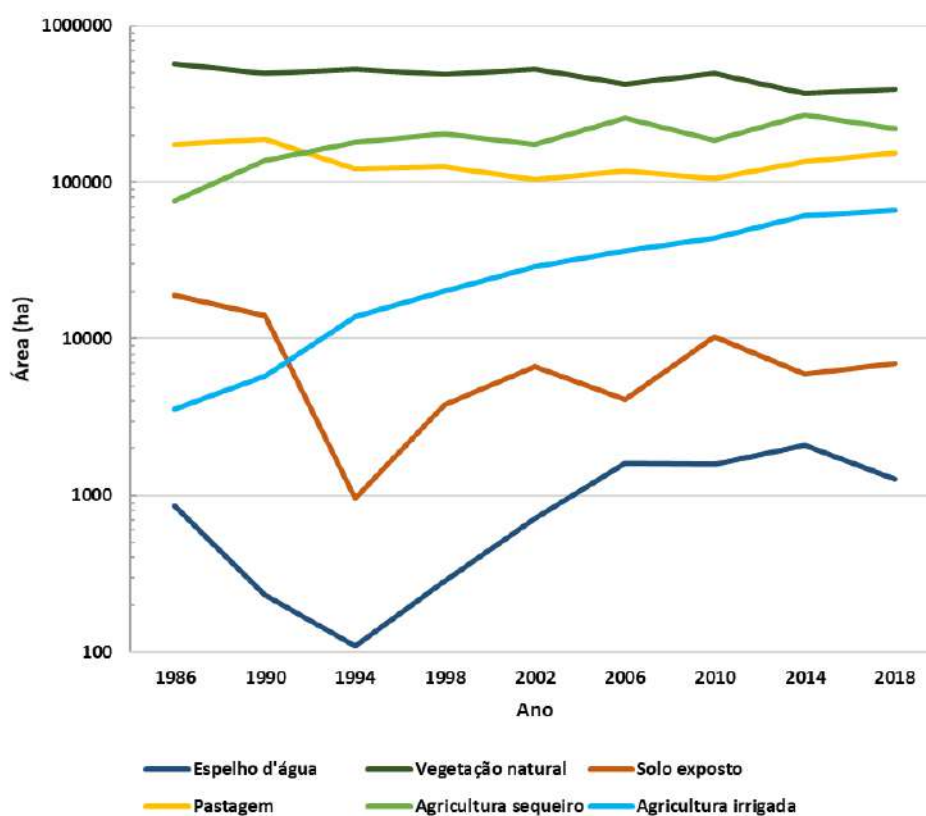


A Figura 16 apresenta a variação da área ocupada por agricultura irrigada entre os períodos analisados. Observa-se no gráfico que houve expansão acentuada nas áreas de agricultura irrigada no município. Vasconcelos (2010) concluiu que houve acréscimo de 165% na região de Entre Ribeiros entre 1989 e 2008, o que corrobora com os resultados apresentados no presente trabalho. Segundo a ANA (2017), a irrigação se intensificou no Brasil a partir das décadas de 1970 e 1980 devido à expansão da agricultura para regiões de características físico-climáticas menos favoráveis (total ou sazonal), às políticas de desenvolvimento regional e aos próprios benefícios observados na prática. Antes desse período, o único pólo de irrigação de larga escala encontrava-se no Rio Grande do Sul para produção de arroz. Embora todas as

Unidades da Federação, e conseqüentemente todas as regiões, tenham ampliado suas áreas irrigadas nas últimas décadas, nota-se que os aumentos são mais expressivos em São Paulo, Minas Gerais, Tocantins e Bahia, além do próprio Rio Grande do Sul e de Goiás, esse no período mais recente.

A Figura 17 apresenta a evolução da ocupação do solo no município de Unaí durante o período analisado. Com esse gráfico é possível ter uma visão geral sobre a evolução do uso e ocupação de cada classe, além de possibilitar a comparação de área ocupada por cada classe. É possível notar que a vegetação natural apresenta, do início até o final do período em análise, uma superioridade de área que as demais classes, apesar de diminuir com o passar dos anos. Observa-se o avanço da agricultura sobre as áreas de pastagem, onde no período inicial da análise a pastagem tinha área superior e já no período de 1994 a agricultura de sequeiro compreendia maior área. Em paralelo com a agricultura de sequeiro está a agricultura irrigada, que vêm crescendo a cada período, apesar de ainda estar abaixo em termos quantitativos. Já as classes espelho d'água e solo exposto, como já mencionado anteriormente, tem valores inexpressivos em relação a área se comparado com as demais classes.

Figura 17 - Evolução da ocupação do solo no município de Unaí entre os anos de 1986 a 2018



5 CONCLUSÃO

As imagens de satélite demonstraram eficiência na classificação do uso e ocupação do solo na série de 32 anos analisada.

Analisando o resultado da classificação das imagens orbitais para o período compreendido entre os anos de 1986 e 2018, pôde-se concluir que houve alterações significativas no uso e ocupação do solo no município de Unaí. A agricultura em geral aumentou sua área durante o período, avançando sobre as áreas de vegetação natural e pastagem, que diminuíram suas áreas durante o período. A agricultura irrigada expandiu durante o período, principalmente nas regiões de chapada.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Brasília, DF: ANA, 2017. 86 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. Disponível em:
<<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>>. Acesso em: 10 de junho de 2019.

ALMEIDA, A. S.; SANTOS, R. L.; CHAVES, J. M. Mapeamento de uso e ocupação do solo no Município de Jeremoabo-BA: uso do Algoritmo Máxima Verossimilhança (Maxver). In: **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba - PR, v. 15, p. 7255 - 7262, 2011.

ALVES, A. C.; CONCEIÇÃO, P. E. A. Levantamento do uso e ocupação do solo por meio de imagens TM-Landsat-5 e ADS-80 para o município de Manaus/AM. In: **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, João Pessoa - PB, 2015.

ALVES, R. A. **Redes sociais no processo de gestão coletiva: o caso dos projetos de assentamento do Programa Nacional de Crédito Fundiário no município de Unaí - MG**. 125 p. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronegócios). Universidade de Brasília - UnB. Brasília - DF, 2015.

BERTUCINI JUNIOR, J. J. **Análise de alterações em áreas rurais por meio da codificação binária de séries temporais de imagens Landsat**. 123 f. Tese (Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas). Universidade Federal do Paraná - UFPR. Curitiba - PR, 2017.

CRISPIM, L. C.; ALBANO, A. O uso das imagens de satélite como recurso didático no ensino de geografia. **Revista de Estudos e Pesquisas em Ensino de Geografia**, Florianópolis - SC, v. 3, n. 4, p. 46 - 57, 2016.

DIAS, C. **Mapeamento do município de Pires do Rio - GO: usando técnicas de geoprocessamento**. 183 f. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia). Universidade Federal de Uberlândia - UFU. Uberlândia - MG, 2008.

DIAS, G. L. da S.; AMARAL, C. M. **Mudanças estruturais na agricultura brasileira, 1980-1998**. Cepal, 2001. 33 p. Disponível em:
<https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4479/S01010084_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 de junho de 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Disponível em: <www.cnpem.embrapa.br/projetos/sat/conteudo/missao_Landsat.html>. Acesso em: 10 de junho de 2019.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO - FJP. **Produto Interno Bruto dos Municípios de Minas Gerais: 2016**. Belo Horizonte, MG: FJP, 2018. 73 p. Disponível em: <<http://fjp.mg.gov.br/index.php/docman/direi-2018/891-serie-estatistica-a-informacoes-n-17-produto-interno-bruto-dos-municipios-de-minas-gerais-2016site/file>>. Acesso em: 10 de junho de 2019.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO - FJP. Infraestrutura Estadual de Dados Espaciais de Minas Gerais. Disponível em: <<http://iede.fjp.mg.gov.br/Catalogo.html>>. Acesso em: 10 de junho de 2019.

GARCIA, J. R.; BUAINAIN, A. M. Dinâmica de ocupação do Cerrado Nordeste pela Agricultura: 1990 e 2012. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba - SP, v. 54, n. 2, p. 319 - 338, 2016.

GONÇALVES, M. T. **Saga: Hunay de ontem e Unai de hoje**. 2ª Edição. Edição revisada, comentada e comemorativa do centenário de nascimento da autora. Uberlândia, MG: Editora Regência e Arte, 2017. 513 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/15789-areas-urbanizadas.html?edicao=15952&t=downloads>>. Acesso em: 10 de junho de 2019.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Relatório técnico. Brasília - DF, 2004.

MEDEIROS, C. N. **Geoprocessamento na Gestão Municipal: Mapeamento do Meio Físico e Socioeconômico do Município de Parnamirim (RN)**. 140 p. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geologia). Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN. Natal - RN, 2004.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 4ª Edição. São Paulo, SP: Editora Blucher, 2010. 387 p.

OLIVEIRA, M. N. de; XAVIER, J. H. V.; SILVA, F. A. M. da; SCOPEL, E.; ZOBY, J. L. F. Efeitos da introdução do sistema de plantio direto de milho por agricultores familiares do

município de Unaí, MG (Cerrado brasileiro). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia - GO, v. 39, n. 1, p. 51 - 60, 2009.

PORTUGAL, A. F.; FONTES, L. E. F.; LANI, J. L.; SCHAEFER, C. E. G. R.; FILHO, E. I. F. Alterações em propriedades físicas do solo em ecossistemas de floresta após a implantação de pastagem no extremo oeste do Acre. **Uso sustentável de ecossistemas de pastagens cultivadas na Amazônia Ocidental**, Rio Branco - AC, p. 60 - 71, 2012.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UNAÍ - PMU. Disponível em:
<<http://www.prefeituraunai.mg.gov.br/pmu/index.php/2012-12-21-16-56-25/aspectos-fisicos.html>>. Acesso em: 10 de junho de 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UNAÍ - PMU. Disponível em:
<<http://www.prefeituraunai.mg.gov.br/pmu/index.php/aspectos-historicos.html>>. Acesso em: 10 de junho de 2019.

PRUDENTE, T. D.; ROSA, R. Geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicados no mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal do município de Tupaciguara-MG. In: **Anais XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Natal - RN, 2007.

RODRIGUES, L. N.; SANO, E. E.; AZEVEDO, J. A. de; SILVA, E. M. Distribuição espacial e área máxima do espelho d'água de pequenas barragens de terra na Bacia do Rio Preto. **Revista Espaço e Geografia**, Brasília - DF, v. 10, n. 2, p. 379 - 400, 2007.

RODRIGUEZ, R. D. G. **Metodologia para Estimativa de Demandas e Disponibilidades Hídricas: estudo de caso da Bacia do Paracatu**. 94p. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa - UFV. Viçosa-MG, 2004.

SOARES, F. dos S.; FREITAS, L. F. de; GOMES-LOEBMANN, D.; GOMES, R. A. T.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F. Valorização das Unidades de Paisagem a Partir das Áreas Irrigadas por Pivô Central na Bacia do Rio Preto. In: **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)**, Florianópolis - SC, v. 13, p. 415 - 422, 2007.

SOARES, V. L.; MEDEIROS, C. N.; ALBUQUERQUE, E. L. S. Geoprocessamento aplicado ao mapeamento das formas de uso e ocupação da terra no município de Itarema, Ceará. In: **Anais VI Congresso Ibero-Americano de estudos territoriais e ambientais**. São Paulo - SP, 2014.

TEIXEIRA, J. C.; HESPANHOL, A. N. A trajetória da pecuária bovina brasileira. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente - SP, v. 1, n. 36, p. 26 - 38, 2014.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY: Earth Explorer. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 10 de junho de 2019.

VASCONCELOS, V. V. **Frentes agrícolas de irrigação e zoneamento ecológico-econômico: estudo de caso da bacia de Entre-Ribeiros - Noroeste de Minas Gerais**. 142 f. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUC-Minas. Belo Horizonte - MG, 2010.

XAVIER, J. H. V.; PIRES, A. C.; ZOBY, J. L. F.; GASTAL, M. L. Análise de ciclo de vida (ACV) de sistemas de produção da agricultura familiar em Unaí, MG: Resultados econômicos e impactos ambientais. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília - DF, v. 22, n. 3, p. 547-586, 2005.