

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *stricto sensu* EM GEOGRAFIA

JULIANA ABREU CROSARA PETRONZIO

A Expansão Canavieira na Mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba de 2000 a 2013

Uberlândia (MG)
2014

JULIANA ABREU CROSARA PETRONZIO

A Expansão Canavieira na Mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba de 2000 a 2013

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito obrigatório para obtenção do título de mestre em Geografia.

Uberlândia (MG)
2014

TERMO DE APROVAÇÃO

JULIANA ABREU CROSARA PETRONZIO

***A EXPANSÃO CANAVIEIRA NA MESORREGIÃO TRIÂNGULO
MINEIRO / ALTO PARANAÍBA DE 2000 A 2013***

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito obrigatório para aprovação na obtenção do título de mestre em Geografia.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Jorge Luís Silva Brito (Orientador)

Prof. Dr. Vanderlei de Oliveira Ferreira

Prof. Drº João Donizete Lima.

Data: ____/____/_____

Resultado: _____

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

P497e Petronzio, Juliana Abreu Crosara, 1989-
2014 A expansão canavieira na mesorregião Triângulo Mineiro / Alto
Paranaíba de 2000 a 2013 / Juliana Abreu Crosara Petronzio. - 2014.
105 f. : il.

Orientador: Jorge Luís Silva Brito.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Geografia.
Inclui bibliografia.

1. Geografia - Teses. 2. Geografia regional - Teses. 3. Cana-de-
açúcar - Triângulo Mineiro /Alto Paranaíba (MG : Mesorregião) - Teses.
I. Brito, Jorge Luís Silva. II. Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

CDU: 910.1

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao programa de Pós Graduação em Geografia, ao laboratório de Cartografia e Sensoriamento Remoto pela oportunidade de aprendizado e desenvolvimento da pesquisa.

A Deus, por conduzir meus passos nas escolhas que fiz, por me dar forças para lutar pelos meus sonhos.

Ao Professor Jorge, pelas orientações, dicas e paciência principalmente nos últimos momentos dessa etapa, o que possibilitou a conclusão desta pesquisa, com muitos ensinamentos e crescimento acadêmico.

Aos meus pais e irmãos que me apoiam incondicionalmente, e demonstram um amor imensurável, graças a vocês eu sei que posso ir mais longe do que penso, sei que os projetos que tenho são possíveis, sei que sempre vou poder contar com sábias palavras, que acalmam e educam, muito obrigada a minha família, sem o apoio de vocês eu não estaria aonde estou hoje.

Ao meu namorado Adriano, que nesses dois anos, foi muito paciente e amável, me apoiando, incentivando e compreendendo este momento ao meu lado.

Aos meus amigos, não tenho palavras para agradecer, dizem que quem tem um amigo é como se tivesse uma estrela no céu brilhando para você, me considero uma pessoa de muita sorte, pois tenho um céu muito estrelado, a todos vocês Laís Naiara, Josimar, Diogo, Cristiane Mariana, Kátia, Renato, João Guilherme, Mirella, Meire, Henrique (Gigante) As Juhs (Juliana Sousa e Juliana Mendonça) amigas que fiz na graduação que levarei para a vida. Professor Heitor Professora Rita, o meu muito obrigada, obrigada pelas risadas, pelas discussões e construções pessoais e acadêmicas, palavras me faltam para expressar minha gratidão.

Ao Professor Vanderlei, que me acompanha de perto por alguns anos, monografia e agora mestrado, obrigada por aceitar o convite, e pelas orientações.

Ao Professor, Donizete, que aceitou cordialmente o convite para participar da banca, e contribuir com a pesquisa, ressaltando sua importância, e incentivando a continuidade da mesma.

*Se algo não é obviamente impossível, então deve haver
alguma forma de ser feito.*

(Autor desconhecido)

RESUMO

O presente trabalho procura discutir o processo da inserção e expansão da cana-de-açúcar na mesorregião do Triângulo Mineiro/ Alto Paranaíba. Dentre as áreas de expansão da cana-de-açúcar mapeadas, serão mostradas quais são as áreas que se destacaram nos anos de 2000 – 2010 e 2013. No decorrer da história brasileira, a cana-de-açúcar passou por vários ciclos econômicos que, em suma, foram decorrentes de fatores internos e externos da economia, concorrências com o açúcar estrangeiro, entre outros fatores. A transformação da paisagem acarretada por essa inserção da cana-de-açúcar é notório no que tange, principalmente, à conversão de áreas de vegetação nativa em áreas de plantio. Esse processo ocorre a favor da expansão da economia agropecuária, principal economia brasileira, confeccionando uma paisagem composta por vastas áreas de monoculturas. Constatou que a área da mesorregião do Triângulo Mineiro / Alto Paranaíba (aproximadamente 9.054.500 hectares), no ano de 2000, possuía uma área mapeada com a cana-de-açúcar de 329.561 hectares, aumentando para 9.054.500 hectares no ano de 2010, e um aumento em três anos de 872.167 hectares. A intensificação dessa expansão da cana-de-açúcar sofreu influências dos estados vizinhos Goiás e São Paulo, que facilitaram o processo de inserção da monocultura nas microrregiões do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, com a instalação de usinas sucroalcooleiras, infraestrutura logística, e pesquisas de avanços tecnológicos. Dentre as microrregiões analisadas no processo de expansão da cana-de-açúcar, a microrregião de Uberaba se destaca, juntamente com a microrregião de Frutal, em relação às demais microrregiões, apresentando uma inserção inicial, bem como sua continuidade, de forma intensa. A microrregião de Uberaba apresentou um aumento de aproximadamente 102% das áreas no período de 2000 a 2013, enquanto a microrregião de Frutal apresentou um aumento de aproximadamente 114% das áreas neste mesmo período.

Palavras Chave: Sensoriamento Remoto, Cana-de-açúcar, Expansão Canavieira, Uso do solo.

ABSTRACT

This work discusses the middle region Triangulo Mineiro/ Alto Paranaíba's process of insertion and expansion of the sugar cane plantation. The questions that come to light from this work related to the lands of expansion of sugar cane plantation will be answered and mapped, among them, that which stood out in the years 2000 - 2010 and 2013. During the Brazilian history, sugar cane farming went through several economic cycles, which in short was caused by internal and external factors of the economy, competitions with foreign sugar cane, among other factors. The transformation of the landscape brought about by sugar cane is notorious, above all the conversion of native vegetation areas, that have occurred in favor of the expansion of the agricultural economy. Now a landscape composed by vast areas of pastures and monocultures framed the main Brazilian economy. Since the area from the middle region of Triangulo Mineiro / Alto Paranaíba (approximately 9,054,500 acres) in 2000 had a 329 561 sugar cane hectares mapped land, increasing to 9,054,500 hectares in 2010, it summed up 872 167 hectares in three years.

The intensification of sugar cane plantation is influenced by the neighboring states Goiás and São Paulo, which facilitated the process of inserting the monoculture in the regions of Triangulo Mineiro / Alto Paranaíba, with the installation of sugar cane mills, logistics infrastructure, and technological advances researches. The Uberaba and Frutal's micro region stands out among the micro areas analyzed with the process of expansion of sugar cane plantation, showing up a strong initial insertion, as well as a continuum of intensity. In the period 2000-2013 the Uberaba's micro-region indicated an increase about 102% of areas. The Frutal's micro area showed up an increase about 114% of areas in the same period.

Key-words: Remote Sensing, Cane Sugar, Sugar cane Expansion, Land use.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição dos Litotipos do Grupo Bauru no Triângulo Mineiro (MG)	23
Figura 2: Áreas aptas para o cultivo de cana-de-açúcar	30
Figura 3: Classes de Aptidão Agrícola para a cana-de-açúcar por tipos de uso do solo do Estado de	32
Figura 4: Minas Gerais: Participação Regional da Produção da cana-de-açúcar	33
Figura 5: Articulação (órbita_ponto) dos satélites Landsat/TM 5 e Landsat 8 OLI.....	48

LISTA DE MAPAS

Mapa 1: Localização da mesorregião do Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	16
Mapa 2: Localização dos Municípios da Mesorregião do Triângulo Moineiro/ Alto Paranaíba (MG).	17
Mapa 3. Bacias Hidrográficas Regionais	21
Mapa 4: Mapeamento da cana-de-açúcar em 2010 no Triângulo Mineiro (MG)	35
Mapa 5: Mapeamento das áreas de cana-de-açúcar na mesorregião Triângulo Mineiro / Alto Paranaíba (MG).	55
Mapa 6 Conversão do Uso da Terra e Cobertura Vegetal Nativa na mesorregião do Triângulo Mineiro/ Alto Paranaíba no ano de 2000 (MG).....	72

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Brasil: evolução da moagem de cana-de-açúcar entre 2008 e 2014.	34
Gráfico 2: Discriminação vegetal no espectroeletromagnético da cana-de-açúcar.	45
Gráfico 3: Áreas de Cana-de-açúcar das Microrregiões do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (MG).	56
Gráfico 4: Expansão da Cana-de-açúcar na microrregião de Uberlândia no intervalo de 2000 a 2013.	59
Gráfico 5: Expansão da Cana-de-açúcar na microrregião de Ituiutaba no intervalo de 2000 a 2013.	61
Gráfico 6: Expansão da Cana-de-açúcar na microrregião de Uberaba no intervalo de 2000 a 2013.	64
Gráfico 7: Expansão da Cana-de-açúcar na microrregião de Frutal no intervalo de 2000 a 2013.	66
Gráfico 8: Expansão da cana-de-açúcar na microrregião de Araxá no intervalo de 2010 a 2013.	69
Gráfico 9: Áreas de conversão do Uso da Terra e Cobertura Vegetal Natural em 2000 pelas áreas ocupadas pela cana-de-açúcar em 2013, na mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (MG).	71
Gráfico 10: Conversão do uso da terra e cobertura vegetal nativa da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (MG).	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Distribuição dos Municípios das Microrregiões da Mesorregião do Triângulo Mineiro / Alto Paranaíba (MG)	18
Quadro 2: Categorias mapeamento do Zoneamento Agroecológico.....	31
Quadro 3: Áreas aptas para o cultivo de cana-de-açúcar no Estado de Minas Gerais.	31
Quadro 4: . Minas Gerais: Mesorregião Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba: Usinas e Destilarias.....	36
Quadro 5: Malha rodoviária federal da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba-MG	39
Quadro 6: Características das imagens do sensor TM/Landsat.	42
Quadro 7: Característica das imagens do sensor OLI/Landsat 8.....	43
Quadro 8: Chave-de-interpretação da cana-de-açúcar.....	46
Quadro 9: Sensor TM do satélite Landsat 5 Composição (RGB – 4R, 5G,2B)Sensor OLI do satélite Landsat-8	49
Quadro 10: Chave de interpretação da cana-de-açúcar –satélite Landsat 8	50
Quadro 11: Chave de interpretação visual da composição colorida 4R5G2B/TM – Landsat 5 das cenas adquiridas em 2000 para a mesorregião do Triângulo Mineiro/ Alto Paranaíba	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Brasil: Resultados do Setor Sucroalcooleiro na Safra 2012/2013	28
Tabela 2: Evolução de área plantada com cana-de-açúcar (1982-2012)	33
Tabela 3: Áreas ocupadas pela cana-de-açúcar nos anos de 2000, 2010 e 2013 na mesorregião do Triângulo Mineiro/ Alto Paranaíba (MG).	57
Tabela 4: . Áreas de Expansão da cana-de-açúcar na microrregião de Uberlândia entre os anos de 2000, 2010 e 2013.....	60
Tabela 5: Áreas de Distribuição da Cana-de-açúcar na microrregião de Ituiutaba entre os anos de 2000 - 2010 - 2013.....	63
Tabela 6: Distribuição das áreas ocupadas pela cana-de-açúcar na microrregião de Uberaba (MG).	65
Tabela 7:Distribuição das áreas ocupadas pela cana-de-açúcar na microrregião de Frutal (MG).....	67
Tabela 8: Distribuição das áreas ocupadas pela cana-de-açúcar na microrregião de Araxá (MG).	69
Tabela 9: Somatória das áreas de conversão do uso da terra e cobertura vegetal nativa em 2000 para as áreas de cana-de-açúcar em 2013, nas microrregiões do Triângulo Mineiro/ Alto Paranaíba (MG)	73
Tabela 10: Áreas de Conversão do Uso da Terra e Cobertura Vegetal Nativa (2000) em áreas de cana-de-açúcar (2013) na microrregião de Uberlândia (MG).	77
Tabela 11: Áreas de conversão do Uso da Terra e Cobertura Vegetal Nativa (2000) em áreas de cana-de-açúcar (2013) na microrregião de Ituiutaba (MG).	78

Tabela 12: Áreas de Conversão do Uso da Terra e Cobertura Vegetal Nativa (2000) em áreas de cana-de-açúcar (2013) na microrregião de Uberaba (MG).....	80
Tabela 13: Áreas de conversão do Uso da Terra e Cobertura Vegetal Nativa (2000) em áreas de Cana-de-açúcar (2013) na microrregião de Frutal (MG).....	81
Tabela 14: Áreas de conversão do uso da terra e cobertura vegetal nativa (2000) em áreas de cana-de-açúcar (2013) na microrregião de Araxá (MG).	83

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APP- Área de Preservação Permanente

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada

CTC – Centro de Tecnologia Canavieira

CONAB- Companhia Nacional de Desenvolvimento

CONCAR – Conselho Nacional de Cartografia

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias

IAA- Instituto do Açúcar e Álcool

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IGAM- Instituto Mineiro de Gestão de Águas

INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

PNA- Programa Nacional do Álcool

SIG- Sistema de Informações Geográficas

SR- Sensoriamento Remoto

REM - Radiação Eletromagnética

UDOP – União dos Produtores de Bioenergia

ÚNICA- União da Agroindústria Canavieira de São Paulo

SUMÁRIO

Introdução	16
1 - Caracterização da área de Estudo	19
1.2 - Clima	22
1.3 - Hidrografia	22
1.4 - Geologia	22
1.4.1 – Bacia Vulcano Sedimentar do Paraná	22
1.5 - Vegetação	22
2 Referencial Teórico	27
2.1 – Transformação da Paisagem Rural a partir da Expansão canavieira na Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	31
2.2 – O uso do sensoriamento Remoto no mapeamento da Cana-de-açúcar	46
3 –Procedimentos Técnicos	53
4 - Resultados	61
5 - Considerações Finais	84
6 - Referências	88

Introdução

O presente trabalho procura discutir sobre o processo da inserção e expansão da cana-de-açúcar na mesorregião do Triângulo Mineiro/ Alto Paranaíba, seguindo o seguinte questionamento: dentre as áreas de expansão da cana-de-açúcar entre os anos de 2000 – 2010 e 2013 mapeadas, qual é a lógica estabelecida entre este processo e a concentração em regiões geográficas específicas.

Destaca, também, os processos originários a partir da instalação de políticas públicas para a produção da cana-de-açúcar, os avanços tecnológicos que permitem utilizar os solos do Cerrado como uma região apta para o desenvolvimento de atividades agrícolas e a demanda recente pelas fontes de energias renováveis.

O conhecimento pretérito e atual da forma de ocupação e manejo do solo permite identificar as formas de modificação da paisagem, sua degradação e as relações entre homem e o meio, tornando-se importante na medida em que os efeitos de um uso mal planejado causam a deterioração do meio ambiente conforme a ação humana, que vai se intensificando e, consequentemente, aumentando a pressão sobre o meio ambiente.

O crescimento econômico, marcado pelo desenvolvimento agropecuário, caracterizou-se por um acelerado processo de expansão urbana, principalmente entre as décadas de 1950 a 1980. Tal fato foi devido à expansão da agropecuária, juntamente com a mecanização da produção, o que acarretou um processo de migração da população do meio rural para as cidades. Assim sendo, foram geradas grandes transformações na base produtiva atreladas ao crescimento econômico da época.

A ocupação do território brasileiro esteve ligada ao estabelecimento da população através das atividades produtivas que pudessem ao mesmo tempo servir aos habitantes locais, a mercados consumidores e a outras regiões. A exploração por atividades agropecuárias desde a colonização foi feita principalmente para atender aos mercados externos, assinalando uma lógica de produção que beneficia a demanda internacional em detrimento da nacional.

O desenvolvimento no campo se deu inicialmente nas regiões sul e sudeste do país. Porém, devido ao esgotamento de terras disponíveis para a ocupação e a necessidade de aumento da produtividade, ocorreu um redirecionamento da produção em novas áreas, com investimentos em tecnologias e apropriação de novos territórios, fato denominado de expansão agrícola. Neste momento a agricultura passa a ter uma contribuição, não somente para a produção de matérias primas e alimentos, como também para o mercado, devido ao uso de novas tecnologias no campo. É quando ocorre a expansão exacerbada da cana-de-açúcar.

As modificações na paisagem aconteceram, e com base nessas modificações, a pesquisa trouxe dados sobre a conversão do uso da terra e cobertura vegetal nativa no ano de 2000. Esses dados permitirão analisar a base da conversão e mudanças acarretadas pela cultura analisada, procurando estabelecer uma lógica nos processos da conversão do uso e as áreas de expansão da cana-de-açúcar. Permitirão, principalmente, verificar as áreas de vegetação nativa substituídas, a questão dos desmatamentos e as poluições ambientais ocasionadas.

Para o desenvolvimento da pesquisa, as técnicas de sensoriamento remoto para o mapeamento da cultura da cana-de-açúcar foram as ferramentas fundamentais no procedimento técnico. Elas são de suma importância, pois permitirão, inclusive, uma continuidade no monitoramento das áreas de expansão agrícola, uma vez que o processo de avanço das culturas agrícolas não é característica finita.

Este estudo, então, tem como objetivo geral, atualizar o mapeamento das áreas de expansão da cana-de-açúcar na mesorregião do Triângulo Mineiro/ Alto Paranaíba no ano de 2013, tendo como base para as análises desta expansão as áreas de cana-de-açúcar mapeadas no ano de 2010 por Reis (2013), e atualizar, também, os usos das terras existentes no ano de 2000, anteriores a inserção e expansão da cana-de-açúcar na mesorregião. Para isso, serão analisadas as áreas de expansão por microrregiões do cultivo, com dados originados pelo mapeamento.

Os objetivos específicos da pesquisa são:

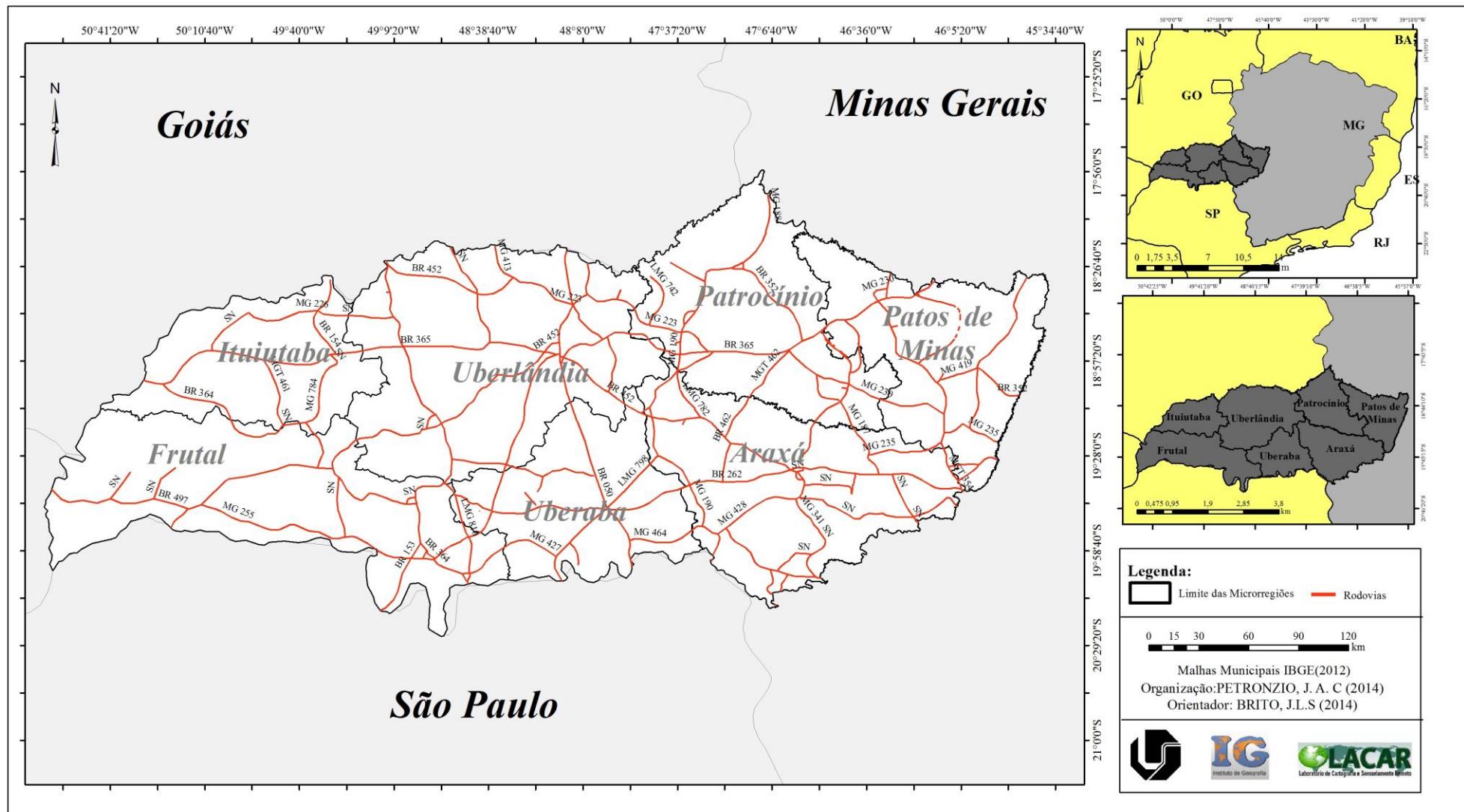
- ✓ Mapear as áreas de cana-de-açúcar nos anos de 2000 e 2013;
- ✓ Avaliar o processo da expansão da cana-de-açúcar nos anos de 2000, 2010 e 2013.
- ✓ Analisar as mudanças de uso da terra e cobertura vegetal nativa ocasionadas pela expansão da cana-de-açúcar entre os anos de 2000 e 2013.

A pesquisa é justificada pela necessidade de se entender o processo de modificação da paisagem acarretado pela dinâmica agrícola e os seus reflexos no setor sucroalcooleiro, dando continuidade às pesquisas realizadas pelo Laboratório de Cartografia e Sensoriamento Remoto da Universidade Federal de Uberlândia. O mapeamento da região do Alto Paranaíba traz uma análise destes processos de conversões do uso da terra e cobertura vegetal nativa, e do movimento da expansão e inserção de novas áreas da cana-de-açúcar.

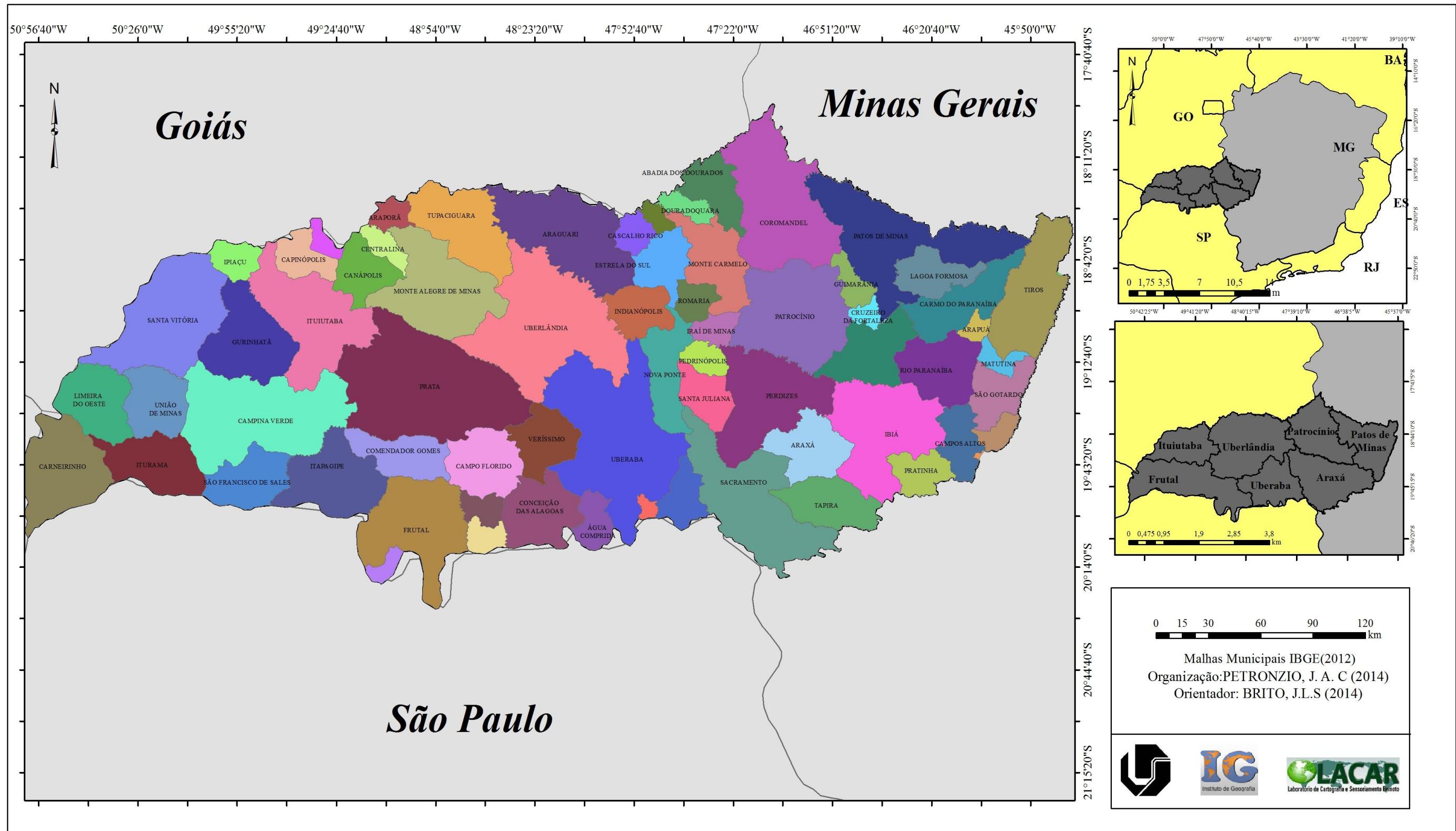
1 - Caracterização da área de Estudo

A área de estudo compreende a mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, (mapa 1) localizada na região Sudeste do Brasil, composta por 66 (sessenta e seis) municípios e sete microrregiões, (mapa 2) de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no intervalo das coordenadas 17° 55' 12" e 20° 41' 30" de latitude sul do Equador, 45° 33' 30" e 51° 02' 18" de longitude oeste de Greenwich.

Mapa 1: Localização da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba



Mapa 2: Localização dos Municípios da Mesorregião do Triângulo Mineiro/ Alto Paranaíba (MG).



A mesorregião do Triângulo Mineiro / Alto Paranaíba é composta por sete microrregiões e municípios conforme apresentado no quadro 1

Quadro 1: Distribuição dos Municípios das Microrregiões da Mesorregião do Triângulo Mineiro / Alto Paranaíba (MG).

<i>Microrregiões</i>	<i>Municípios</i>	<i>Microrregiões</i>	<i>Municípios</i>
Uberlândia	Araguari	Araxá	São Francisco de Sales
	Araporã		União de Minas
	Canápolis		Planura
	Cascalho Rico		Nova Ponte
	Centralina		Santa Juliana
	Indianópolis		Pedrinópolis
	Monte Alegre		Perdizes
	Prata		Sacramento
	Tupaciguara		Araxá
	Uberlândia		Ibiá
Uberaba	Agua Comprida	Patrocínio	Abadia dos Dourados
	Conquista		Coromandel
	Conceição das Alagoas		Cruzeiro da Fortaleza
	Campo Florido		Douradoquara
	Delta		Estrela do Sul
	Uberaba		Grupiara
	Veríssimo		Iraí de Minas
Ituiutaba	Cachoeira Dourada		Monte Carmelo
	Capinópolis		Patrocínio
	Ituiutaba		Romaria
	Ipiacu		Serra do Salitre
	Gurinhatã		Arapuá
	Santa Vitória		Carmo do Paranaíba
Frutal	Campina Verde	Patos de Minas	Guimarânia
	Carneirinho		Lagoa Formosa
	Comendador Gomes		Matutina
	Fronteira		Patos de Minas
	Frutal		Rio Paranaíba
	Itapagipe		Santa Rosa da Serra
	Iturama		São Gotardo
	Limeira do Oeste		Tiros
	Pirajuba		

Fonte: Petronzio (2014)

1.2 Clima

O clima característico da mesorregião do Triângulo Mineiro compreende os tipos: Aw/ Cwa/ Cwb,

A classe Aw, é característica de um clima tropical úmido de savana – zonas de transição entre bosques e prados cuja vegetação predominante é composta por gramíneas. A época mais seca coincide com o inverno, tendo como precipitação máxima valores menores que 60 mm.

Ainda de acordo com o autor Júnior (2009), a classe climática Cwa é caracterizada como clima temperado úmido com invernos secos, com precipitação média inferior a 60 mm em pelo menos um dos meses da estação. Apresenta verões quentes e temperaturas médias superiores a 22°C. A menor temperatura média observada no mês de Junho com 16,6°C e a máxima no mês de Janeiro com 23,5°C.

Júnior (2009), também aponta análises sobre a classe Cwb, que é caracterizado como um clima temperado úmido com inverno seco, precipitação média inferior a 60mm em pelo menos um dos meses da estação e verão moderadamente quente, com temperaturas médias mais quentes inferiores a 22°C, e durante pelo menos quatro meses é superior a 10°C, a menor temperatura média foi observada no mês de Junho com 12,7°C e a máxima no mês de Fevereiro com 17,3°C

1.3 Hidrografia

A hidrografia da mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba é caracterizada pelas bacias hidrográficas do Rio Grande, Rio Paranaíba, Rio São Francisco.

A Bacia do Rio Grande ocupa grande parte da área de estudo, na serra da Mantiqueira, na Zona da Mata Mineira, tendo aproximadamente 1.589 km desaguando na

confluência com o Rio Paranaíba na divisa dos estados de Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul, formando o rio Paraná, tendo como principais afluentes os rios: Verde, São Francisco, Uberaba e Babilônia (NOVAIS, 2011).

A Bacia do Rio Paranaíba, na serra da Mata da Corda, na altitude de 1.115 metros no município de Rio Paranaíba, tendo aproximadamente 1.070 km de curso até a sua junção com o Rio Grande (NOVAIS, 2011).

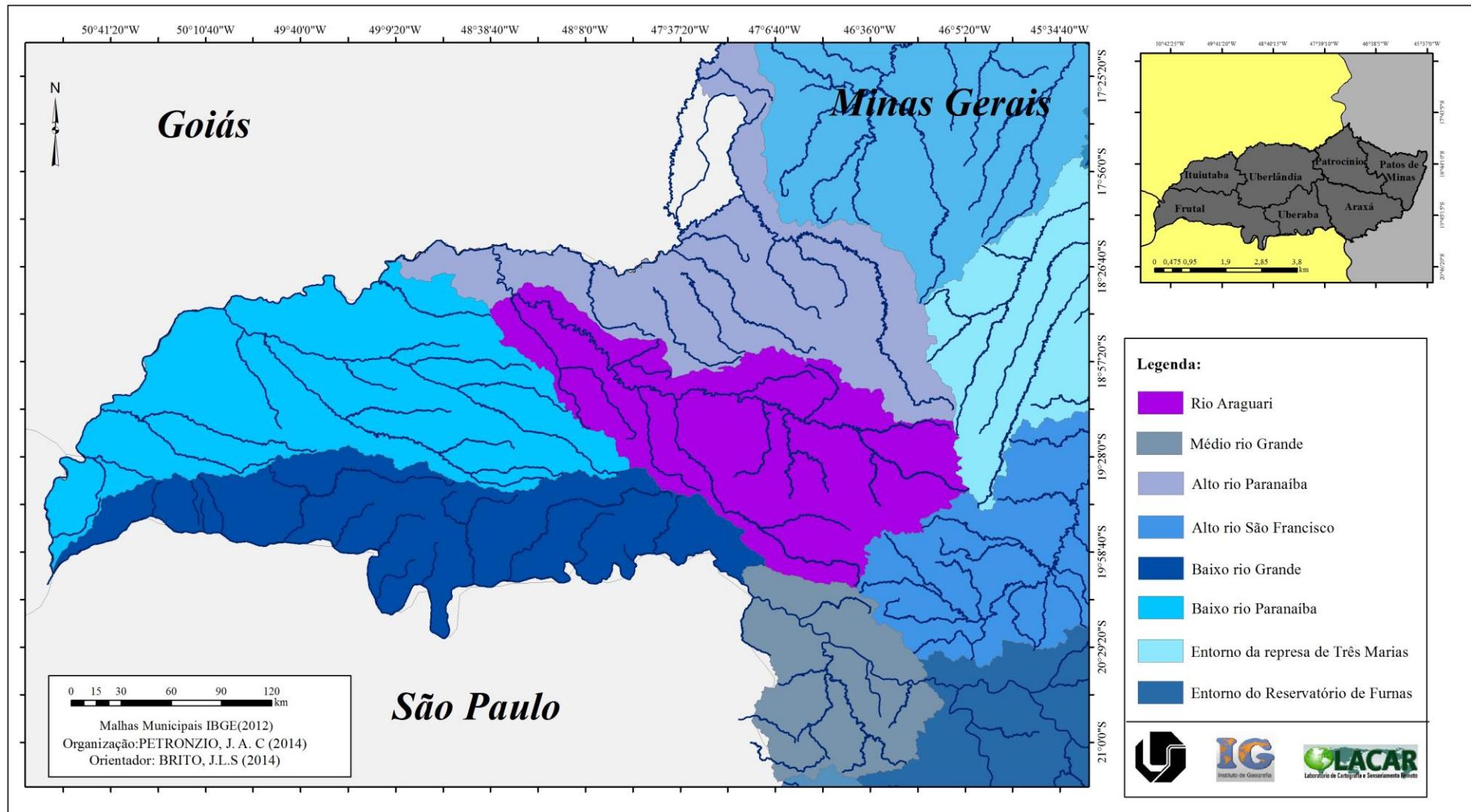
Segundo o sítio do IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas, a bacia do Rio Paranaíba é classificada em três unidades de planejamento: PN1 – Bacia do Rio Dourados, PN2 – Bacia do Rio Araguari, PN3 – Bacia dos Afluentes mineiros do baixo Paranaíba.

A bacia hidrográfica do Rio Dourados (PN1), situa-se na mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, abrangendo principalmente os municípios de Uberlândia, Patrocínio e Patos de Minas. Totaliza 18 sedes municipais, com uma população estimada de 434.241 habitantes e uma área de drenagem de 22.291 km². IGAM

A bacia do Rio Araguari (PN2) situa-se na área de estudo, onde estão municípios como Uberlândia e Araxá, abrangendo 13 sedes municipais possuindo uma população estimada de 741.486 habitantes, e uma área de drenagem de 21.566 km². IGAM

A bacia dos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba (PN3) abrange municípios como Uberlândia e Itumbiara, totalizando 13 sedes municipais, com uma população estimada de 211.641 habitantes e uma área de drenagem de 26.973 km². IGAM

Mapa 3. Bacias Hidrográficas Regionais



1.4 Geologia

A geologia da área de estudo compreende três grandes grupos litológicos, pertencentes à Bacia Sedimentar do Paraná (Formações Botucatu, Serra Geral e Grupo Bauru) e à Faixa de Dobramentos Brasília e aos Complexos Plutônicos Alcalinos da Província Ígnea do Alto Paranaíba.

1.4.1 Bacia Vulcano-Sedimentar do Paraná

Grupo São Bento

White (1908) usou este termo para reunir as rochas vulcânicas e sedimentares de natureza eólicas que ocorrem na Serra do Rio do Rastro, sul do estado de Santa Catarina. Fazem parte deste grupo as formações Botucatu e Serra Geral.

Formação Botucatu

Litologicamente, é constituída por arenitos bem selecionados, médios a finos, bimodais, localmente grossos, com grãos arredondados ou subarredondados. Apresentam cor predominante cinza-avermelhado e frequentemente se observa a presença de cimento silicoso ou ferruginoso. Constituem pacote arenoso, com camadas espessas de geometria tabular ou lenticular, que podem ser acompanhadas por grandes distâncias. (WHITE,1908)

Formação Serra Geral

De acordo com Nishiyama (1998), na região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba os basaltos da Formação Serra Geral afloram em áreas restritas, expostos pela erosão fluvial atuante nos dias atuais, em função de se encontrarem recobertos pelos sedimentos do Grupo Bauru (formações Adamantina, Uberaba e Marília).

Os afloramentos litológicos dessa unidade são caracterizados nos vales dos principais rios que drenam a região, como os rios Grande, Paranaíba, Araguari, Tijuco e seus afluentes.

Grupo Bauru

Neste grupo destacam-se as seguintes formações: Marília, Adamantina e Uberaba (figura 1), resumidamente descritas abaixo. O Grupo Bauru é composto por sedimentos que se assentam sobre basaltos da Formação Serra Geral, arenitos da Formação Botucatu, terrenos metamórficos proterozóicos dos grupos Araxá e Canastra, (SUGUIO et al. 1979).

Figura 1: Distribuição dos Litotipos do Grupo Bauru no Triângulo Mineiro (MG).



Fonte: Batezelli, (2003).

Formação Marília: Gravina et al. (2002) apontaram em seus estudos que essa formação consiste de uma sequência de arenitos calcíferos, conglomerados e para conglomerados carbonáticos e lamitos, depositados em sistema de rios entrelaçados na porção mediana a distal de leques aluviais (FERNANDES 1998).

Esta unidade pode ser observada na área de estudo ao longo da BR-153, entre Frutal e Uberlândia.

Complexos Carbonatíticos

Província Ígnea do Alto Paranaíba: de acordo com, Bezerra sd os complexos desta província, são formados por intrusões ultramáficas-carbonatíticas de dimensões relativamente grandes (até 65 km² de área aflorante), distribuídas por Catalão, Serra Negra, Salitre, Araxá e Tapira.

Esses complexos intrudem rochas metamórficas neoproterozóicas dos domínios interno e externo da Faixa Brasília, as quais são tipicamente deformadas em estruturas dônicas.

1.5 Vegetação

As características da vegetação analisadas na área de estudo, compreendem algumas fitofisionomias do Cerrado Lato Sensu, apresentando formações como o cerrado stricto sensu, campo sujo, campo limpo, veredas, matas de galeria e matas ciliares. O cerrado como apontam Lima e Silva, (2008) é o segundo maior bioma brasileiro em extensão com aproximadamente 204 milhões de hectares, (EMBRAPA Cerrados, 2004), ocupando cerca de 24% do território nacional.

O conceito de Cerrado como aponta Ribeiro e Walter (2008), tem sido utilizado para designar tipos de vegetação (fitofisionomia), se associando também a adjetivos que se referem a características estruturais ou florísticas particulares, encontradas em regiões específicas.

Cerrado Stricto Sensu: é caracterizado pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, e geralmente com evidências de queimadas. Os arbustos e subarbustos encontram-se espalhados, com algumas espécies apresentando órgãos subterrâneos perenes (xilopódios), que permitem a rebrota após a queima ou corte. Na época chuvosa, os estratos subarbustivos e herbáceo tornam-se exuberantes, devido ao seu rápido crescimento.

Grande parte dos solos sob a vegetação do cerrado stricto sensu pertence às classes Latossolos Vermelhos e Latossolos Vermelhos – Amarelos. Apesar das boas características físicas são solos fortes ou moderadamente ácidos (pH entre 4,5 e 5,5). O teor de matéria orgânica varia entre médio e baixo. (RIBEIRO e WALTER 2008)

Campo Limpo: é uma fitofisionomia predominantemente herbácea, com raros arbustos e ausência completa de árvores. Pode ser encontrado em diversas posições topográficas, com diferentes variações de grau de umidade, profundidade e fertilidade do solo. Entretanto, é encontrado com mais frequência nas encostas, nas chapadas, nos olhos d'água, circundando as

Veredas e na borda das Matas de Galeria, geralmente em solos Neossolos Litólicos, Cambissolos ou em Plintossolos Pétricos. Quando ocorre em áreas planas, relativamente extensas, contíguas aos rios e inundadas periodicamente, também é chamado de “Campo de Várzea” “Várzea” ou “Brejo”, sendo os solos de um dos seguintes tipos: Gleissolos, Neossolos Flúvicos, Plintossolos ou Organossolos. (RIBEIRO e WALTER 2008)

Campo Sujo: é exclusivamente arbustivo-herbáceo, com arbustos e subarbustos esparsos, cujas plantas, muitas vezes, são constituídas por indivíduos menos desenvolvidos das espécies arbóreas do Cerrado Stricto Sensu. Essa fitofisionomia é encontrada em solos rasos, como Neossolos Litólicos, os Cambissolos ou os Plintossolos Pétricos, eventualmente com pequenos afloramentos rochosos de pouca extensão, ou ainda em solos profundos e de baixa fertilidade, como os Latossolos de textura média e os Neossolos Quartizênicos. (RIBEIRO e WALTER 2008)

Veredas: é caracterizada como uma vegetação com a palmeira arbórea Mauritia Flexuosa (Buriti) emergente, em meio a agrupamentos mais ou menos densos de espécies arbustivos-herbáceas. As veredas são circundadas por campos típicos, geralmente úmidos, e os buritis não formam dossel. Nas áreas de veredas os buritis adultos possuem em média alturas entre 12 a 15 metros e a cobertura varia de 5% a 10%. As veredas, ocorrem em solos argilosos e mal definidas, quase sempre sem murundus (microrrelevo, em forma de montículo, típico de algumas formações vegetais do Cerrado), sendo comum também nas posições intermediárias do terreno próximas às nascentes (olhos d’água), ou nas bordas das cabeceiras de Matas de Galeria. (Agência

de

Informação

Embrapa

http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_65_911200591120.html

Mata de Galeria: entende-se como uma vegetação florestal que acompanha os rios de pequeno porte e córregos dos planaltos do Brasil Central, formando corredores fechados (galerias) sobre o curso de água. É uma fisionomia perenifólia, não apresentando caducifólia evidente durante a estação seca. Ocorrem em solos tipo Cambissolos, Plintossolos, Argissolos,

Gleissolos ou Neossolos, podendo mesmo ocorrer Latossolos semelhantes aos das áreas de cerrado (sentido amplo) adjacentes.

(RIBEIRO e WALTER 2008)

Mata Ciliar: entende-se como a vegetação florestal que acompanha os rios de médio e grande porte da Região do Cerrado, em que a vegetação arbórea não forma galerias. Em geral essa mata é relativamente estreita, dificilmente ultrapassando 100 metros de largura em cada margem. A Mata Ciliar no bioma Cerrado também se diferencia da Mata de Galeria pela deciduidade e pela composição florística, havendo na Mata Ciliar, diferentes graus de caducifólia na estação seca, enquanto que na Mata de Galeria é perenifólia. Os solos encontrados nessa formação são principalmente solos rasos como os Cambissolos, Plintossolos ou Neossolos Litólicos, profundos como os Latossolos e Argissolos, ou ainda a presença de Neossolos Flúvicos.

(RIBEIRO e WALTER 2008)

2 Referencial Teórico

2.1 Transformações da Paisagem Rural a partir da expansão canavieira na mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba

O conceito de paisagem é uma das categorias de análise da Geografia, desde sua sistematização enquanto ciência no século XIX. Para Ab' Saber (1977) a paisagem é uma herança de processos fisiográficos e biológico sendo um patrimônio coletivo dos povos. Sauer (1925) a define como sendo aquela que possuem espaços naturais e aqueles humanizados, isto é modificado pelo Homem. Dessa forma, o Homem atua como um agente transformador direto da paisagem. Essas modificações variam ao longo do tempo e espaço, em função do modo de produção do espaço por diferentes sociedades. Verificar o potencial transformador do homem sobre a paisagem é um válido esforço na compreensão do funcionamento da mesma.

Sendo assim, a paisagem da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba é composta por um mosaico resultado de um processo agroprodutivo, fruto de um planejamento político nacional para modernização e industrialização do país. O Cerrado foi colocado pelo Estado como fronteira para expansão agrícola. Santos (2000) destaca alguns programas do Governo:

Podemos destacar o Programa de Assentamento Dirigido do Alto Paranaíba- PADAP; o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados- POLOCENTRO; e o Programa de Cooperação Nipo-Brasileira de Desenvolvimento dos Cerrados- PRODECER, como os principais programas que apresentam o desenvolvimento de novas tecnologias para os Cerrados. (SANTOS, 2000).

O cenário de expansão da cana-de-açúcar da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba é reflexo da produção nacional desse cultivo. Em escala nacional, o

território brasileiro é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com produção estimada em 652,015 milhões de toneladas na safra 2013/2014. A infraestrutura voltada para a produção de agrocombustíveis gerou em 2013 cerca de 66 bilhões de litros de matéria prima, sendo que destes 56,6% desse valor foram destinados para a produção de Etanol. É possível notar o aumento em quase 100 milhões de toneladas entre a safra de 2008/2009 e a safra 2013/2014

A tabela 1 detalha os dados da safra relativos à moagem de cana-de-açúcar no país na safra 2012/2013. Os resultados apontam que durante a safra os meses com maior produtividade foram dezembro, janeiro, fevereiro e março. Que corresponde o período de maio safra. Em relação à porcentagem da moagem utilizada para açúcar e etanol, nota-se a predominância dos usos para a produção de etanol.

Tabela 1: Brasil: Resultados do Setor Sucroalcooleiro na Safra 2012/2013

	Moagem acumulada de Cana (t)	Açúcar (%)	Etanol (%)
1^a Abr	4.963.417	32,7	67,3
2^a Abr	14.487.216	37,3	62,7
1^a Mai	34.701.166	41,5	58,5
2^a Mai	69.978.432	44,9	55,1
1^a Jun	95.759.517	44,9	55,1
2^a Jun	129.194.936	45,4	55,1
1^a Jul	170.792.977	46,4	54,6
2^a Jul	219.313.325	47,4	53,6
1^a Ago	262.519.394	48,4	52,6
2^a Ago	310.119.547	48,7	52,1
1^a Set	355.276.925	48,7	52,6
2^a Set	389.507.429	49,0	51,3
1^a Out	427.842.007	49,4	51,3
2^a Out	476.031.735	49,6	51,0
1^a Nov	506.855.052	49,8	50,6
2^a Nov	542.077.888	49,8	50,4
1^a dez	561.637.140	49,9	50,2
2^a dez	572.048.923	49,9	50,2
1^a Jan	576.596.829	50,0	50,1
2^a Jan	580.798.436	50,0	50,1

	Moagem acumulada de Cana (t)	Açúcar (%)	Etanol (%)
1^a Fev	584.022.168	50,1	50,0
2^a Fev	585.739.018	50,1	50,0
1^a Mar	588.096.092	50,1	49,9
2^a Mar	589.129.145	49,4	50,6

Fonte: UDOP, 2014. Org.: PETRONZIO, 2014.

Parte da dinâmica recente, a expansão das áreas com cana-de-açúcar é um forte modificador da paisagem da mesorregião do Triângulo Mineiro Alto Paranaíba-MG, uma vez que essa cultura territorializa os solos por no mínimo 7 anos, onde o primeiro plantio é chamado de cana-planta que pode sofrer até oito cortes, em função do manejo. Pode-se dizer que é um homogeneizador da paisagem, em função das extensas áreas da monocultura e que corrobora para uma paisagem de habitats fragmentados. (METZER sd)

A mesorregião de estudo é considerada uma fronteira para essa cultura, segundo Sano et al (2009) a expansão da cana-de-açúcar ocorrerá principalmente no bioma Cerrado, pois mais de 40% desse já foi desmatado para alguma finalidade agrosilvopastoril.

A viabilidade de ocupação e consolidação econômica do Cerrado brasileiro foram provenientes dos seguintes fatores: (a) disponibilidade de terras com relativa proximidade dos centros econômicos do país (regiões Sul e Sudeste); (b) competitividade nacional no mercado externo, principalmente na produção de grãos; (c) fortalecimento do capital financeiro privado com a reestruturação interna da produção e o estabelecimento do agronegócio; e (d) inovação tecnológica proveniente de uma política de ciência e tecnologia coordenada, principalmente, pela EMBRAPA FONSECA, et al, 2004; SISCÚ e LIMA 2000 apud MENKE 2009..

O Zoneamento Agroecológico da cana-de-açúcar é resultado de uma política recente que busca o ordenamento do território para escolher os melhores locais para o cultivo da cultura. A figura 2 da EMBRAPA representa produto desse projeto. “O Zoneamento Agroecológico coordenado pelo MAPA em parceria com o MMA é um instrumento para a tomada de decisões ao nível federal e estadual, e implantação de políticas públicas voltadas para o ordenamento da expansão do cultivo da cana-de-açúcar para fins industriais.” (EMBRAPA, 2009).

Observa-se que o desenvolvimento econômico exige uma preocupação para com o uso da terra e cobertura vegetal natural em relação ao processo de transformação recente da paisagem ocasionado pela expansão da cana-de-açúcar. Existe um esforço do Governo Federal em disponibilizar dados espaciais para o planejamento do cultivo sustentável das terras com cana-de-açúcar em concordância com a biodiversidade e a legislação vigente. (EMBRAPA, 2009).

Figura 2: Áreas aptas para o cultivo de cana-de-açúcar



Fonte: Zoneamento Agroecológico da cana-de-açúcar, EMBRAPA (2009)

Nos mapas do Zoneamento da Cana estão apresentadas somente as áreas aptas ao cultivo da cana-de-açúcar. O quadro 2 apresenta as categorias mapeadas por esse projeto.

Quadro 2: Categorias mapeamento do Zoneamento Agroecológico.

Aptidão	Uso	Significado
P	Ap	Áreas aptas ao cultivo com aptidão agrícola ALTA, atualmente utilizadas com pastagens
R	Ap	Áreas aptas ao cultivo com aptidão agrícola MÉDIA, atualmente utilizadas com pastagens
M	Ap	Áreas aptas ao cultivo com aptidão agrícola BAIXA, atualmente utilizadas com pastagens
P	Ag	Áreas aptas ao cultivo com aptidão agrícola ALTA, atualmente utilizadas com agropecuária
R	Ag	Áreas aptas ao cultivo com aptidão agrícola MÉDIA, atualmente utilizadas com agropecuária
M	Ag	Áreas aptas ao cultivo com aptidão agrícola BAIXA, atualmente utilizadas com agropecuária
P	Ac	Áreas aptas ao cultivo com aptidão agrícola ALTA, atualmente utilizadas com agricultura
R	Ac	Áreas aptas ao cultivo com aptidão agrícola MÉDIA, atualmente utilizadas com agricultura
M	Ac	Áreas aptas ao cultivo com aptidão agrícola BAIXA, atualmente utilizadas com agricultura
Legenda: Ap. Área com uso atual em pecuária Ag-Área com uso atual em Agropecuária Ac- Área com uso atual em agricultura		

Fonte: Zoneamento Agroecológico da cana-de-açúcar, EMBRAPA (2009) Org. Petronzio, (2014)

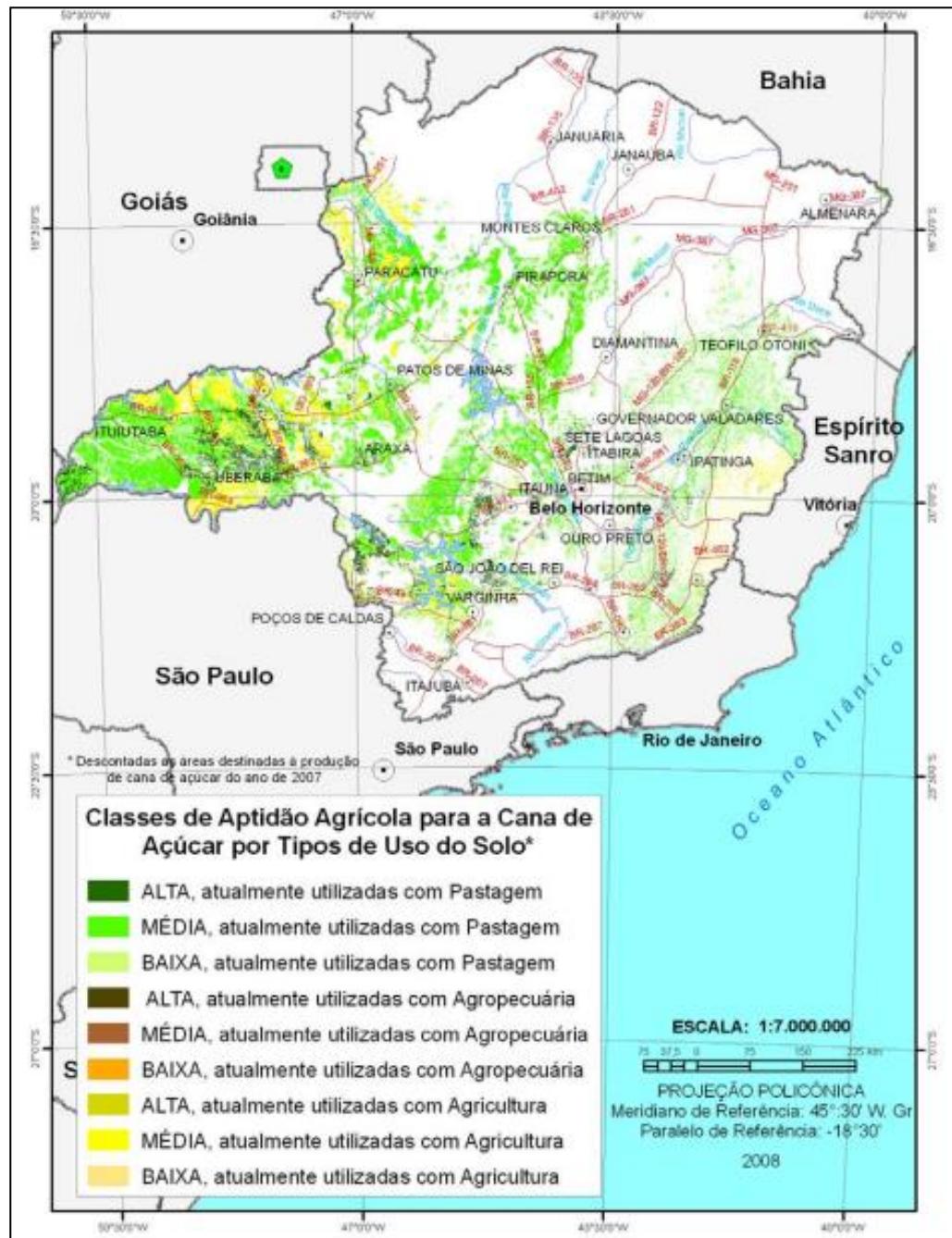
A figura 3 mostra as áreas aptas para o cultivo da cultura de Minas Gerais, conforme o Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar (2009). Como resultado apresentou-se a área em hectare para cada categoria mapeada, organizado no quadro 3.

Quadro 3: Áreas aptas para o cultivo de cana-de-açúcar no Estado de Minas Gerais.

Classes de aptidão	Ap	Ag	Ac	Ap + A	Ap + Ag + Ac
Alta (A)	1.029.650,78	12.579,19	158.956,40	1.042.229,97	1.201.186,37
Média (M)	8.067.272,5	18.276,28	1.814.086,45	8.085.548,81	9.899.635,26
Baixa (B)	138.261,44	757,52	10.361,60	139.018,96	149.380,56
A+M	9.096.923,31	757,52	1.973.042,85	9.127.778,78	11.100.821,63
A+M+B	9.235.184,75	31.612,99	1.983.404,45	9.266.797,74	11.250.202,19
Áreas em hectare					

Fonte: Zoneamento Agroecológico da cana-de-açúcar, EMBRAPA (2009) Org. Petronzio (2014)

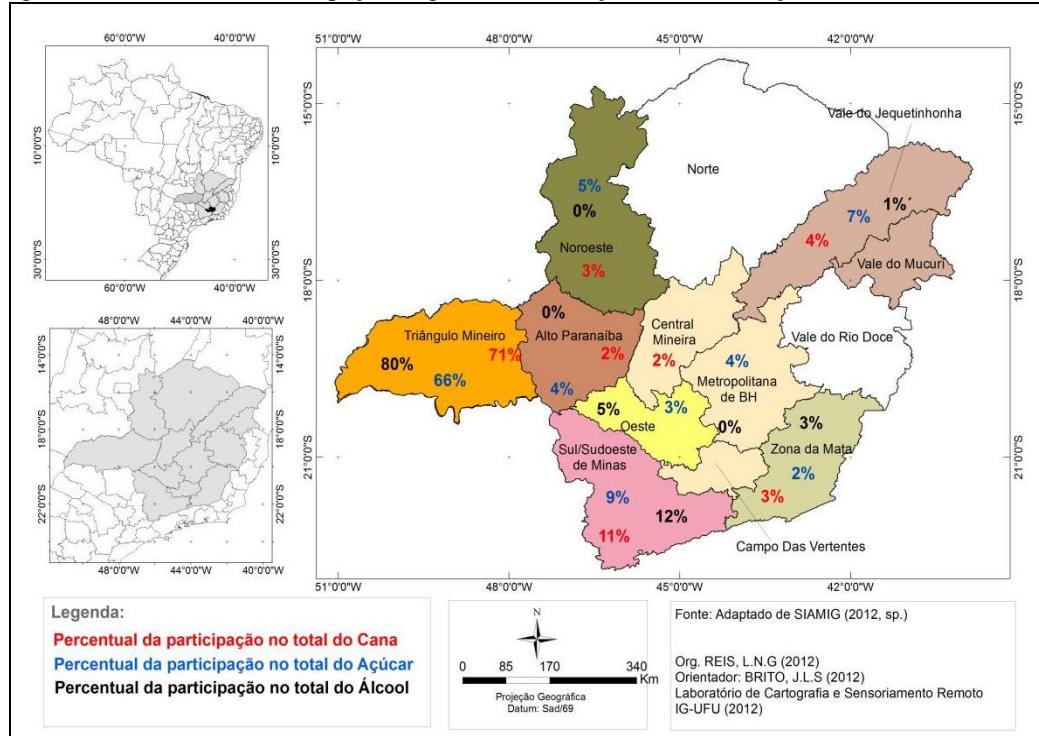
Figura 3: Classes de Aptidão Agrícola para a cana-de-açúcar por tipos de uso do solo do Estado de MG



Fonte: Zoneamento Agroecológico da cana-de-açúcar, EMBRAPA (2009)

A figura 4 apresenta a participação das mesorregiões do estado de Minas Gerais na produção de cana-de-açúcar. Nota-se que grande parte da produção se concentra na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, objeto de estudo deste trabalho. A mesorregião participa com 80% na produção total de álcool, 71% no total de cana produzida e 66% da participação no total de cana-de-açúcar produzido.

Figura 4: Minas Gerais: Participação Regional da Produção da cana-de-açúcar



Fonte: SIAMIG, (2012) Org.: Reis, (2012)

O Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba está circundado por regiões em que a concentração da área plantada de cana-de-açúcar é elevada dos Estados de São Paulo e Goiás, o que influencia diretamente na expansão das lavouras de cana-de-açúcar para a mesorregião. Reis (2013) No banco de dados Unicadata disponível no link:<www.unicadata.com.br> pode ser consultado os valores anuais da produtividade e área plantada de cana-de-açúcar do Brasil, que comprovam o aumento da área dessa lavoura temporária nos Estados do Goiás, São Paulo e Minas Gerais (tabela 2).

Tabela 2: Evolução de área plantada com cana-de-açúcar (1982-2012)

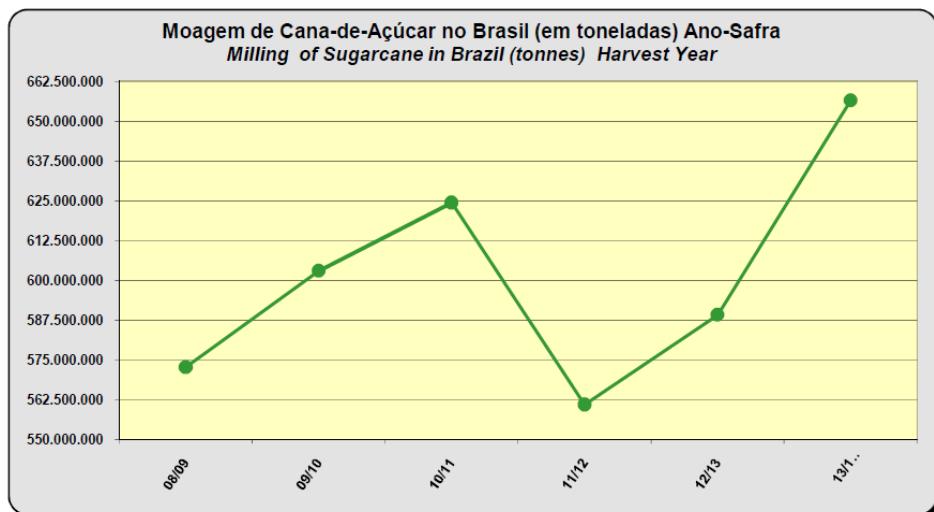
Estado	1982	1992	2002	2012
Goiás	37.335	105.960	203.685	732.870
Mato Grosso do Sul	35.149	61.884	112.100	558.664
Minas Gerais	251.502	272.709	277.977	882.624
São Paulo	1.088.480	1.895.750	2.661.620	5.172.611

Unidade: hectares

Fonte: Elaborado pela ÚNICA, a parti de dados do IBGE.

Souza e Cleps (2009) destacaram que houve momentos de retração nas áreas com cana-de-açúcar no período de 1990 à 1996 em função do enfraquecimento do Programa Brasileiro de Álcool (PROÁLCOOL), depois da desativação do Instituto do Açúcar e do Álcool e do Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar (PLANALSUCAR). Suplementar a esse processo, as discordâncias entre o Governo Collor e a indústria automobilística ocasionou a perda de crédito do mercado, consequentemente à redução da produção de álcool. “Já nos anos iniciais da década de 2000, o setor sucroalcooleiro passa por um reaquecimento que, também atrelado a questões políticas, demanda maiores extensões de áreas para a monocultura e o envolvimento de novas regiões nesse processo expansionista”. (SOUZA; CLEPS, 2009). O gráfico 1 mostra a evolução da moagem de cana no Brasil nos últimos anos frente a esses processos políticos.

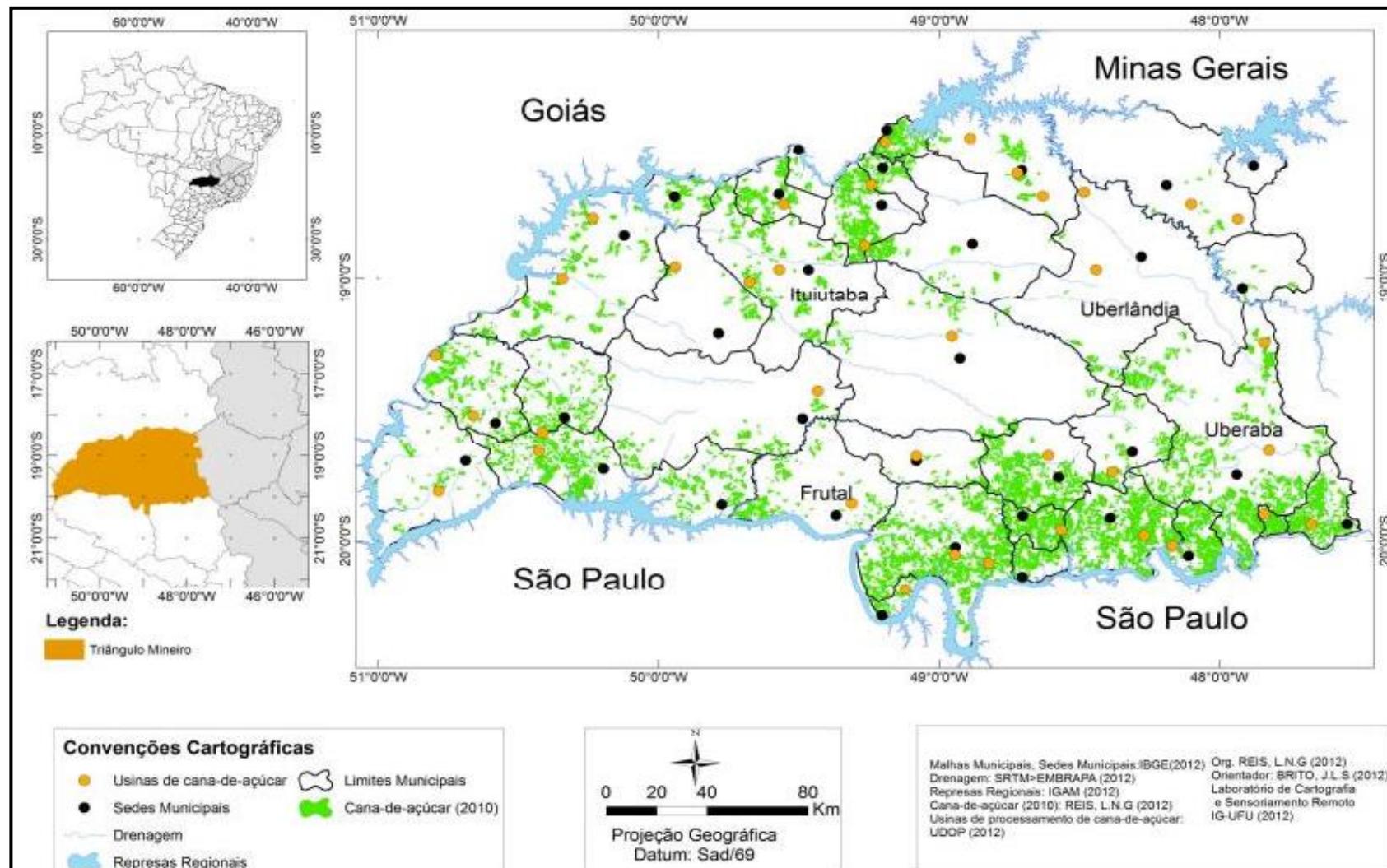
Gráfico 1: Brasil: evolução da moagem de cana-de-açúcar entre 2008 e 2014.



Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2014.

O trabalho de Reis (2013) destacou a importância da microrregião de Uberaba na área em extensão com cana-de-açúcar plantada em 2010, havia aproximadamente 276.500 hectares, seguida pela microrregião de Frutal que possuía 249.544 hectares, depois a microrregião de Uberlândia com 91.190 hectares e por último a região de Ituiutaba com 72.373 hectares. (Mapa 3)

Mapa 4: Mapeamento da cana-de-açúcar em 2010 no Triângulo Mineiro (MG)



Fonte: Reis (2013)

O quadro 4 apresenta a concentração de usinas instaladas na mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba. Destaca-se a sua concentração das mesmas nas proximidades com a divisa de São Paulo. Também se pode observar a existência de usinas projetadas que entrarão em funcionamento em novas áreas da mesorregião, sobretudo nos municípios de Uberlândia e Prata. A concentração das usinas nas proximidades de São Paulo pode ser explicada pela área de expansão de cana-de-açúcar no noroeste do Estado de São Paulo, que posteriormente começou a alcançar áreas do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Campos et al. destaca a concentração das usinas de cana-de-açúcar de Minas Gerais nessa mesorregião.

O Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba representa cerca de 63,7% de todas as unidades do estado, enquanto a região Noroeste de Minas, segunda colocada no ranking em unidades sucroalcooleiras, representa apenas 10,3% dessas unidades, seguidas da região Sul/ Sudoeste de Minas e Central Mineira com 6,8% cada, 5,1% na Zona da Mata e 3,4% no Vale do Mucuri e Oeste de Minas. (CAMPOS *et al* sd.)

Quadro 4: . Minas Gerais: Mesorregião Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba: Usinas e Destilarias.

Município	Nome da Usina/Destilaria	Produtos
Araporã	Alvorada Açúcar e Álcool LTDA	Álcool e açúcar
Campina Verde	Campina Verde Bioenergia	Álcool, açúcar e energia elétrica.
Campo Florido	S.A. Usina Coruipe Açúcar e Álcool	Álcool e açúcar
Canápolis	Laginha Agro Industrial S.A. - Unid. Triálcool (1)	Álcool e Açúcar
Canápolis	DAMFI - Destilaria Antônio Monti Filho Ltda (2)	Álcool, Açúcar e Biodiesel.
Capinópolis	Laginha Agro Industrial S.A. - Unid. Vale do Paranaíba (1)	Álcool e Açúcar
Carneirinho	S.A. Carneirinho Agroindustrial (2)	Álcool e Açúcar
Comendador Gomes	Elabora Bioenergia (2)	Biodiesel
Conceição das Alagoas	Usina Caeté S.A (1)	Álcool e Açúcar
Conquista	Usina Mendonça Agro Industrial e Comercial Ltda (1)	Álcool e Açúcar
Delta	Usina Caeté S.A. (1)	Álcool e Açúcar
Fronteira	Vale do Ivaí S.A. - Açúcar e Álcool (1)	Álcool e Açúcar
Frutal	Usina Frutal Açúcar e Álcool S.A (2)	Álcool e Açúcar
Frutal	Usina Cerradão (2)	Álcool e Açúcar
Ibiá	Usina Araguari (1)	Álcool e Açúcar
Itapagipe	Usina Itapagipe - Açúcar e Álcool Ltda (1)	Álcool e Açúcar
Ituiutaba	Ituiutaba Bioenergia Ltda (2)	Biodiesel
Iturama	Biodiesel Triângulo (2)	Biodiesel
Iturama	S.A. Usina Coruipe Açúcar e Álcool (1)	Álcool e Açúcar
Limeira do Oeste	S.A. Usina Coruipe Açúcar e Álcool (1)	Álcool e Açúcar
Limeira do Oeste	Cabrera Central Energética Açúcar e Álcool Ltda (2)	Álcool e Açúcar
Patos de Minas	Agroindustrial Patos de Minas Ltda	Álcool e Açúcar
Pirajuba	U. S. A.- Usina Santo Ângelo Ltda (1)	Álcool e Açúcar
Prata	Usina Zanin Açúcar e Álcool Ltda - Da Prata (2)	Álcool e Açúcar

Município	Nome da Usina/Destilaria	Produtos
Santa Vitória	Companhia Energética Vale do São Simão (2)	Álcool e Açúcar
Santa Vitória	Santa Vitória Açúcar e Álcool S.A (2)	Álcool e Açúcar
Tupaciguara	Usina Tupaciguara (2)	Álcool e Açúcar
Tupaciguara	Destilaria Cachoeira Ltda (1)	Álcool e Aguardente
União de Minas	União de Minas Agroindustrial Açúcar e Álcool (2)	Álcool e Açúcar
Uberaba	Usina Uberaba S.A. (1)	Álcool e Açúcar
Uberaba	Cia. Energética de Açúcar e Álcool Vale do Tijuco Ltda(1)	Álcool e Açúcar
Veríssimo	CEV - Central Energética de Veríssimo Ltda (2)	Álcool e Energia

(1) Usinas em atividade.
(2) Usinas em construção.

Fonte: UDOP - União dos Produtores de Bioenergia, (2014). Org.: Reis, (2012). Adaptado por: Petronzio, (2014).

O processo de expansão da cana-de-açúcar se intensifica a partir de 2005 incorporou novas áreas em todo o Brasil (DOMINGUES e THOMAZ JÚNIOR, 2011). Em decorrência deste aumento as paisagens estão sendo alteradas devido à conversão do uso da terra de outros usos (pastagens, silvicultura, vegetação nativa, etc.) para cana-de-açúcar, como demonstra o trabalho de Reis (2013), instalação de infraestrutura e mudança na logística regional como ilustra o trabalho de Setten (2010) e impactos na qualidade do ar, clima regional, uso do solo, biodiversidade, qualidade dos recursos hídricos, etc. Liboni; Cesarino (2012).

Nesse processo de mudança de paisagem da mesorregião, observa-se que as áreas de pastagens e soja estão sendo gradativamente substituída pela cana-de-açúcar. Inclusive há a supressão gradativa da agricultura familiar. “(...) a expansão do setor sucroalcooleiro acabou abarcando também áreas de cultivo da agricultura familiar, como é o caso do Assentamento Nova Santo Inácio Ranchinho, em Campo Florido-MG”.(SOUZA, CLEPS, 2009)

A incorporação de propriedades pequenas pelo setor sucroalcooleiro ocorre com o arrendamento das famílias de seus lotes para as agroindústrias com o intuito de assegurar a renda familiar, sendo que as iniciativas desses em produzir alimentos não estavam conseguindo competir com aqueles produzidos em larga escala. Souza; Cleps (2009). Nesse sentido, o trabalho de Campos *et al* (sd) elucida:

Anterior ao processo de arrendamento dos lotes, os principais produtos cultivados pelas famílias no P.A. Nova Santo Inácio Ranchinho, destacavam-se: a mandioca, a cabotiá, o leite e a pimenta. Além disso, durante a implantação do arrendamento no P.A, as atividades exercidas pelas famílias como alternativa para obtenção de renda também foram a prática da pecuária leiteira, cultivo de mandioca e produção de farinha, pimenta e maracujá. Assim, como no ano de 2007, os trabalhadores tentaram comercializar estes produtos nos municípios próximos - Campo Florido, Uberaba, Boa Sorte. Entretanto, a relação custo de produção e lucratividade não atingiu níveis compensatórios para a manutenção da prática (CAMPOS *et al sd.*)

Logo, existe uma preocupação latente com a segurança alimentar em relação à conversão do uso da terra de áreas que eram destinadas para produção de alimentos e por hora estão ocupadas com forrageiras e pela cana-de-açúcar, por exemplo. A produção desta cultura exige grande quantidade de terras, e que são ocupadas ao entorno da instalação das usinas do setor sucroalcooleiro. Este é um cenário de transformação da paisagem do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba que é conhecido como fronteira agrícola para essa cultura. (SOUZA; CLEPS, 2009)

Ao considerar a expansão da monocultura aliada ao redirecionamento da produção para o Triângulo Mineiro, tendo como referência o município de Campo Florido, estas projeções se confirmam, em escalas significativas. As áreas ocupadas com lavouras permanentes, ou seja, culturas como a banana, o limão e a laranja, mantiveram seus percentuais de área plantada, mas a área de cultivo do café praticamente desapareceu, considerando o período de 1997 a 2007. (SOUZA, CLEPS, 2009)

Um dos fatores que explica essa dinâmica recente de uso e ocupação dos solos da mesorregião e instalação das usinas é a disponibilidade matéria prima (cana-de-açúcar e mão-de-obra). “No caso da mão-de-obra, com a ampliação das fronteiras da cana para o Estado de Minas Gerais, inicia-se um processo de migração de trabalhadores para as usinas instaladas no Triângulo Mineiro, que buscam melhores condições de vida e também oportunidades de trabalho.” (FERREIRA *et al*, 2013).

A expansão do agronegócio na região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba exigiu modificações na paisagem como inovações na malha rodoviária com o intuito de “aumentar a mobilidade geográfica; ampliar e melhorar os meios de transportes e a infraestrutura correspondente” (BERNARDES; FERREIRA, 2013). A mesorregião possui uma das mais importantes e estratégicas malhas viárias do país, interligando várias regiões. (Quadro 5)

Quadro 5: Malha rodoviária federal da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba-MG

RODOVIAS FEDERAIS		
Rodovias	Localidades	Extensão (KM)
BR-050	Brasília - Cristalina - Uberlândia - Uberaba - Ribeirão Preto - Campinas -São Paulo – Santos	1.025,30
BR-146	Patos de Minas - Araxá - Poços de Caldas - Bragança Paulista	678,7
BR-153	Marabá - Araguaina - Gurupi - Ceres - Goiânia - Itumbiara - Prata - Frutal - São José do Rio Preto - Ourinhos - Irati - União da Vitória - Porto União - Erechim - Passo Fundo - Soledade - Cachoeira do Sul - Bagé – Aceguá	3.566,30
BR-154	Itumbiara - Ituiutaba - Campina Verde - Nhandeara - Entroncamento com a BR-153	470,3
BR-262	Vitória - Realeza - Belo Horizonte - Araxá - Uberaba - Frutal - Icém - Três Lagoas - Campo Grande - Aquidauana - Porto Esperança – Corumbá	2.295,40
BR-352	Goiânia - Ipameri - Patos de Minas - Abaeté -Pitangui - Pará de Minas	816,5
BR-354	Cristalina - Patos de Minas - Formiga - Lavras -Cruzília - Caxambu - Vidinha - Engenheiro-Passos	852,70
BR-364	Limeira - Matão - Frutal - Campina Verde - São Simão - Jataí - Rondonópolis - Cuiabá - Vilhena -Porto Velho - Abunã - Rio Branco - SenaMadureira - Feijó - Tarauacá - Cruzeiro do Sul -Mâncio Lima - Fronteira com o Peru	4.141,50
BR-365	Montes Claros - Pirapora - Patos de Minas -Patrocínio - Uberlândia - Ituiutaba - São Simão	878,70
BR-452	Rio Verde - Itumbiara - Tupaciguara - Uberlândia – Araxá	508,9
BR-455	Uberlândia - Campo Florido – Planura	133
BR-461	Ituiutaba - Gurinhatã - Iturama	110,00
BR-462	Patrocínio - Perdizes - Entroncamento com a BR-262	100,6
BR-464	Ituiutaba - Prata - Uberaba - Entroncamento com a BR-146	500,9
BR-497	Uberlândia - Campina Verde - Iturama - Porto Alegre - Entroncamento com a BR-158	353

Fonte: Bernardes; Ferreira (2013)

Outras modificações na paisagem em função da monocultura da cana-de-açúcar são referentes aos impactos ambientais. A EMBRAPA (2010) lista alguns principais problemas ecológicas: redução da biodiversidade, contaminação das águas superficiais e subterrâneas e do solo pelo uso dos agrotóxicos e adubos, compactação do solo devido ao tráfego de máquinas pesadas, assoreamento de corpos d’água pelo manejo em solos susceptíveis a erosão laminar, emissão de fuligem pela queima da palha, contaminação do solo por derramamento de óleo diesel dos maquinários, acumulação indiscriminada de resíduos, etc.

De acordo com Langowski(2007) os impactos negativos no setor industrial que mais merecem destaque são:

A utilização intensiva de água para o processamento industrial de cana-de-açúcar; o forte odor gerado na fase de fermentação e destilação do caldo para a produção de álcool; a geração de resíduos potencialmente poluidores como a vinhaça e a torta de filtro. O primeiro é originário em maior grau a partir na fermentação da cana no processo de fabricação do álcool e em menor como subproduto da fabricação de açúcar. (LANGOWSKI, 2007 apud. WERBE, 2010).

Para encerrar o referencial teórico sobre a expansão da cana-de-açúcar na mesorregião apresenta-se um quadro organizado com trabalhos listados na internet, após realizada uma busca no site Google acadêmico com as palavras-chave: mapeamento, cana-de-açúcar, Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Expansão, Sucroalcoleiro apareceram alguns trabalhos científicos.

2.2 O uso do sensoriamento remoto no mapeamento da cana-de-açúcar

De acordo com Jensen (2011) tal aprendizado não pode ser medido programado ou entendido completamente. A sinergia da combinação do conhecimento científico com a experiência de mundo real do analista permite ao intérprete desenvolver métodos heurísticos práticos para extrair informações importantes de uma imagem.

As aplicações do sensoriamento remoto abrangem diversas áreas de pesquisas, devido ao aperfeiçoamento da resolução espacial e espectral das imagens obtidas. Dessa forma, a importância do sensoriamento remoto se concretiza, pois permite em um curto prazo de tempo obter amplas informações sobre os alvos. A obtenção desses dados é possível em virtude da interação da radiação eletromagnética (REM), resultado da reflexão da energia solar que incide nos objetos que é captada pelo sensor.

“No Brasil, a aplicação das técnicas de sensoriamento remoto no estudo da vegetação teve início como os primeiros mapeamentos temáticos realizados na década de 40 a partir de fotografias aéreas. Eram trabalhos pontuais e com objetivos bastante específicos. Talvez um dos marcos mais significativos dessa aplicação tenha sido o Projeto RADAMBRASIL que teve como objetivo não só representar espacialmente classes fisionômicas da cobertura vegetal de todo o território nacional, como também os demais itens fundamentais de estudos sobre o meio ambiente e dos recursos naturais como geologia, geomorfologia e solos” (PONZONI e SHIMABUKURO, 2014, p. 4)

Para mapear os alvos utilizando o sensoriamento remoto, Novo (2008) aponta que o conhecimento do comportamento espectral dos alvos é importante para a extração de informações das imagens obtidas pelos sensores bem como uma definição do pré-processamento a que devem ser submetidos os dados brutos, ou mesmo à definição da forma

de aquisição dos dados, geometria de coleta, frequência, altura do imageamento, resolução e etc.

A partir da década de 1990 surgiram inovações nos instrumentos utilizados para o estudo do comportamento espectral. A resolução espectral desses equipamentos aumentou, e tornou-se possível adquirir dados com intervalos de até 1nm, o que favoreceu também a descoberta de novas bandas de absorção e novas aplicações das informações espetrais. Além da melhoria da resolução espectral houve uma ampliação também da faixa de sensibilidade dos espectroradiômetros que passaram a operar na região do infravermelho de ondas curta. (NOVO, 2008)

As características dos produtos em sensoriamento remoto irão variar conforme cada tipo de sistema sensor. De acordo com Moraes (2002) estes são dispositivos capazes de detectar a energia eletromagnética (em determinadas faixas do espectro eletromagnético), provenientes de um objeto e transformá-las em um sinal elétrico e registrá-las, de tal forma que este possa ser armazenado e/ ou transmitido em tempo real para posteriores conversões em informações que descrevem as feições dos objetos que compõem a superfície terrestre. Essas variações de energia da área podem ser coletadas por sistemas sensores imageadores ou não-imageadores. Os sistemas imageadores fornecem como produto final uma imagem da área observada, enquanto que os não-imageadores, também denominado radiômetros ou espectroradiômetros apresentam o resultado em forma de dígitos ou gráficos.

Os sistemas sensores também podem ser classificados também em ativos e passivos. Os sensores ativos possuem uma fonte própria de energia eletromagnética, emitindo esta energia para os objetos terrestres a serem imageados e detectam parte desta energia que é refletida por estes na direção destes sensores. Já os sensores passivos são aqueles que não possuem fonte própria de energia eletromagnética como, por exemplo, os sensores do satélite Landsat.

O sensor landsat thematic mapper (TM) proporciona uma resolução espacial mais fina, melhor discriminação espectral entre objetos da superfície terrestre, maior fidelidade geométrica e melhor precisão radiométrica. O sensor TM 5 permite detectar a umidade da cobertura vegetal, pois essa região do espectro é sensível à presença de água no tecido

folicular. . De acordo com Embrapa Monitoramento por Satélite, esse sensor possui uma separação espectral propicia para oferecer subsídios aos mapeamentos temáticos na área de recursos naturais, operando com 7 bandas nas regiões do: visível, infravermelho próximo, médio e termal. Apresentando as características técnicas de resolução espacial de 30 metros para as bandas 1 a 5, 120 metros para a banda 6 e 30 metros na banda 7, apresenta uma área imageada de 185 km uma resolução radiométrica de 8 bits. (Quadro 6)

Quadro 6: Características das imagens do sensor TM/Landsat.

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Área Imageada	Res. Radiométrica
TM (Thematic Mapper)	(B1) Azul	0,45 – 0,52 μm	30 metros	16 dias	185 km	8 bits
	(B2) Verde	0,52 – 0,60 μm				
	(B3) Vermelho	0,63 – 0,69 μm				
	(B4) Infravermelho Próximo	0,76 – 0,90 μm				
	(B5) Infravermelho Médio	1,55 – 1,75 μm				
	(B6) Infravermelho Termal	10,4 – 12,5 μm	120 metros			
	(B7) Infravermelho Médio	2,08 – 2,35 μm	30 metros			

Fonte: EMBRAPA (2014)

O último programa espacial da NASA lançou em 2013 o satélite Landsat 8 sensor OLI (Operational Land Imager), que possui bandas espetrais para a coleta de dados na faixa do visível, infravermelho próximo e infravermelho de ondas curtas, além de uma banda pancromática, conforme o sítio do INPE, (<http://www.inpe.br/>) os avanços tecnológicos demostrados por outros sensores experimentais da NASA foram introduzidos no sensor OLI, operando com 9 bandas nas regiões do: visível, infravermelho próximo, médio, pancromático e cirrus. Apresentando as características técnicas de resolução espacial de 30 metros para

as bandas 1 a 7, 15 metros para a banda 8 (pancromática) e 30 metros na banda 9, apresenta uma área imageada de 185 km² uma resolução radiométrica de 12 bits. (Quadro 7)

Quadro 7: Característica das imagens do sensor OLI/Landsat 8.

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Área Imageada	Res. Radiométrica
OLI (Operational Land Imager)	(B1) Costal	0,433 – 0,453 μm	30 metros	16 dias	185 km ²	12 bits
	(B2) Azul	0,450 – 0,515 μm				
	(B3) Verde	0,525 – 0,600 μm				
	(B4) Vermelho	0,630 – 0,680 μm				
	(B5) Infravermelho Próximo	0,845 – 0,855 μm				
	(B6) Infravermelho Médio	1,560 – 1,660 μm				
	(B7) Infravermelho Médio	2,100 – 2,300 μm				
	(B8) Pancromática	0,500 – 0,680 μm	15 metros			
	(B9) Cirrus	1,360 – 1,390 μm	30 metros			

Fonte: EMBRPA (2014)

No sensoriamento remoto dentre as várias aplicações há uma área específica para os estudos relacionados ao comportamento espectral da vegetação, que tratam os procedimentos de interpretação, obtenção de informações do alvo em seus vários estágios de crescimento.

A década de 1990 é caracterizada pelo avanço das pesquisas voltadas à vegetação, com fundamentações qualitativas, ou seja, nos processos de identificação e mapeamento das

diversas categorias de vegetação (agrosilvo e cobertura vegetal natural), como também características quantitativas.

A distribuição espacial dos elementos da vegetação, bem como as suas densidades e orientações, definem a arquitetura do dossel. A distribuição espacial depende de como foram arranjadas as sementes de plantio (no caso de vegetação cultivada), do tipo de vegetação existente e do estágio de desenvolvimento das plantas. Essa arquitetura é também caracterizada pela orientação angular das folhas, que é descrita por uma função densidade de distribuição e o azimute da folha, respectivamente, a qual é denominada de *Distribuição angular de Folhas* (DNF) que varia consideravelmente entre os tipos de vegetação.(PONZONI; SHIMABUKURO, 2010, p 27).

Conforme Jensen (2009), uma folha sadia intercepta o fluxo radiante incidente (ϕ) proveniente diretamente do Sol e/ou da radiação difusa espalhada sobre a folha. Essa energia eletromagnética interage com os pigmentos, água e espaços intercelulares internos à folha vegetal.

De acordo Ponzoni & Shimabukuro (2010), quando o objeto de estudo é composto por fisionomias florestais ou mesmo vegetação de porte arbustivo, as sombras exercem influencia no comportamento espectral desses alvos, criando desigualdades na iluminação em diferentes camadas do dossel. Contribuições literárias sobre a teoria entre a interação da radiação eletromagnética e a vegetação vêm sofrendo constantes aprimoramentos, como resultado desse esforço e com as crescentes facilidades computacionais, desde o final da década de 1970, ocorrem propostas de modelos matemáticos que descrevem esse processo de interação denominados modelos de reflectância da vegetação.

Neste contexto, a cultura da cana-de-açúcar é alvo de estudos em Sensoriamento Remoto, em função de sua predominância na paisagem recente de algumas regiões do Brasil e por sua importância econômica. De acordo com Rudorff, (2007), a cana-de-açúcar apresenta características favoráveis de identificação nas imagens de satélite por ser uma cultura semi perene plantada em grandes áreas. Tornando o levantamento e sua identificação por meio de

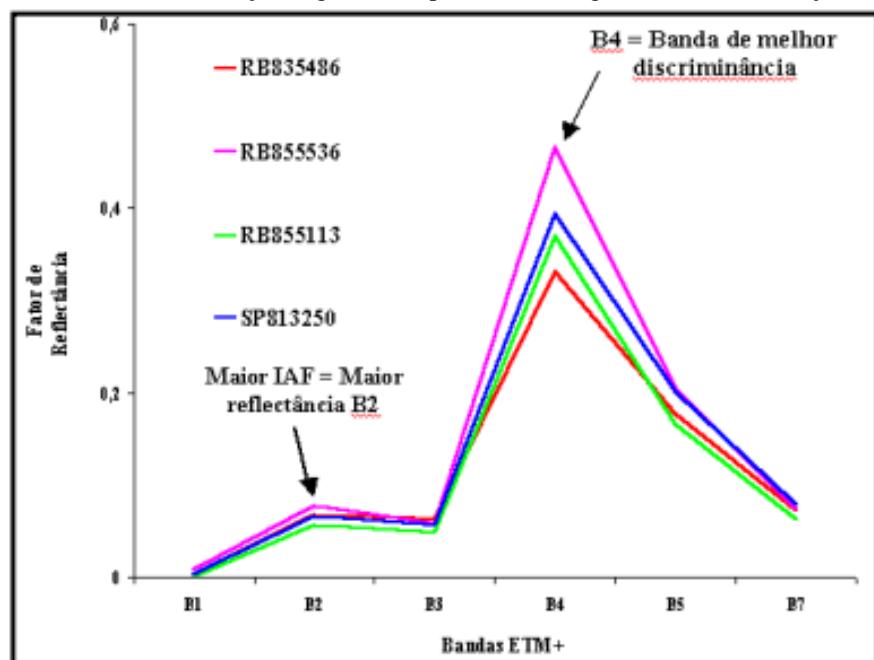
imagens de satélite um produto rápido e confiável para especializar a distribuição desta cultura. Sabe-se que a radiação refletida nas bandas do infravermelho próximo e médio que apresentam importantes informações sobre essa cultura.

Assim em 2003 o INPE em conjunto com o CEPEA (centro de estudos avançados em economia aplicada) o CTC (centro de tecnologia canavieira) e ÚNICA união da indústria de cana de açúcar, iniciou um projeto denominado Canasat para mapear a área de cana no estado de São Paulo Rudorff 2004. Em 2005 , o projeto foi ampliado para mapear a área de cana em toda a região centro sul. (RUDORFF,(2007),

Conforme Rudorff (2007) ressalta em suas pesquisas, independentemente da complexidade do manejo apresenta algumas variáveis conhecidas como época do plantio que é feito entre os meses de outubro e março, o número de meses de crescimento (plantio ao primeiro corte) definem se a cana é de ano ou ano e meio, fases da lavoura conhecida como cana-planta de primeiro corte, e rebrotas conhecidas como soqueiras.

Demattê (2005) apresenta dados resposta espectral da cana-de-açúcar nas diferentes bandas do sensor ETM+/Landsat comprovando que essa cultura responde melhor nas faixas do infravermelho. (gráfico 2)

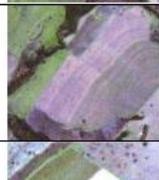
Gráfico 2: Discriminação vegetal no espectroeletromagnético da cana-de-açúcar.



Fonte: DEMATTÊ et al (2005)

Vários autores trabalharam com o mapeamento da cana-de-açúcar e o comportamento desse alvo em SR, tais como: Rudorff e Batista (1990) que aplicaram um índice de vegetação mais apropriado para o mapeamento da cultura, Rudorff e Batista (1991) utilizando dados do sensor Multispectral Scanner Sensor MSS/Landsat para estimar a produtividade da cana no Estado de São Paulo, Reis e Brito (2010) no mapeamento desta cultura para o Triângulo Mineiro, entre outros. Reis (2010) sugere a seguinte chave-de-interpretação da cana-de-açúcar para as imagens do sensor TM/Landsat. (Quadro 8)

Quadro 8: Chave-de-interpretação da cana-de-açúcar.

Categorias da Cultura	Padrões característicos de Interpretação	Exemplo
Cana-de-açúcar Adulta	Forma: Regular; Cor: Verde claro, Verde médio; Textura: Lisa	
Áreas com pouco teor vegetativo	Forma: Regular; Cor: Rosa intercalado com filamentos verdes; Textura: Lisa	
Palhada da cana-de-açúcar	Forma: Regular; Cor: Branca; Textura: Lisa	
Áreas Reformadas	Forma: Regular; Cor: Roxa; Textura: Lisa	

Fonte: REIS (2010)

Em suma, considera-se que os mapeamentos voltados para esses levantamentos de dados a cerca do uso da terra de uma dada região é de fundamental importância devido à facilidade na compreensão de padrões estabelecidos no território. Conforme Rosa (2009), a atualização constante dos registros de uso é necessária para que se possa entender e analisar tendências de uso. Neste contexto o sensoriamento remoto é uma técnica de grande utilidade uma vez que permite em um curto espaço de tempo a obtenção de informações a respeito dos registros de uso da terra, inclusive para as culturas agrícolas.

3 –Procedimentos Técnicos

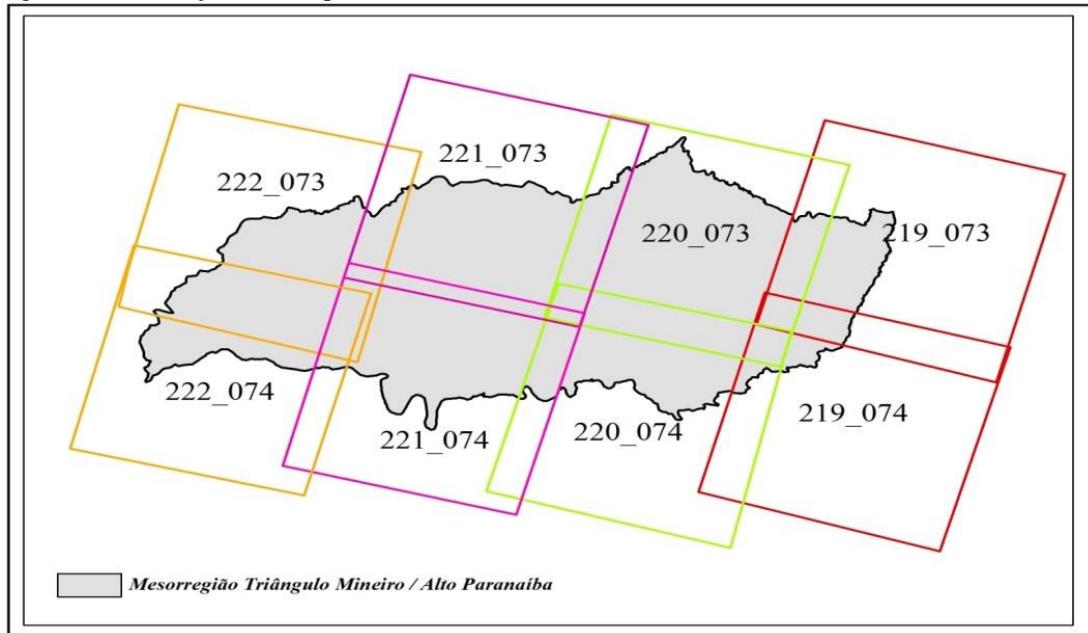
3.1 Procedimentos Técnicos

Os trabalhos foram desenvolvidos seguindo as abordagens sequenciais e complementares descritas abaixo:

1. . Atualização das áreas de cana-de-açúcar da mesma mesorregião no ano de 2013
2. . Definição da área de plantio de cana-de—açúcar na mesorregião em 2000
3. Delimitação da área destinada a usos diversos que foi convertida para área de plantio de cana-de-açúcar entre os anos de 2000 e 2013.

O mapeamento da mesorregião foi desenvolvido na escala de 1:100.000, utilizando oito cenas das imagens Landsat 5 para o ano de 2000 e oito cenas Landsat 8, com mesma cobertura, para o ano de 2013. Essas cenas correspondem às órbitas/pontos 219_073; 219_074; 220_073; 220_074; 221_074; 221_073; 222_073; 222_074, conforme indicado na figura 5. Para o ano de 2000 foram utilizadas as imagens do sensor TM (Thematic Mapper) e para o ano de 2013 foram utilizadas as imagens do sensor OLI (Operational Land Imager)

Figura 5: Articulação (órbita_ponto) dos satélites Landsat/TM 5 e Landsat 8 OLI



Organização: Petronzio, (2014)

3.1.1 Processamento Digital de Imagens

As imagens TM/ Landsat 5 (ano de 2000) foram registradas no software ArcGis, utilizando como referência as imagens do sensor OLI do satélite Landsat 8 (ano de 2013), disponibilizadas já georreferenciadas, com precisão cartográfica aceitável para a escala de 1:100.000.

O registro foi executado utilizando a ferramenta *georeferencing > add control point*, capturando um total de 56 pontos para cada cena, finalizando o procedimento com um erro padrão de exatidão cartográfica da Classe B - erro padrão correspondente de 0,8 mm, conforme as exigências da CONCAR (Comissão Nacional de Cartografia) apresentadas no Decreto nº89.817 de 1984. Após o registro das imagens, foram geradas duas composições coloridas: 4R5G2B/ TM – Landsat 5 para o ano de 2000 e 5R4G3B/ OLI – Landsat 8 para o ano de 2013. O quadro 9 indica, comparativamente, as regiões do espectro eletromagnético das imagens dos sensores TM e OLI, utilizadas na geração das composições coloridas

Quadro 9: Sensor TM do satélite Landsat 5 Composição (RGB – 4R, 5G,2B) Sensor OLI do satélite Landsat-8

Sensor TM do satélite Landsat 5 Composição (RGB – 4R, 5G,2B)	Sensor OLI do satélite Landsat-8 Composição (RGB – 5R, 4G,3B)
Banda 3 Comprimento na faixa espectral 0,63 – 0,69 micrometros	Banda 3 Comprimento na faixa espectral: 0.53-0.59 micrometros
Banda 4 (Infravermelho próximo) Comprimento na faixa espectral 0,76 – 0,90 micrometros	Banda 4 Comprimento na faixa espectral 0.64-0.67 micrometros.
Banda 2 Comprimento na faixa espectral 0,52 – 0,60 micrometros	Banda 5 (Infravermelho próximo) Comprimento na faixa espectral 0.85-0.88 micrometros

Fonte: INPE, USGS (2014) Org: Petronzio (2014)

3.1.2 Delimitação das áreas de cana-de-açúcar no ano de 2013

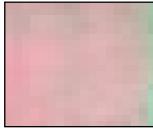
A mesorregião foi subdividida informalmente em duas áreas distintas, a partir das características morfológicas e geológicas observadas, correspondendo respectivamente ao Triângulo Mineiro ao Alto Paranaíba. Foram utilizados dados do mapeamento da área ocupada pelo cultivo da cana-de-açúcar no ano de 2010, extraídos de Reis (2013), cujos arquivos *shapefiles* foram disponibilizados pela autora. A partir disso as duas áreas foram mapeadas distintamente conforme descrito a seguir:

1. Área do Triângulo Mineiro: foi realizada a atualização dos dados mapeados por Reis (2013) utilizando o método de interpretação visual da composição colorida 5R4G3B/OLI – Landsat 8, em formato digital, com a edição dos polígonos da cana-de-açúcar ajustados para o ano de 2013.
2. Área do Alto Paranaíba: as áreas de cana-de-açúcar em 2013 foram mapeadas utilizando o método de interpretação visual da composição colorida 5R4G3B/ OLI – Landsat 8. Para facilitar o mapeamento, foram sobrepostos também os arquivos *shapefiles* da cana-de-açúcar gerados pelo projeto CANASAT, (2012).

Para a geração do mapa final da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, foram justapostos os arquivos *shapefile* do Triângulo Mineiro com os do Alto Paranaíba utilizando a ferramenta *merge* para a junção dos arquivos, com as informações das áreas em hectares calculadas pelo próprio programa, através da ferramenta *field calculator*.

A interpretação visual embasou-se no comportamento espectral apresentado pelas áreas de cana nos seus diferentes estágios de crescimento, não diferenciados no produto final, agrupados em uma única classe “cana-de-açúcar”. O modelo de chave de interpretação segue o sugerido por Rosa (2007), que propõe elementos da fotointerpretação a partir dos parâmetros presentes nas imagens: cor, textura, forma e padrão, (OLI/Landsat – 8) a seguir :

Quadro 10: Chave de interpretação da cana-de-açúcar –satélite Landsat 8

Categorias da Cultura	Padrões característicos de Interpretação	Exemplo
Cana-de-açúcar Adulta	Forma: Regular; Cor: Verde claro, Verde médio; Textura: Lisa	
Áreas com pouco teor vegetativo	Forma: Regular; Cor: Rosa intercalado com filamentos verdes; Textura: Lisa	
Palhada da cana-de-açúcar	Forma: Regular; Cor: Branca; Textura: Lisa	
Áreas Reformadas	Forma: Regular; Cor: Roxa; Textura: Lisa	

Org: Petronzio (2014)

3.1.3 Delimitação das áreas de cana-de-açúcar no ano de 2000

O mapeamento do uso da terra em 2000 se dividiu em duas etapas, com métodos distintos, obedecendo à mesma lógica da divisão da área de estudo em duas subáreas, adotada para o ano de 2013, a partir de critérios morfológicos e geológicos.

1. Área do Triângulo Mineiro: foi realizada a atualização dos dados gerados por Reis (2013), utilizando o método de interpretação visual da composição colorida 4R5G2B/TM – Landsat 5, em formato digital.
2. Área do Alto Paranaíba: as áreas de cana-de-açúcar em 2000 foram mapeadas utilizando o método de interpretação visual da composição colorida 4R5G2B/TM – Landsat 5.

Para a geração do mapa final da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, ano de 2000, foram justapostos os arquivos *shapefile* do Triângulo Mineiro com os do Alto Paranaíba utilizando a ferramenta *merge* para a junção dos arquivos, com as informações das áreas em hectares calculadas pelo próprio programa, através da ferramenta *field calculator*.

3.1.4 Avaliação das taxas de conversão de uso do solo e cobertura vegetal nativa para o cultivo da cana-de-açúcar entre 2000 e 2013

O mapeamento da conversão do uso da terra para cada uma das duas áreas definidas utilizou de abordagens distintas.

O mapeamento da área do Triângulo Mineiro partiu da atualização dos arquivos cedidos por Reis (2013), que trazem a conversão dos usos do solo do ano de 2000 para o ano

de 2010. Esses arquivos, tendo por base o *shapefile* da cana, foram atualizados para o ano de 2013. Os produtos gerados foram então sobrepostos às imagens do ano de 2000, e delimitadas as áreas convertidas para plantio de cana-de açúcar, por meio da interpretação visual.

As classes de uso do solo da mesorregião do Alto Paranaíba, também foram mapeadas por meio da interpretação visual a partir dos produtos gerados, para os anos de 2000 e 2013, sobrepostos nas imagens, submetidos aos procedimentos de união dos *shapefiles* e da contabilização de cada classe (em hectares) pelo próprio programa. Foram definidas quatro categorias de uso da terra e cobertura vegetal nativa, de acordo com a proposta de Rosa (2007):

1. Vegetação Natural: que compreende as diversas classes da fitofisionomia do Cerrado, representados pelas matas de galeria, encostas, cerradão, campo sujo e veredas
2. Pastagem: que estão incluídas as terras, ervas, arbustos e árvores dispersas nas quais o pastoreio é o uso que tem influencia marcante nessa classe.
3. Agricultura: que são as áreas ocupadas intensivamente com culturas anuais, de ciclo curto, ondem podem ser colhidas de duas a três safras por ano, com uso de irrigação (feijão, ervilha, milho etc), mas também com culturas de ciclo longo como, por exemplo, o café.
4. Silvicultura: que são consideradas as áreas com formações florestais artificiais disciplinadas e homogêneas, constituídas de espécies exóticas tais como *Pinus Eliots* e *Eucalyptusspp*,

Para a delimitação das categorias, foi definida a chave de interpretação indicada no quadro 11

Quadro 11: Chave de interpretação visual da composição colorida 4R5G2B/TM – Landsat 5 das cenas adquiridas em 2000 para a mesorregião do Triângulo Mineiro/ Alto Paranaíba

Categoria de Uso da Terra e cobertura vegetal nativa em 2000	Padrões característicos de interpretação	Exemplo
1 cana-de-açúcar	Textura Lisa, Padrão Geométrico, Tonalidade Azul, Roxa e Vermelha	
2 Agricultura - outros	Textura Lisa, Padrão Geométrico, Tonalidade Verde, Laranja e Vermelha.	
3 Pastagem	Textura média, Padrão Geométrico, Tonalidade Amarelo, Verde e Vermelha.(rosado)	
4 Silvicultura	Textura lisa, Padrão Geométrico, Tonalidade Vermelho escuro.	
5 Cobertura Vegetal Nativa	Textura rugosa, Padrão irregular, Tonalidade Vermelho médio e escuro.	

Org. Petronzio (2014)

4 - Resultados

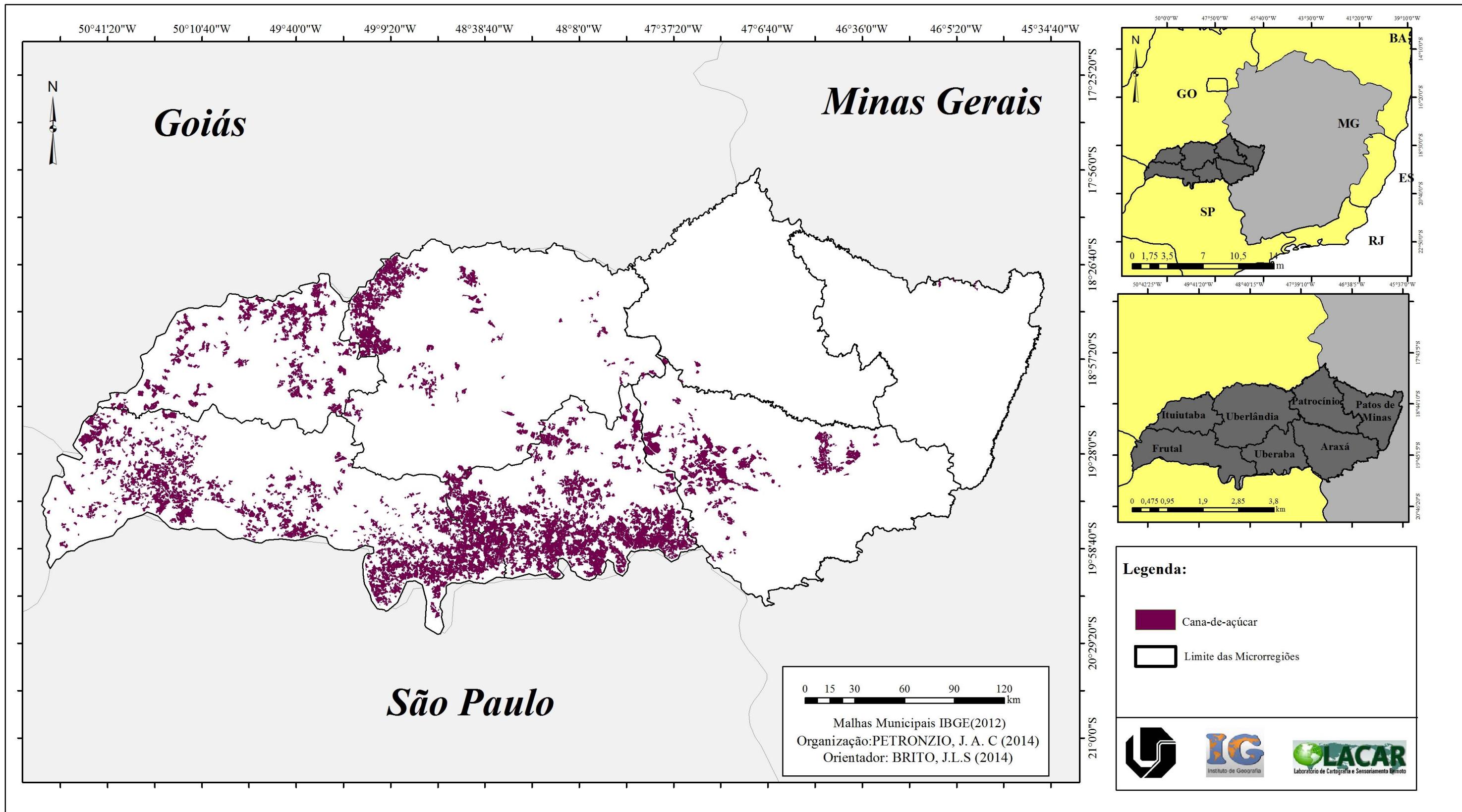
4.1 Expansão da Cana-de-açúcar

Os resultados apresentados a seguir foram estruturados de forma a compreender a espacialização da dinâmica da produção canavieira no Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba nos últimos 13 anos. A quantificação do avanço da cana-de-açúcar, que supriu áreas de cultivos diversos, pode ser usada como dado na análise da deterioração na segurança alimentar pela queda verificada na produção de alimentos.

O cultivo da cana-de-açúcar, conforme o manual técnico do uso da terra do IBGE (2006), é caracterizado como cultura semi-perene, com ciclos regulares, em período de média a curta duração, em torno de quatro a cinco cortes por ano. Salomé et al. (2007). Essa característica é importante para compreender os valores apresentados a seguir.

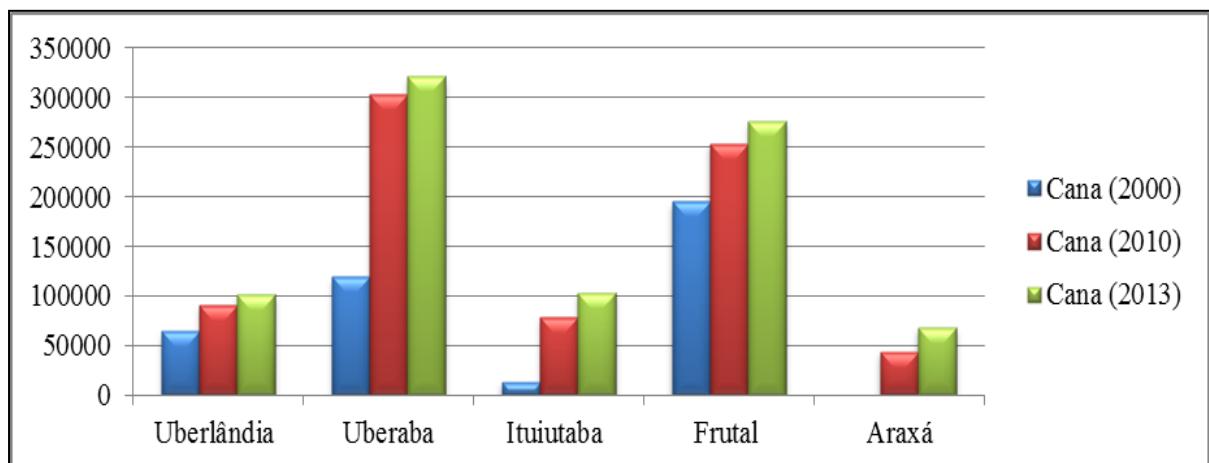
O mapa 4 mostra a distribuição espacial da cultura da cana-de-açúcar na mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e a tabela 3 indica que a área ocupada pelo cultivo da cana-de-açúcar na mesorregião é de 873.712 hectares, correspondendo à 9,6% da sua área total, sendo que as microrregiões de Uberlândia, Uberaba, Frutal Ituiutaba e Araxá respondem a 9,45%. Já as microrregiões de Patrocínio e Patos de Minas não apresentam áreas significativas, representando 0,2% da área cultivada e por isso foram descartadas para efeitos de análise.

Mapa 5: Mapeamento das áreas de cana-de-açúcar na mesorregião Triângulo Mineiro / Alto Paranaíba (MG).



O gráfico 3 apresenta dados de produção de cana-de-açúcar das microrregiões do ano 2000 até o ano de 2013. Uberlândia e Ituiutaba apresentaram áreas de plantio semelhantes no ano de 2013, com avanço discreto na área plantada, mantendo a lógica no crescimento da cana-de-açúcar nessas duas microrregiões. Já as microrregiões de Uberaba e Frutal apresentaram maiores taxas de ocupação areal dessa cultura, tendência verificada desde o início da série histórica pesquisada, no ano de 2000. Araxá inicia a ocupação do solo com o plantio da cana-de-açúcar a partir de 2010.

Gráfico 3: Áreas de Cana-de-açúcar das Microrregiões do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (MG).



Fonte: Petronzio (2014)

Os dados do ano de 2010, referentes ao Triângulo Mineiro foram extraídos de pesquisa realizada por Reis (2013). As atualizações da expansão da cana-de-açúcar e o restante dos produtos foram gerados no âmbito desta pesquisa também observado na tabela 3.

Os dados tabulados mostram que a microrregião de Uberlândia em 2000 tinha um total de 64.380 hectares de cana-de-açúcar, aumentando para 91.190 hectares em 2010 e 101.507 hectares em 2013, correspondendo a um crescimento de 41,6% entre 2000 e 2010, 11,3 % entre 2010 e 2013, e 57,7 entre 2000 e 2013.

A microrregião de Ituiutaba em 2000 possuía um total de 13.971 hectares de cana-de-açúcar, aumentando para 78.718 hectares em 2010 e 103.519 hectares em 2013, correspondendo a um crescimento de 463,4% entre 2000 e 2010, 31,5% entre 2010 e 2013, e 641% entre 2000 e 2013.

Tabela 3: Áreas ocupadas pela cana-de-açúcar nos anos de 2000, 2010 e 2013 na mesorregião do Triângulo Mineiro/ Alto Paranaíba (MG).

Áreas ocupadas pela Cana-de-açúcar							Áreas de Expansão(%)		
ANO/	2000		2010		2013		2000/ 2010	2010/ 2013	2000/ 2013
Microrregiões	(Ha)	%	(Ha)	%	(Ha)	%			
Uberlândia	64.380	16,4	91.190	11,8	101.507	11,62	41,6	11,3	57,7
Uberaba	119.181	30,4	302.920	39,3	321.600	36,81	154,2	6,2	169,8
Ituiutaba	13.971	3,6	78.718	10,2	103.519	11,85	463,4	31,5	641
Frutal	195.027	49,7	253.602	32,9	276.918	31,69	30	9,2	42
Araxá	0	0	43.774	5,7	68.623	7,85	0	56,8	56,8
Patrocínio	0	0	911	0,1	957	0,11	0	5	0
Patos de minas	0	0	778	0,1	788	0,09	0	1,2	0
Total	392.559	100	771.893	100	873.712	100	96,6	13,1	122,5

Fonte: Petronzio (2014)

A microrregião de Uberaba em 2000 possuía um total de 119.181 hectares de cana-de-açúcar, aumentando para 303.920 hectares em 2010, e 321.600 hectares em 2013, correspondendo a um crescimento de 154,2% entre os anos de 2000 e 2010, 6,2% entre os anos de 2010 e 2013, e 169,8% entre os anos de 2000 e 2013.

A microrregião de Frutal em 2000 apresentava um total de 195.027 hectares de cana-de-açúcar, aumentando para 253.602 hectares em 2010 e 276.918 hectares em 2013, correspondendo a um crescimento de 30% entre os anos de 2000 e 2010, e 9,2% entre os anos de 2010 e 2013, totalizando um crescimento de 42% de expansão da cana-de-açúcar entre os anos de 2000 e 2013.

Já a microrregião de Araxá, no ano de 2000, não possuía áreas de cana-de-açúcar. Em 2010, a microrregião apresentava 43.774 hectares e em 2013 68.623 hectares. O processo de expansão ocorreu entre os anos de 2010 e 2013 totalizando 56,8% de expansão.

Conforme apresenta (Goes et al 2008), a expansão da cultura da cana-de-açúcar, prevista para os próximos anos, está baseada no aumento da produção e do consumo do etanol. Visa atender o crescimento do mercado interno e suprir as exportações, que deverão crescer substancialmente. O autor aponta a expansão como uma consequência imediata da valorização do etanol, incentivando o desenvolvimento tecnológico da cultura aos sistemas de produção à evolução da produção e da produtividade.

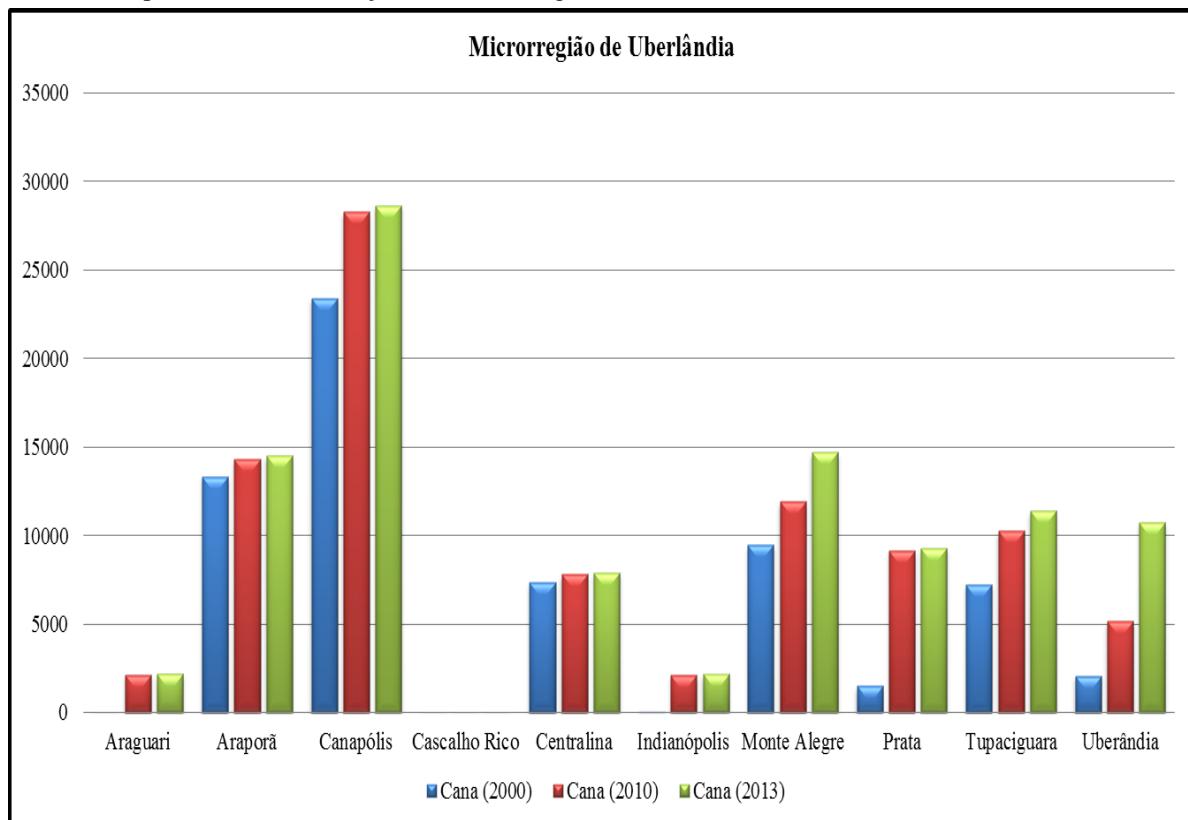
Conforme Igari et al. (2008), o cultivo da cana-de-açúcar e o uso das terras como pastagem envolvem impactos e riscos distintos à conservação dos remanescentes de cerrado. Genaro e Chelotti (2012) apresentam em suas pesquisas uma diminuição, nas últimas décadas, das áreas de pastagem da mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba devido, principalmente, à expansão do cultivo da cana-de-açúcar e soja, dois arquétipos produtivos que apropriam-se de um papel na “matriz econômica”. O quadro observado na mudança da paisagem da mesorregião é justificada, também, por Isacc (2007), o qual traz que, em 2006, as áreas de predominâncias de pastagens diminuíram em cerca de 10%, justificado principalmente pela expansão da cana-de-açúcar

4.1.1 Microrregião de Uberlândia

A microrregião de Uberlândia engloba os municípios de Canápolis, Monte Alegre de Minas e Araporã, que se destacam nas áreas cultivadas pela cana-de-açúcar nos anos de 2000 – 2010 e 2013, conforme o gráfico 4. No processo de expansão da monocultura, os

municípios de Indianópolis, Prata, Monte Alegre, Tupaciguara e Uberlândia apresentam uma taxa de aumento expressivo.

Gráfico 4: Expansão da Cana-de-açúcar na microrregião de Uberlândia no intervalo de 2000 a 2013.



Fonte: PETRONZIO, (2014)

A tabela 4 mostra, no município de Araporã no ano de 2000, um total de 13.322 hectares de cana-de-açúcar plantados. No ano de 2010 esse município possuía um total de 14.322 hectares de cana-de-açúcar e, em 2013, 14.492 hectares, de onde se percebe um aumento gradual do cultivo nesse município.

O município de Canápolis no ano de 2000 apresentava 13.322 hectares de cana-de-açúcar, no ano de 2010 14.322 hectares e em 2013 14.492 hectares, exibindo também um aumento gradual do cultivo.

O município de Monte Alegre apresentava no ano de 2000 9.474 hectares, em 2010 11.915 hectares e em 2013, 14.681, destacando-se dos demais municípios apresentados com um destaque no aumento do cultivo da cana-de-açúcar no ano de 2010 para 2013.

Na microrregião de Uberlândia, o município de Cascalho Rico não apresenta áreas de cana-de-açúcar em nenhuma das escalas temporais analisadas.

Os municípios de Araporã, Canápolis e Centralina, cuja concentração das atividades temporárias é a cana-de-açúcar, tiveram cerca de 7,5% de expansão da cultura no período de 2000 a 2010, e 1,2% de expansão entre os anos de 2010 e 2013 (município de Araporã), 20,8% no período de 2000 a 2010 e 1,3% no período de 2010 a 2013 (município de Canápolis) e 6,6% no período de 2000 a 2010 e 1,3% no período de 2010 a 2013 (município de Centralina). Conforme demonstrado na tabela 4 a seguir.

Tabela 4: Áreas de Expansão da cana-de-açúcar na microrregião de Uberlândia entre os anos de 2000, 2010 e 2013

Municípios	Expansão da Cana-de-açúcar entre os anos de 2000 a 2013						Áreas de Expansão(%)		
	2000		Cana-de-açúcar		2013		2000/ 2010	2010/ 2013	2000/ 2013
	(Ha)	%	(Ha)	%	(Ha)	%			
Araguari	0	0	2.143	2	2.182	2	0	1,8	0
Araporã	13.322	21	14.322	16	14.492	14	7,5	1,2	8,8
Canapólis	23.422	36	28.297	31	28.664	28	20,8	1,3	22,4
Cascalho Rico	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Centralina	7.331	11	7.815	9	7.917	8	6,6	1,3	8,0
Indianópolis	40	0	2.112	2	2.161	2	5.187,7	2,3	5.310,0
Monte Alegre	9.474	15	11.915	13	14.681	14	25,8	23,2	55,0
Prata	1.506	2	9.165	10	9.291	9	508,4	1,4	516,8
Tupaciguara	7.225	11	10.255	11	11.370	11	41,9	10,9	57,4
Uberlândia	2.060	3	5.166	6	10.749	11	150,8	108,1	421,8
Total	64.380	100	91.191	100	101.507	100	41,6	11,3	57,7

Fonte: Petronzio (2014)

O município de Prata se destaca na expansão entre os anos de 2000 a 2010, apresentando cerca de 508% de aumento na produção, e o município de Uberlândia, que se

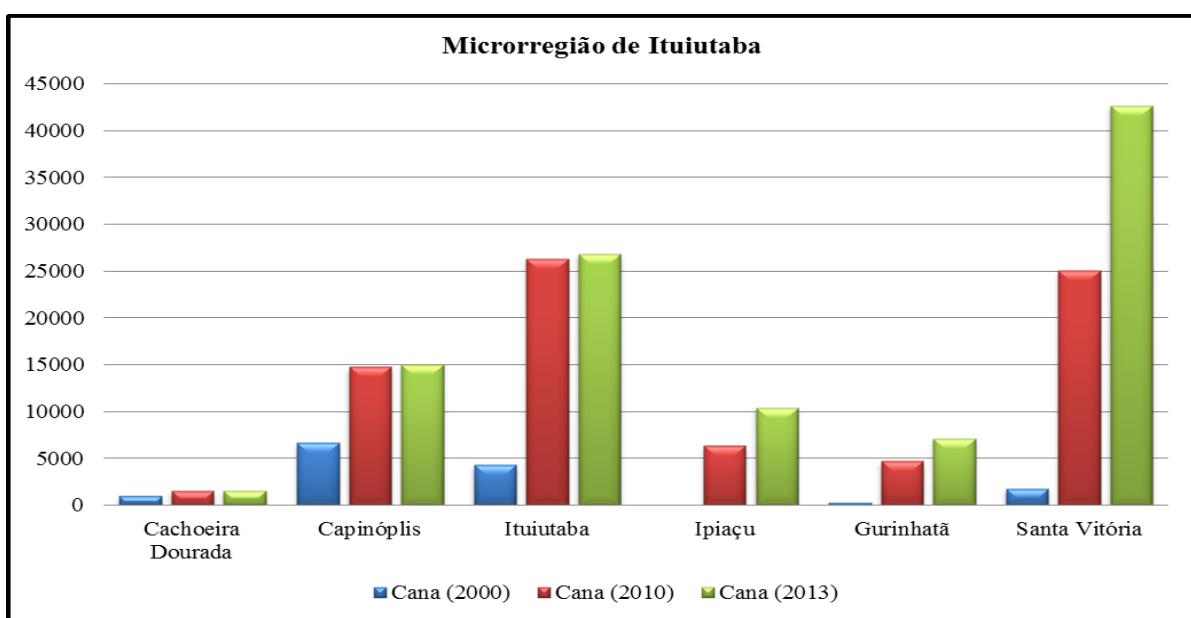
destaca com 150,8% de expansão no período de 2000 a 2010, e 108,1% de expansão entre os anos de 2010 a 2013. O processo de expansão na microrregião é proporcionada devido à incorporação de novas áreas de cultivo, beneficiadas pelas instalações industriais, o que acarreta, também, problemas como a produção alimentícia e mão-de-obra empregada, que diminui à medida que se aperfeiçoam as tecnologias empregadas nas indústrias canavieiras.

4.1.2 Microrregião de Ituiutaba

A microrregião de Ituiutaba se destaca na expansão da cana-de-açúcar na mesorregião do Triângulo Mineiro/ Alto Paranaíba, apresentando 641% de expansão da cultura em 13 anos.

Parte significativa dessa expansão ocorreu no município de Santa Vitória (gráfico 5) que, no ano de 2000, não apresentava valores expressivos na área ocupada pela cana-de-açúcar. Em 2010, esse número aumentou consideravelmente e, em 2013, esta cultura se expandiu sobre novas áreas do município.

Gráfico 5:Expansão da Cana-de-açúcar na microrregião de Ituiutaba no intervalo de 2000 a 2013.



Fonte: Petronzio (2014)

Já os municípios de Ipiaçu e Gurinhatã se destacam por apresentar áreas muito pequenas ou inexistentes de cana-de-açúcar no ano de 2000 e, em 2010, mostram, a partir dos resultados mapeados, um avanço da monocultura, aumentando em 2013.

Observa-se que o município de Santa Vitória apresentava 1.781 hectares de cana-de-açúcar no ano de 2000. No ano de 2010 esse município possuía 25.099 hectares de cana-de-açúcar e em 2013, 42.643 hectares. Percebe-se um aumento expressivo de 23,94 vezes na área ocupada pela cultura no recorte temporal analisado.

O município de Ituiutaba apresentava 4.270 hectares de cana-de-açúcar no ano de 2000. No ano de 2010, essas áreas aumentaram para 26.308 hectares, e no ano de 2013, 26.808 hectares. Percebe-se, também, neste município, um salto na expansão canavieira entre 2000 e 2010.

O município de Capinópolis, em 2000, apresentava 6.645 hectares de cana-de-açúcar, no ano de 2010, 14.737 hectares e no ano de 2013, 15.015 hectares, estabilizando a área cultivada entre 2010 e 2013 (aumento de 1,88% na área ocupada no período).

No fenômeno da expansão canavieira na microrregião de Ituiutaba, os municípios de Santa Vitória, Gurinhatã, Ituiutaba e Capinópolis se destacaram no período de 2000 a 2010, apresentando taxas de aumento de 1.308 % em Santa Vitória , 1.493% em Gurinhatã, 516% em Ituiutaba, e 121,8% em Capinópolis conforme exposto na tabela 5.

Tabela 5: Áreas de Distribuição da Cana-de-açúcar na microrregião de Ituiutaba entre os anos de 2000 - 2010 - 2013.

Municípios	Expansão da Cana-de-açúcar entre os anos de 2000 a 2013						Áreas de Expansão		
	2000		2010		2013		2000/ 2010	2010/ 2013	2000/- 2013
	(Há)	%	(Há)	%	(Há)	%			
Cachoeira Dourada	981	7	1.554	2	1569	2	58,3	1,0	59,9
Capinópolis	6.645	48	14.737	19	15015	15	121,8	1,9	126,0
Ituiutaba	4.270	31	26.309	33	26808	26	516,1	1,9	527,8
Ipiaçu	0	0	6.346	8	10373	10	0	63,5	0
Gurinhatã	293	2	4.673	6	7111	7	1493,0	52,2	2323,9
Santa Vitória	1.782	13	25.099	32	42643	41	1308,8	69,9	2293,5
Total	13.971	100	78.718	100	103519	100	463,4	31,5	641,0

Fonte: Petronzio (2014)

Entre os anos de 2010 e 2013 os municípios de Santa Vitória Gurinhatã e Ipiaçu se destacaram, apresentando taxas de expansão de 69,9%, 52,2% e 63,5% respectivamente. O município de Ipiaçu apresenta áreas de cana-de-açúcar apenas no ano de 2010, e em um período de 3 anos expandiu 63,5%.

No ano de 2013, o cenário observado para a microrregião é o município de Santa Vitória, com as maiores áreas de cana-de-açúcar verificadas na microrregião, destacando também o município de Ituiutaba, que aponta crescimentos da área da monocultura presentes nos anos de 2010 a 2013. Reis (2013) aponta que houve um processo de desencadeamento da expansão da cana-de-açúcar a partir do ano de 2000, quando se concentrava principalmente no município de Capinópolis, situação explicada pela da instalação da Usina Vale do Paranaíba no ano de 2001.

A expansão da cana-de-açúcar a partir de 2000 ultrapassou limites, expandindo suas áreas para além do município, acarretando mudanças na territorialização de novas áreas da microrregião de Ituiutaba.

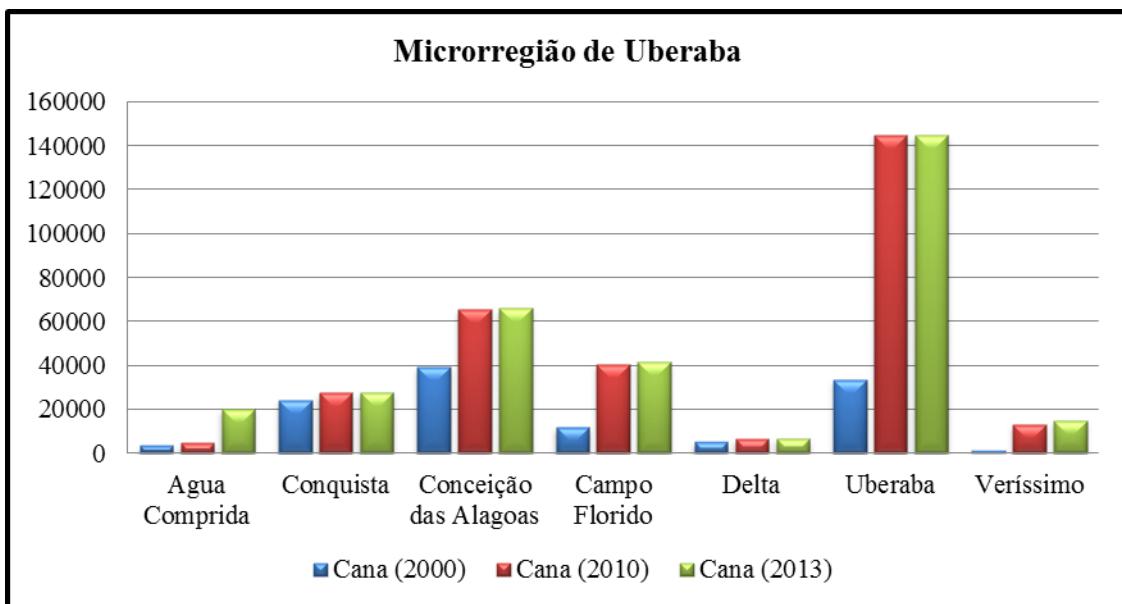
Surgiram, em decorrência desse processo de expansão, problemas a serem enfrentados pela prática de implantação de áreas do cultivo próximas aos cursos d'água e em áreas de preservação permanente, não respeitando seus limites. Esta é uma peculiaridade da

apropriação do território pelos grupos usineiros, que não se encontram em conformidade com a Legislação Ambiental, conforme constatado em algumas áreas durante o processo de mapeamento.

4.1.3 Microrregião de Uberaba

A microrregião de Uberaba, no recorte temporal analisado, expandiu aproximadamente 169,8% na área plantada com cana-de-açúcar. Em 13 anos, a grande concentração dessa expansão se deu no município de Uberaba (gráfico 6), destacando-se em seguida os municípios de Conceição das Alagoas e Campo Florido.

Gráfico 6: Expansão da Cana-de-açúcar na microrregião de Uberaba no intervalo de 2000 a 2013.



Fonte: Petronzio (2014)

Já os municípios de Água Comprida, Delta e Veríssimo, apresentam valores baixos na expansão da cana-de-açúcar, ressaltando que o último município analisado não possuía áreas de cana no ano de 2000.

Na tabela 6, observa-se que o município de Uberaba apresentava 28% de sua área ocupada por cana-de-açúcar no ano de 2000, o equivalente a 33.385 hectares. Em 2010, as áreas ocupadas passaram para 47,8%, equivalente a 144.868 hectares e em 2013 45,1%

(144.958 hectares). Percebe-se que, entre 2000 e 2010, Uberaba teve mais 19,8% de sua área ocupada pelo cultivo de cana-de-açúcar.

Tabela 6: Distribuição das áreas ocupadas pela cana-de-açúcar na microrregião de Uberaba (MG).

Municípios	Expansão da Cana-de-açúcar entre os anos de 2000 a 2013						Áreas de Expansão		
	2000		2010		2013		2000/ 2010	2010/ 2013	2000/ 2013
	(Ha)	%	(Ha)	%	(Ha)	%			
Agua Comprida	3.556	3	4.615	2	20.182	6	29,8	337,3	467,5
Conquista	24.317	20	27.401	9	27.566	9	12,7	0,6	13,4
Conceição das Alagoas	39.419	33	65.648	22	66.104	21	66,5	0,7	67,7
Campo Florido	12.004	10	40.577	13	41.281	13	238,0	1,7	243,9
Delta	5.124	4	6.627	2	6.770	2	29,3	2,2	32,1
Uberaba	33.385	28	144.868	48	144.958	45	333,9	0,1	334,2
Veríssimo	1.377	1	13.184	4	14.739	5	857,6	11,8	970,6
Total	119.182	100	302.921	100	321.600	100	154,2	6,2	169,8

Fonte: Petronzio (2014)

Já o município de Conceição das Alagoas possuía, no ano de 2000, 33,1% das áreas com cana-de-açúcar, o equivalente à 39.419 hectares de cana-de-açúcar. Em 2010, apresentava 65.648 hectares e em 2013, 66.104 hectares.

O município de Conquista apresentava, no ano de 2000, 24.317 hectares de cana-de-açúcar. No ano de 2010, as áreas aumentaram para 27.401 hectares, correspondendo a 9% do total da cana-de-açúcar na microrregião e no ano de 2013, as áreas passaram para 27.566 hectares, o equivalente a 8,6%.

As velocidades diferenciadas de aumento das áreas ocupadas pelos diversos municípios nesta microrregião condicionam as variações nas porcentagens observadas, indicando, eventualmente, diminuição na área da microrregião, mesmo havendo um aumento da área plantada no município.

O processo de expansão dessas áreas na microrregião é apresentado conforme a tabela 6, destacando os municípios de Veríssimo, que no período de 2000 a 2010, apresentou 857,6% de expansão da cana de açúcar. O município de Uberaba apresentou neste mesmo

período 333,9% de expansão e o município de Campo Florido apresentou 238% de expansão da monocultura.

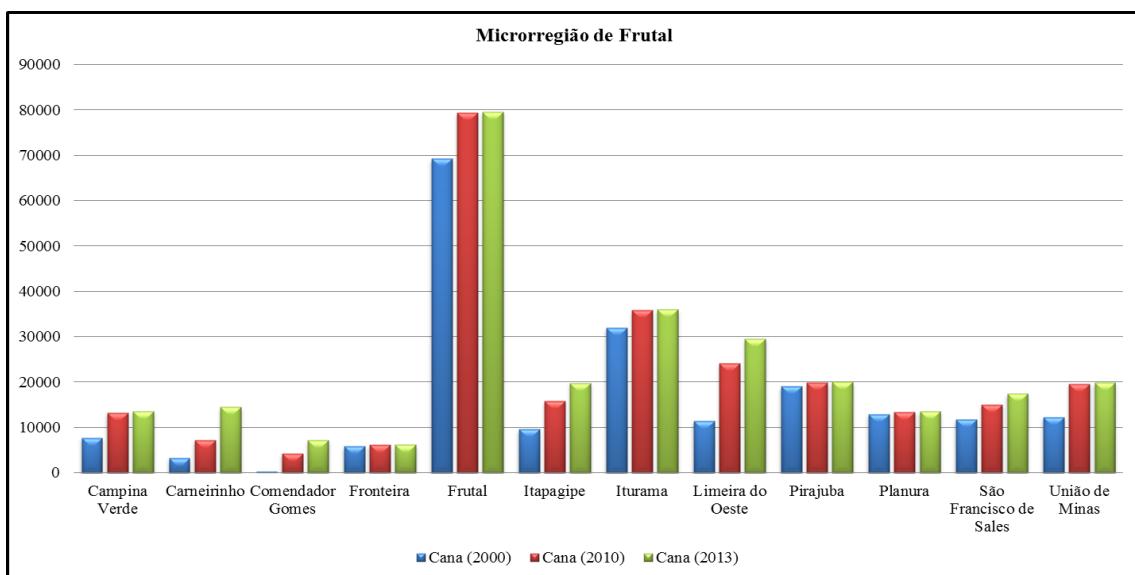
No intervalo de 2010 a 2013, o município de Água Comprida apresentou um valor de 337,3% de expansão das áreas de cana-de-açúcar, seguido pelo município de Veríssimo com 11%, enquanto que os demais municípios apresentaram valores entre 0,6% a 2,2% de expansão.

A expansão da cana na microrregião ocorreu principalmente nos primeiros dez anos analisados, caracterizando um avanço inicial da inserção da cana na microrregião, mantendo uma proporção no aumento dessas áreas de expansão nos últimos três anos.

4.1.4 Microrregião de Frutal

A microrregião apresenta comportamento similar à microrregião de Uberaba. Embora já apresentasse valores consideráveis de áreas canavieiras no ano de 2000, expandiu 42% no recorte de treze anos. O município de Frutal é o que mais se destaca nas áreas canavieiras conforme o gráfico 7.

Gráfico 7: Expansão da Cana-de-açúcar na microrregião de Frutal no intervalo de 2000 a 2013.



Fonte Petronzio (2014)

Em contrapartida, os municípios como Comendador Gomes, Carneirinho e Campina Verde apresentam valores baixos na expansão da cana-de-açúcar, principalmente o município de Comendador Gomes.

Conforme apresentado na tabela 7, o município de Frutal, no ano de 2000, apresentava 38% de cana-de-açúcar, o equivalente a 69.232 hectares. No ano de 2010, as áreas ocupadas pela cana-de-açúcar aumentaram para 79.338 hectares e em 2013, as áreas passaram para um total de 79.572 hectares de cana-de-açúcar na microrregião.

Tabela 7:Distribuição das áreas ocupadas pela cana-de-açúcar na microrregião de Frutal (MG)

Municípios	Cana-de-açúcar						Áreas de Expansão		
	2000		2010		2013		2000/20 10	2010/20 13	2000 - 2013
	(Ha)	%	(Ha)	%	(Ha)	%			
Campina Verde	7.682	4	13.205	6	13.599	5	71,9	3,0	77,0
Carneirinho	3.187	2	7.160	3	14.483	6	124,7	102,3	354,5
Comendador Gomes	313	0	4.239	2	7.107	3	1.252,5	67,7	2.167,5
Fronteira	5.819	3	6.137	3	6.167	2	5,5	0,5	6,0
Frutal	69.232	38	79.338	34	79.572	31	14,6	0,3	14,9
Itapagipe	9.550	5	15.874	7	19.730	8	66,2	24,3	106,6
Iturama	31.957	17	35.814	15	35.993	14	12,1	0,5	12,6
Limeira do Oeste	11.361	6	24.042	10	29.517	11	111,6	22,8	159,8
Pirajuba	19.003	10	19.848	8	20.024	8	4,4	0,9	5,4
Planura	12.886	7	13.368	6	13.450	5	3,7	0,6	4,4
São Francisco de Sales	11.752	6	15.020	6	17.408	7	27,8	15,9	48,1
Total	182.742	100	234.045	100	257.050	100	28,1	9,8	40,7

Fonte: Petronzio (2014)

O município de Iturama, no ano de 2000, apresentava um total de 31.957 hectares, o equivalente à 16,4% das áreas de cana-de-açúcar na microrregião. No ano de 2010, as áreas aumentaram para 35.814 hectares e em 2013, essas áreas passaram para um total de 35.993 hectares.

O município de Limeira do Oeste, no ano de 2000, apresentava 11.361 hectares de cana-de-açúcar. Em 2010, as áreas expandiram para 24.042 hectares e em 2013, essas áreas passaram para 29.517 hectares de cana plantadas.

O município de Pirajuba, no ano de 2000, apresentava um total de 19.003 hectares, passando para 19.848 hectares no ano de 2010 e 20.024 hectares em 2013, aumentando 31,9% aproximadamente suas áreas de cana-de-açúcar.

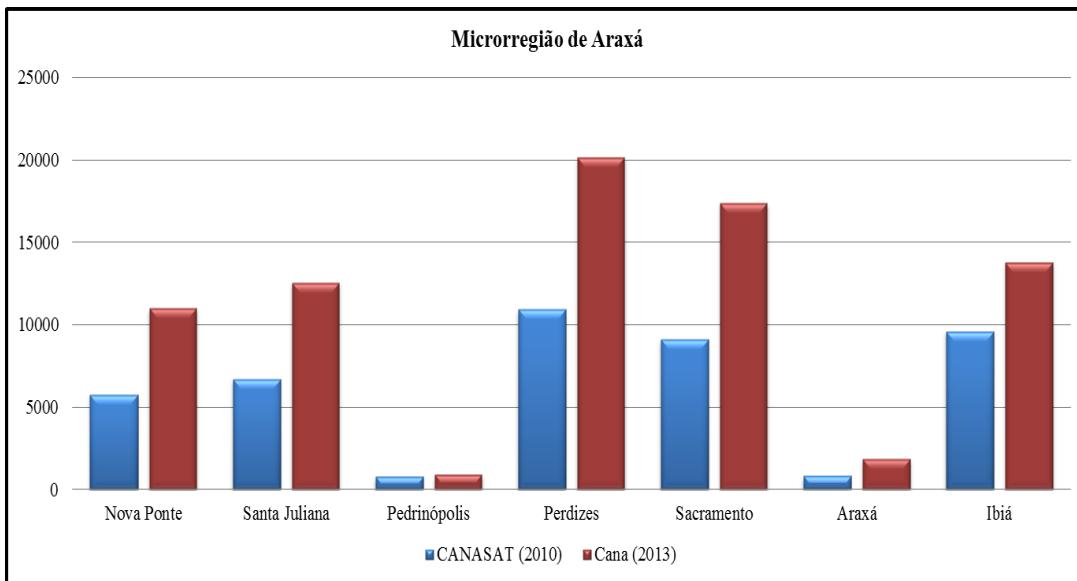
O processo de expansão dessas áreas é apresentado conforme a tabela 7, que destaca os municípios de Carneirinho, Comendador Gomes e Limeira do Oeste. No intervalo de 2000 a 2010, o município de Carneirinho apresentou uma expansão de 124,7% de cana-de-açúcar, o município de Comendador Gomes apresentou cerca de 1.252,5% de expansão das áreas de cana-de-açúcar e o município de Limeira do Oeste expandiu cerca de 111,6% das áreas.

Já no intervalo de 2010 a 2013, o município de Carneirinho expandiu cerca de 102,3% das áreas de cana-de-açúcar, totalizando, em treze anos, 227% de expansão da cana-de-açúcar. O município de Comendador Gomes expandiu cerca de 67,7%, totalizando 1320,2 % de expansão, e o município de Limeira do Oeste aumentou 22,8%, totalizando 134,4% de expansão. Concluindo, a inserção da cana-de-açúcar avançou, principalmente, nos municípios que menos se destacaram em relação a quantidade, expandindo do município de Frutal para os seus vizinhos, abrangendo praticamente toda a microrregião de Frutal.

4.1.5 Microrregião de Araxá

A microrregião de Araxá é uma região recente no processo de inserção da cana-de-açúcar, apresentando valores de expansão somente no período de 2010 a 2013, com um total de 56,8%. Dentre os municípios que mais se destacaram, está o município de Perdizes, conforme analisado no gráfico 8. Em seguida, os municípios de Sacramento, Ibiá e Santa Juliana.

Gráfico 8: Expansão da cana-de-açúcar na microrregião de Araxá no intervalo de 2010 a 2013.



Fonte: Petronzio(2014)

Observa-se, também, que os municípios de Pedrinópolis e Araxá apresentaram áreas muito baixas de cana-de-açúcar em relação aos demais.

Conforme analisado na tabela 9, o município de Perdizes apresentava, no ano de 2010, 10.926 hectares de cana-de-açúcar, o equivalente à 25% das áreas da microrregião. No ano de 2013, o município expandiu suas áreas para um total de 20.164 hectares, o equivalente à 26%.

Tabela 8: Distribuição das áreas ocupadas pela cana-de-açúcar na microrregião de Araxá (MG).

Municípios	Cana-de-açúcar				Áreas de Expansão (%)	
	2010		2013			
	(Ha)	%	(Ha)	%		
Nova Ponte	5765	13	11.007	14,2	90,9	
Santa Juliana	6705	15	12.565	16,2	87,4	
Pedrinópolis	810	2	880	1,1	8,6	
Perdizes	10.926	25	20.164	26,0	84,6	
Sacramento	9.127	21	17.360	22,4	90,2	
Araxá	830	2	1.829	2,4	120,4	
Ibiá	9.611	22	13.804	17,8	43,6	
Total	43.774	100	77.608	100	77,2	

Fonte: Petronzio (2014)

O município de Sacramento, no ano de 2010, apresentava cerca de 9.127 hectares, o equivalente à 20,9% de áreas de cana-de-açúcar e no ano de 2013, 17.360 hectares,

correspondendo à 22,4% das áreas da microrregião. Já o município de Ibiá apresentou, em 2010, cerca de 9.611 hectares de cana-de-açúcar, e em 2013, 13.804 hectares de cana, o equivalente à 17,8% do total das áreas de cana. Santa Juliana apresentou, em 2010, áreas equivalentes a 6.705 hectares, equivalente a 15,3%, e no ano de 2013, as áreas aumentaram para 12.565 hectares, ou seja, 16,2% das áreas de cana-de-açúcar na microrregião de Araxá.

O processo de expansão dessas áreas é apresentado conforme a tabela 9, analisado somente entre os anos de 2010 e 2013, no qual destaca somente o município de Pedrinópolis, com apenas 8,6% de expansão da cana-de-açúcar. Já o município de Araxá se destaca por apresentar cerca de 120,4% das áreas expandidas.

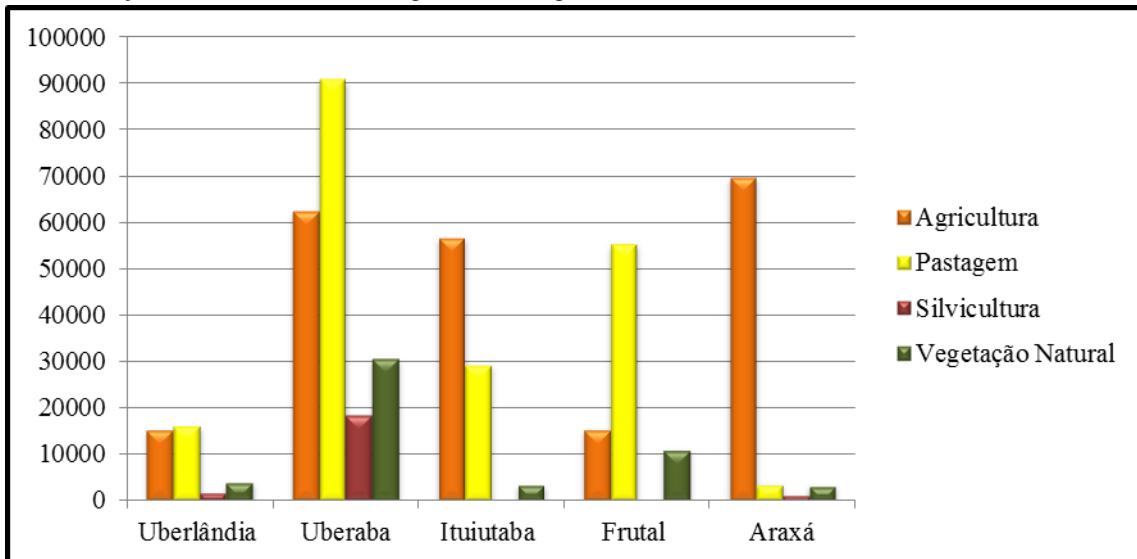
O município de Perdizes expandiu cerca de 84,6% das suas áreas, juntamente com o município de Santa Juliana, que expandiu cerca de 87,4% das suas áreas. Sacramento apresenta 90,2% de expansão nos três anos analisados e o município de Nova Ponte também apresenta grandes áreas de expansão, totalizando 90,9%.

De modo geral, a microrregião de Araxá apresenta grandes áreas de expansão, que variam de 43,6% a 120%, concentrada em praticamente todos os municípios. Diferente das outras microrregiões analisadas, a inserção da cana-de-açúcar é um processo recente na microrregião e tomou grandes proporções no período analisado.

4.2 Conversão do Uso da Terra e cobertura vegetal nativa

A conversão do uso da terra e cobertura vegetal natural, em 2000, para áreas ocupadas pela cana-de-açúcar, como se observa no gráfico 9 ocorre, principalmente, sobre as áreas de pastagem em quase todas as microrregiões, destoando apenas a microrregião de Araxá, na qual a porcentagem das áreas de cultivos diversos convertidos para cana é maior do que as áreas de pastagem.

Gráfico 9: Áreas de conversão do Uso da Terra e Cobertura Vegetal Natural em 2000 pelas áreas ocupadas pela cana-de-açúcar em 2013, na mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (MG).

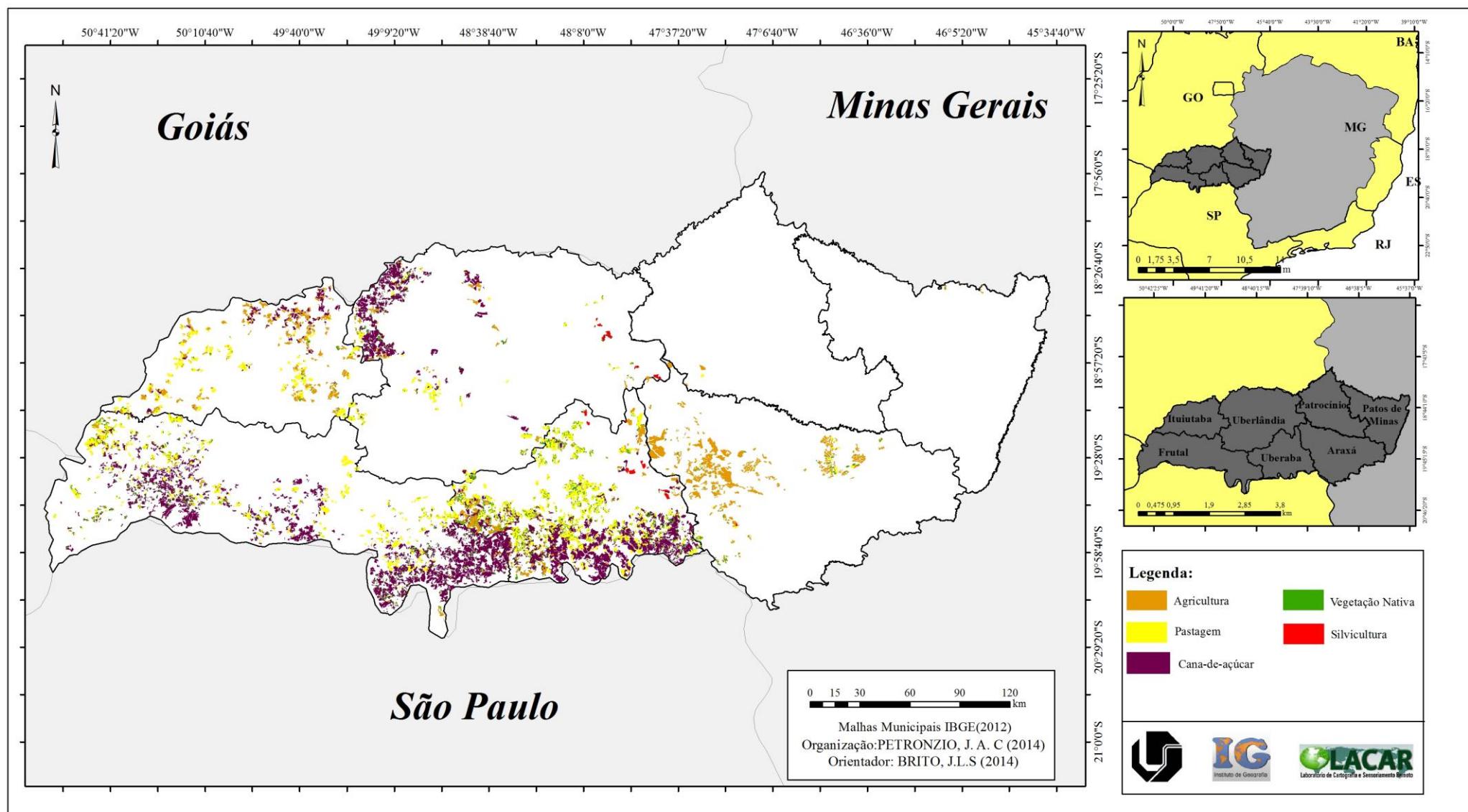


Fonte: Petronzio (2014)

A microrregião de Uberaba é a que mais se destaca na conversão das pastagens em áreas de cana-de-açúcar, seguida pela microrregião de Frutal. Justifica a intensiva conversão do uso da terra para a produção da cana a proximidade dessas microrregiões com o Estado de São Paulo.

Caracteriza este processo de conversão do uso da terra a intensa expansão do cultivo e a movimentação econômica nas microrregiões decorrente da instalação de usinas. Isso acarreta consequências no processo de territorialização originadas pelos interesses de arrendatários e/ou compradores de terra com relação à produção do agrocombustível, e nos impactos na produção alimentícia necessária para atender às novas demandas.

Mapa 6 Conversão do Uso da Terra e Cobertura Vegetal Nativa na mesorregião do Triângulo Mineiro/ Alto Paranaíba no ano de 2000 (MG).



O processo de conversão do uso da terra e cobertura vegetal natural, no ano de 2000, em áreas de cana-de-açúcar (tabela 9) na microrregião de Uberlândia, ocorreu de forma relativamente próximas as de conversão em áreas de agricultura, 41,2% (15.309 hectares) e pastagens, 43,3% (16.084 hectares). Das áreas convertidas, somente 4,6% foram das áreas de silvicultura e 10,8 % das áreas de vegetação nativa, (4.015 hectares).

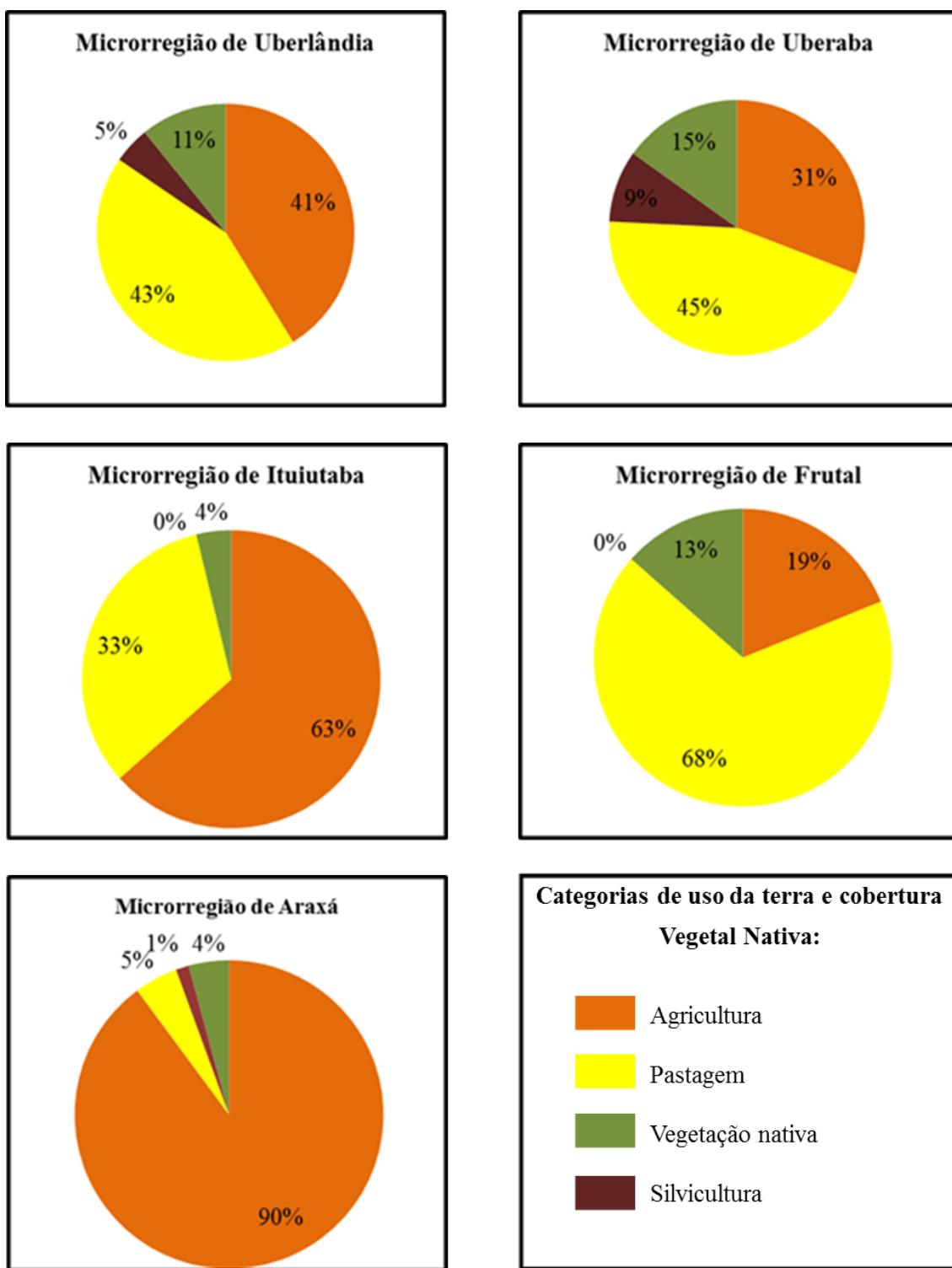
Tabela 9: Somatória das áreas de conversão do uso da terra e cobertura vegetal nativa em 2000 para as áreas de cana-de-açúcar em 2013, nas microrregiões do Triângulo Mineiro/ Alto Paranaíba (MG)

Microrregiões	Áreas de conversão dos usos da terra e cobertura vegetal nativa para áreas de cana-de-açúcar								Total
	Agricultura		Pastagem		Silvicultura		Vegetação Nativa		
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	
Uberlândia	15.309	41,2	16.084	43,3	1.719	4,6	4.015	10,8	37.127
Uberaba	62.516	30,9	90.869	44,9	18.459	9,1	30.574	15,1	202.418
Ituiutaba	56.815	63,4	29.352	32,8	0	0,0	3.382	3,8	89.549
Frutal	15.441	18,9	55.421	67,7	0	0,0	11.029	13,5	81.891
Araxá	69.742	89,9	3.533	4,6	1.067	1,4	3.267	4,2	77.608
Total da Mesorregião	219.823	45	19.5259	40	21.245	4,3	52.267	10,7	488.593

Fonte: Petronzio (2014)

Na microrregião de Uberaba o processo de conversão é semelhante. Das áreas de agricultura, 30,9% foram convertidas em cana-de-açúcar (62.516 hectares); das áreas de pastagem foram convertidas 44,9% (90.869 hectares) e 9,1% (18.459 hectares) das áreas de silvicultura foram convertidos em canaviais. 30.574 hectares de vegetação nativa foram substituídos por cana, correspondendo a 15,1% de cobertura vegetal nativa erradicada. A microrregião de Ituiutaba apresenta taxa de conversão de áreas de agricultura da ordem de 63,4% (56.8215 hectares) e 32,8% das áreas de vegetação nativa convertidas em canaviais (3.382 hectares).

Gráfico 10: Conversão do uso da terra e cobertura vegetal nativa da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (MG).



Fonte: Petronzio (2014)

Nessa microrregião não foram constatadas áreas de silvicultura convertidas em cana-de-açúcar.(gráfico 10).

A Microrregião de Frutal apresenta 18,9% (15.441 hectares) de áreas de agricultura convertidas em áreas de plantio de cana-de-açúcar, 67,7% das áreas de pastagem (55.421 hectares) e 13,5% de áreas de vegetação nativa, não apresentando áreas de silvicultura convertidas.

A microrregião de Araxá apresenta um comportamento diferenciado no processo da conversão do uso da terra em áreas de cana-de-açúcar até o ano de 2013. A conversão se concentrou mais em áreas de agricultura (cultivos diversos) com 89,9% (69.742 hectares) de conversão dessas áreas em cana-de-açúcar. Das áreas mapeadas com cana-de-açúcar, apenas 4,6% (3.533 hectares) foram obtidas pela conversão de áreas de pastagem, 1,4% (1.067 hectares) de áreas de silvicultura e 4,2% (3.267 hectares) de áreas de vegetação nativa.

Nas análises de conversão do uso da terra e vegetação nativa da mesorregião Triângulo Mineiro/ Alto Paranaíba destacam-se as microrregiões de Uberaba (15,1%); Frutal (13,5%); Uberlândia (10,8%); Araxá (4,2%) e Ituiutaba (3,8%).

O gráfico 10 permite visualizar este processo de forma comparativa, permitindo chegar às seguintes conclusões:

a) O Cerrado, conforme Castro et al (2010), contém extensas áreas favoráveis à agricultura intensiva e à pecuária. Os anos 60 e 70 foram alvo da expansão da nova fronteira agrícola, devido à modernização da agricultura voltada para a produção de grãos. Esse processo da conversão das áreas de vegetação nativa em áreas de cana-de-açúcar traz um contexto que se equivale ao passado nos anos 60 e 70, alvos da expansão da fronteira agrícola. Porém, uma proporção de

47,4% de áreas desmatadas, num prazo de 13 anos, para a incorporação de áreas com a cana-de-açúcar, é um destaque nos resultados.

b) A transformação das áreas de vegetação nativa em “plantações” altera o ciclo natural das áreas de cerrado, alterando, desde questões fisiológicas do cerrado, à perda da biodiversidade, impactando o meio devido ao processo de expansão agrícola.

4.2.1 Microrregião de Uberlândia

As conversões sobre a microrregião de Uberlândia ocorreram, principalmente, sobre áreas de pastagem e agricultura, o que caracteriza o cenário do avanço da cana-de-açúcar na microrregião.

O município de Canápolis teve 21,6% das suas áreas de agricultura convertidas em cana-de-açúcar, 6,2% das áreas de pastagem convertidas e 23,4% das áreas de vegetação nativa convertidas, já apresentando, no ano de 2000, 36,4% das áreas com o cultivo da cana-de-açúcar.(tabela 10)

O município de Monte Alegre também se destaca na conversão de 21,4% das áreas de agricultura, 10,7% das áreas de pastagem e 4,9% das áreas de vegetação nativa, já existindo, no ano de 2000, 14,7% de áreas de cana-de-açúcar, o equivalente à 9.474 hectares.

O município de Uberlândia, nas mesmas condições, apresentou conversão de 22,4% das áreas de agricultura, 26,9 % das áreas de pastagem, 15% das áreas de silvicultura e 16,9% das áreas de vegetação nativa, ressaltando-se que, no município, 3,2% da área era ocupada por cana-de-açúcar no ano de 2000.

Tabela 10: Áreas de Conversão do Uso da Terra e Cobertura Vegetal Nativa (2000) em áreas de cana-de-açúcar (2013) na microrregião de Uberlândia (MG).

Áreas de conversão do uso da terra e cobertura vegetal nativa em áreas de cana-de-açúcar										
	Agricultura		Pastagem		Silvicultura		Vegetação nativa		Cana-de-açúcar	
Municípios	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
Araguari	205	1,3	397	2,5	1469	85,5	111	2,7	0	0
Araporã	350	2,3	491	3,1	0	0	329	8,1	13.322	20,7
Canápolis	3310	21,6	992	6,2	0	0	940	23,4	23422	36,4
Cascalho Rico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Centralina	127	0,8	239	1,5	0	0	220	5,4	7331	11,4
Indianópolis	948	6,2	359	2,2	0	0	814	20,2	40	0,1
Monte Alegre	3281	21,4	1726	10,7	0	0	200	4,9	9474	14,7
Prata	563	3,7	6833	42,5	0	0	389	9,6	1506	2,3
Tupaciguara	3099	20,2	714	4,4	0	0	332	8,2	7225	11,2
Uberlândia	3426	22,4	4333	26,9	250	15	680	16,9	2060	3,2
Total	15309	100	16084	100	1719	100	4015	100	64380	100

Fonte: Petronzio (2014)

O processo de conversão e expansão da cana-de-açúcar analisado no período de 2000 a 2013 evidencia padrões de ocupação da terra. Aproximadamente 41% das áreas de agricultura, 43% das áreas de pastagem, 11% das áreas de vegetação nativa e 5% de áreas de silvicultura foram convertidas em cana-de-açúcar no recorte temporal nesta microrregião. É de se notar a forte supressão da vegetação nativa (23,4%) no município de Canápolis pela nova modalidade de cultura.

4.2.2 Microrregião de Ituiutaba

Na microrregião de Ituiutaba já existia considerável presença de atividade canavieira em 2000 e o processo de conversão do uso da terra, entre 2000 e 2013, ocorreu, principalmente, sobre áreas de vegetação nativa e áreas agricultáveis, caracterizando cenário de substituição de áreas que deveriam compor o acervo de preservação e culturas variadas por cana-de-açúcar, conforme analisado na tabela 11 a seguir.

Entre 2000 e 2013, o município de Santa Vitória apresentou 35,8% de suas áreas agricultáveis convertidas em cana-de-açúcar, 66,9% das áreas de pastagem, 26,6% de áreas de vegetação nativa, sendo que 12,7% da área do município eram ocupados por cana-de-açúcar em 2000.

No município de Ituiutaba, entre 2000 e 2013, 27,9% das áreas agricultáveis convertidas, 19,7% eram provenientes das áreas de pastagem e 26,3% de áreas de vegetação nativa foi convertida em áreas da monocultura. No ano de 2000, o município contava com 30,6% de áreas já com o cultivo da cana-de-açúcar.

Tabela 11: Áreas de conversão do Uso da Terra e Cobertura Vegetal Nativa (2000) em áreas de cana-de-açúcar (2013) na microrregião de Ituiutaba (MG).

Municípios	Agricultura		Pastagem		Vegetação nativa		Cana-de-açúcar	
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
Cachoeira Dourada	578	1,0	0	0	10	0,30	981	7,0
Capinóplis	8.102	14,3	268	0,9	0	0	6.645	47,6
Ituiutaba	15.869	27,9	5.781	19,7	888	26,3	4.270	30,6
Ipiaçu	8.750	15,4	1.003	3,4	620	18,3	0	0,0
Gurinhatã	3.177	5,6	2.677	9,1	964	28,5	293	2,1
Santa Vitória	20.339	35,8	19.623	66,9	900	26,6	1.781	12,7
Total	56.815	100	29.352	100	3.382	100	13.970	100

Fonte: Petronzio (2014)

Exceções ao padrão da microrregião são os municípios de Capinópolis (0%) e Cachoeira Dourada (0.3%), que não suprimiram áreas de vegetação nativa no processo de instalação da monocultura canavieira.

O município de Ipiaçu, no processo da conversão analisado, não apresentava, no ano de 2000, áreas com o cultivo da cana-de-açúcar. Porém, da área total mapeada, 15,4% das

áreas de agricultura foram convertidas, 3,4% das áreas de pastagem e 18,3% das áreas de vegetação nativa.

No recorte de 13 anos, o processo da conversão do uso da terra e vegetação nativa na microrregião de Ituiutaba expõe que, embora em números absolutos, as áreas agricultáveis tenham sido o principal fornecedor de áreas para o avanço da monocultura, seguidas pelas áreas de pastagem e pela atividade canavieira, que já era presente em 2000. Nesta região, ocorreu uma intensa supressão percentual de vegetação nativa.

Este processo na microrregião de Ituiutaba se caracteriza como uma conversão focada principalmente em áreas de agricultura, configurando um cenário que é de uma substituição de *commodities* diversas (sorgo, soja, milho, etc) pela monocultura, o que acarreta mudanças nas estruturas agropecuárias.

4.2.3 Microrregião de Uberaba

O processo de conversão analisado na microrregião de Uberaba ocorreu sobre as áreas de agricultura e pastagem, remetendo ao processo de conversão do uso da terra e cobertura vegetal nativa que ocorreu na microrregião de Uberlândia, destacando apenas valores mais altos de conversão da vegetação nativa e silvicultura.

Conforme analisado na tabela 12, no município de Uberaba houve uma conversão de 24.886 hectares de áreas de agricultura para cana-de-açúcar, o equivalente a 39,8% de culturas diversas convertidas, 52,4% das áreas de pastagem, 67,8% das áreas de vegetação nativa e 99,2% das áreas de silvicultura.

Tabela 12: Áreas de Conversão do Uso da Terra e Cobertura Vegetal Nativa (2000) em áreas de cana-de-açúcar (2013) na microrregião de Uberaba (MG).

Municípios	Áreas de conversão do uso da terra e cobertura vegetal nativa em áreas de cana-de-açúcar									
	Agricultura		Pastagem		Vegetação nativa		Silvicultura		Cana-de-açúcar	
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
Água Comprida	8.135	13,0	8.135	9,0	356	1,2	0	0	3.556	3,0
Conquista	145	0,2	2.180	2,4	924	3,0	0	0	24.317	20,4
Conceição das Alagoas	10.742	17,2	12.709	14,0	3.234	10,6	0	0	39.419	33,1
Campo Florido	17.083	27,3	8.640	9,5	3.554	11,6	0	0	12.004	10,1
Delta	66	0,1	1.435	1,6	0	0,0	145	0,8	5.124	4,3
Uberaba	24.886	39,8	47.631	52,4	20.742	67,8	18.314	99,2	33.385	28,0
Veríssimo	1.459	2,3	10.139	11,2	1.764	5,8	0	0	1.377	1,2
Total	62.516	100	90.869	100	30.574	100	18.459	100	119.182	100

Fonte: Petronzio(2014).

O município de Campo Florido apresentou 27,3% das áreas agricultáveis convertidas contra apenas 9,5% das áreas de pastagem, o equivalente à 8.640 hectares. Entretanto, o município apresenta uma conversão de 11,6% de áreas de vegetação nativa convertidas em cana-de-açúcar.

O município de Água Comprida apresentou 13% das áreas agricultáveis convertidas em cana-de-açúcar, 9% das áreas de pastagem e 1,2% das áreas de vegetação nativa, constatando que, no ano de 2000, o município apresentava somente 3% de áreas com a cana-de-açúcar já inserida.

No município de Conquista houve pouca variação na área ocupada pela cana-de-açúcar no período considerado já que, dos 24.317 hectares de canaviais existentes em 2000, foram encontrados 27. 566 hectares ocupados pela monocultura em 2013, com acréscimo de 13,36% em área. Apenas 0,2% das áreas agricultáveis foram convertidas, o equivalente a 145 hectares, 2,4% das áreas de pastagem (2.180 hectares) e 1,2% das áreas de vegetação nativa.

O cenário que caracteriza o processo de transformação do uso da terra na microrregião de Uberaba é o da conversão das áreas de pastagem, aproximadamente 45% delas convertidas em áreas de cana-de-açúcar contra 31% das áreas agricultáveis.

4.2.4 Microrregião de Frutal

O processo de conversão do uso da terra e cobertura vegetal nativa, na microrregião de Frutal ocorreu, principalmente, sobre as áreas de pastagem.

O município de Limeira do Oeste apresenta um total de 30,2% de áreas agricultáveis convertidas em cana-de-açúcar, 21,8% das áreas de pastagem, 12,8% das áreas de vegetação nativa, existindo 5,8% de cana-de-açúcar no município no ano de 2000.

Tabela 13: Áreas de conversão do Uso da Terra e Cobertura Vegetal Nativa (2000) em áreas de Cana-de-açúcar (2013) na microrregião de Frutal (MG).

Municípios	Áreas de conversão do uso da terra e cobertura vegetal nativa em áreas de cana-de-açúcar							
	Agricultura		Pastagem		Vegetação nativa		Cana-de-açúcar	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Campina Verde	365	2,4	5.173	9,3	379	3,4	7.682	3,9
Carneirinho	4.930	31,9	6.166	11,1	200	1,8	3.187	1,6
Comendador Gomes	1.154	7,5	4.784	8,6	856	7,8	313	0,2
Fronteira	0	0	83	0,1	265	2,4	5.819	3,0
Frutal	1.193	7,7	6.829	12,3	2.318	21,0	69.232	35,5
Itapagipe	1.536	9,9	7.644	13,8	1.000	9,1	9.550	4,9
Iturama	611	4,0	1.906	3,4	1.519	13,8	31.957	16,4
Limeira do Oeste	4.663	30,2	12.080	21,8	1.413	12,8	11.361	5,8
Pirajuba	573	3,7	0	0	448	4,1	19.003	9,7
Planura	299	1,9	0	0	265	2,4	12.886	6,6
São Francisco de Sales	0	0	3.962	7,1	1.694	15,4	11.752	6,0
União de Minas	117	0,8	6.794	12,3	672	6,1	12.285	6,3
Total	15.441	100	55.421	100	11.029	100	195.027	100

Fonte: Petronzio (2014)

O município de Carneirinho apresenta 31,9% das áreas de agricultura convertidas em cana-de-açúcar, 11,1% das áreas de pastagem e 1,8% das áreas de vegetação nativa, com 1,6% de cana-de-açúcar já presente no município no ano de 2000, ao passo que o município de Frutal apresenta 7,7% das áreas de agriculturas convertidas, 12,3% das áreas de pastagem,

21% das áreas de vegetação nativa e um total de 35,5% de áreas com cana-de-açúcar presentes no município.

O município de União de Minas se destaca na conversão de 12,3% das áreas de pastagem e 6,1% das áreas de vegetação nativa para áreas de cana-de-açúcar, ao passo que somente 0,8% das áreas de agricultura foram convertidas, contando com 6,3% das áreas já com a cana-de-açúcar no ano de 2000.

Os resultados da microrregião de Frutal afirma que o processo de conversão maior ocorreu sobre as áreas de pastagem, totalizando 68% das áreas da microrregião, em comparação à mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, apresentando um total de 19% de conversão das áreas de agricultura e 13% das áreas de vegetação nativa.

O cenário observado é justificado pelo desenvolvimento do setor sucroalcooleiro na microrregião, devido, tanto à sua expansão, quanto às infraestruturas voltadas para o setor. Deve ser levado em consideração, também, a instalação de 12 usinas na microrregião, fator que impulsiona o processo de expansão da cana-de-açúcar.

4.2.5 Microrregião de Araxá

O processo de conversão dessas áreas ocorreu principalmente pela substituição de áreas agricultáveis, conforme demonstrado na tabela 14, destacando-se o município de Sacramento por apresentar 100% das áreas de silvicultura convertidas em cana-de-açúcar (1.067 hectares), apresentando também cerca de 19,5% das áreas agricultáveis (13.628 hectares), 36,5% das áreas de pastagem (1.290 hectares) e ainda uma conversão de vegetação nativa em 42,1%, o equivalente à 1.375 hectares.

O município de Perdizes apresentou cerca de 26,1% das áreas agricultáveis convertidas em cana-de-açúcar (18.226 hectares), 26,4% das áreas de pastagem (932 hectares) e 30,8 % das áreas de vegetação nativa (1006 hectares).

Tabela 14: Áreas de conversão do uso da terra e cobertura vegetal nativa (2000) em áreas de cana-de-açúcar (2013) na microrregião de Araxá (MG).

Municípios	Áreas de conversão do uso da terra e cobertura vegetal nativa em áreas de cana-de-açúcar							
	Agricultura		Pastagem		Vegetação nativa		Silvicultura	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Nova Ponte	10.844	15,5	117	3,3	46,51	1,4	0	0
Santa Juliana	12.478	17,9	0	0	86,92	2,7	0	0
Pedrinópolis	8.80	1,3	0	0	0	0	0	0
Perdizes	18.226	26,1	932	26,4	1.006	30,8	0	0
Sacramento	13.628	19,5	1.290	36,5	1.375	42,1	1.067	100
Araxá	1.589	2,3	200	5,7	40	1,2	0	0
Ibiá	12.097	17,3	994	28,1	712,4	21,8	0	0
Total	69.742	100	3.532,85	100	3.267	100	1.067	100

Fonte: Petronzio (2014)

O município de Santa Juliana apresentou somente áreas agricultáveis convertidas em cana-de-açúcar, um total de 12.478 hectares (o equivalente à 17,9%). O município de Ibiá apresentou cerca de 17,3% das áreas de agricultura convertidas (12.097 hectares), 28,1% das áreas de pastagem (994 hectares) e 28,1% das áreas de vegetação nativa (712,4 hectares).

5 - Considerações Finais

O processo de inserção da cana-de-açúcar no Brasil, teve suas origens no período colonial, com a chegada dos portugueses no território, que após a sua descoberta incrementaram o cultivo da cana, na região nordeste especificamente para a produção do açúcar, que atendia o comércio exterior, servindo também como moeda de troca. Nesta época dá-se início à transformação do território, brasileiro com a introdução dos grandes latifúndios. No decorrer do avanço da história brasileira, a cana-de-açúcar passou por vários ciclos econômicos, que em suma são decorrentes de fatores internos e externos da economia, concorrências com o açúcar estrangeiro, entre outros fatores. O século XX é marcado pelo ápice da produção da cana-de-açúcar, com grandes influências internacionais e nacionais, voltadas principalmente para a produção de biocombustíveis, e aprimoramento tecnológico, em função da demanda exacerbada por energias renováveis.

Dado este cenário, a transformação da paisagem acarretada por essa inserção da cana-de-açúcar é notório no que tange principalmente à conversão de áreas de vegetação nativa, que é um processo que ocorre a favor da expansão da economia agropecuária, principal economia brasileira, confeccionando uma paisagem composta por vastas áreas de pastos e monoculturas.

Constatou que dada a área da mesorregião do Triângulo Mineiro / Alto Paranaíba (aproximadamente 9.054.500 hectares), no ano de 2000 possuía uma área mapeada com a cana-de-açúcar de 329.561 hectares, aumentando para 9.054.500 hectares no ano de 2010, e um aumento em três anos de 872.167 hectares.

A intensificação dessa expansão da cana-de-açúcar sofre influências dos estados vizinhos Goiás e São Paulo, que facilitaram o processo de inserção da monocultura nas microrregiões do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, com a instalação de usinas sucroalcooleiras, devido à infraestrutura logística, e pesquisas de avanços tecnológicos.

Dentre as microrregiões analisadas, no processo de expansão da cana-de-açúcar, a microrregião de Uberaba se destaca juntamente com a microrregião de Frutal, em relação às demais microrregiões, apresentando uma inserção inicial, bem como sua continuidade, de forma intensa. A microrregião de Uberaba, apresentou um aumento de aproximadamente 169,8% das áreas no período de 2000 a 2013, a microrregião de Frutal apresentou um aumento de aproximadamente 42% das áreas neste mesmo período, ressaltando que a localização geográfica destas microrregiões fazem divisa com o estado de São Paulo, justificando seu destaque.

A lógica desta expansão da cana-de-açúcar segue pelo seu avanço destas duas microrregiões adentrando a mesorregião que é analisada principalmente durante o ano de 2000, que é o momento ao qual esta inserção se consolidou na área, podendo ser constatado pelos valores apresentados durante os resultados, destacando a inserção tardia da cana-de-açúcar na microrregião de Araxá, e que nas microrregiões de Patrocínio e Patos de Minas inserção da cana-de-açúcar é um processo muito recente e lento, devido principalmente à política forte dos outros cultivos presentes como por exemplo o café e a soja, bases fortes na economia dessas microrregiões.

O principal motivo para esse processo é a busca de fontes de bioenergias e combustíveis que vêm provocando uma mudança na estrutura básica da agricultura, que encontra no cultivo da cana-de-açúcar uma fonte barata e prática. Porém cabe a ressalva se a busca por novas fontes de energia é a única justificativa para esse processo de inserção da cana-de-açúcar na mesorregião.

A concentração dessas áreas, ocorrem principalmente nas áreas de grandes afluências hídricas como a bacia do Rio Grande e a bacia do Rio Paranaíba, provocando além das apropriações de terra que se equivale à apropriação de capital, uma apropriação dos recursos hídricos. Este cenário, gera impactos oriundos da produção da monocultura, como a contaminação dos lençóis freáticos sub-superficiais, perca da biodiversidade local, compactação do solo originados pelos maquinários agrícolas, entre outros.

Dado o cenário da expansão da cana-de-açúcar, as análises da conversão dos usos da terra e cobertura vegetal nativa, permitem estruturar essas mudanças e a intensidade da inserção da monocultura na mesorregião, devido a uma lógica na conversão desses usos, constatada na pesquisa, dentre as classes de uso analisadas (agricultura, pastagem, vegetação nativa, e silvicultura), a maior concentração se deu sobre áreas de agricultura, e áreas de pastagem 45% e 40% respectivamente, com os demais usos estimados em 11% de vegetação nativa e 4% das áreas de silvicultura. Essa conversão das áreas de pastagem e agricultura é localizada principalmente nas microrregiões de Ituiutaba, Uberaba e Araxá, explicado pela pouca concentração da cana-de-açúcar presente já no ano de 2000, ocorrendo uma inversão dos usos nestas áreas, que atualmente se concentram com a cana-de-açúcar. A alta estimativa da conversão de agricultura se deve principalmente pela microrregião de Araxá, que houve 90% das áreas agricultáveis convertidas, instalando uma lógica produtivista diferente da lógica presente no ano de 2000, no qual cultivos como soja, milho e café cederam espaço para a monocultura.

O fundamento para essa conversão marcante em áreas de agricultura e pastagem, se deve custo benefício da produção de cana-de-açúcar frente aos outros cultivos, gerando um questionamento sobre a segurança alimentar, e os impactos gerados para os pequenos produtores, que ora arrendam suas terras para esta inserção, ora são sobre carregados com a produção de hortifrutícolas para atender a população local.

A pesquisa também conclui que o principal meio para pesquisas, de monitoramento e expansão agrícola é a metodologia estipulada para a aquisição dos dados. O método presente na pesquisa procurou por meio de interpretação visual, delimitar os polígonos referentes à cana-de-açúcar, e as classes convertidas, a interpretação visual, é uma ferramenta que se embasa no conhecimento de sensoriamento remoto, e campo do pesquisador para a delimitação das áreas, porém é passível de erros, advindos da interpretação, entretanto quando comparada à uma classificação automática das imagens, estes erros são amenos necessitando apenas de uma validação das áreas com checagem em campo e coleta de coordenadas, para suas correções. O procedimento da classificação automática, é uma ferramenta ágil e fácil contudo os erros, são originários pela confusão, de respostas espectrais semelhantes, à classe que se delimita, como por exemplo um solo exposto com áreas de cana – planta que é um estágio inicial, não são descartadas agrupando usos diferentes, com respostas espectrais próximas em uma mesma classe, a metodologia de classificação automática é utilizada pelo CANASAT, que apresenta valores, discrepantes quando se mapeia por meio da interpretação visual, generalizando áreas e apresentando um número estimado e passível de erro não condizendo totalmente com a realidade.

O procedimento metodológico da pesquisa, é eficaz, necessitando tempo do pesquisador para a delimitação das áreas, e permitindo a criação de um banco de dados, para monitoramentos periódicos das áreas de expansão da cana-de-açúcar, proporcionando análises e estimativas para o crescimento econômico, modificações da paisagem e a construção de conhecimentos e pesquisas sobre a temática, facilitada pelo Geoprocessamento.

6 - Referências

- BEZERRA, M.A; BROD, J.A. Mineralogia da Apatita do Complexo Alcalino-Carbonatítico de Tapira. Disponível em: http://www.sbpnet.org.br/livro/63ra/conpeex/pibic-balcao/trabalhos/MATEUS_ARAUJO_BEZERRA.pdf
- CASTRO, S.S; SILVA,A.A; BÔRGES,V.M.S. A expansão da cana-de-açúcar no cerrado e no estado de goiás: elementos para uma análise espacial do processo. Boletim Goiano de Geografia. Goiânia, v 30, n1, p 171-191. 2010.
- CLEPS Jr. Concentração de poder no agronegócio e (des)territorialização: os Impactos da expansão recente do capital sucroalcooleiro no Triângulo Mineiro. In: Caminhos de Geografia Uberlândia, v. 10, n. 31 Set/2009 p. 249 – 264. Disponível em:<http://www.sumarios.org/sites/default/files/pdfs/51097_5994.PDF> Acessado em junho de 2012.
- CREPANI, E; DUARTE, V. Sensoriamento Remoto e geoprocessamento regional da cobertura e uso atual da terra. Geografia, Rio Claro. v 27 p 119-135 abril 2002.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: Cana-de-açúcar – safra 2009: segundo levantamento, setembro/2009. Brasília: Conab, 2009. pp. 1-14 Disponível: http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/2_levantamento2009_set2009.pdf. Acessado em: janeiro de 2014
- DEMATTÉ et al (2005) Sensoriamento Remoto Aplicado a solos cultivados com cana-de-açúcar: relações com manejo. Disponível em:<[http://www.ipni.net/ppiweb/pbrazil.nsf/926048f0196c9d4285256983005c64de/bbe91aba472ec49a032570d800462542/\\$FILE/Anais%20Jose%20Alexandre%20Dematte.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/pbrazil.nsf/926048f0196c9d4285256983005c64de/bbe91aba472ec49a032570d800462542/$FILE/Anais%20Jose%20Alexandre%20Dematte.pdf)> Acessado em junho de 2014.
- DOMINGUES, A. T. ; THOMAZ JUNIOR, A. . A Dinâmica Territorial do Setor Agroindustrial Canavieiro em Municípios Sul-Mato-Grossenses.. In: Revista Pegada Eletrônica (Online), v. 12, p. 27-51, 2011
- EMBRAPA (2010). Impactos Ecológicos da cana-de-açúcar. Disponível;<<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONT1.html>> Acessado em junho de 2014
- EMBRAPA. Agência de Informação: cana-de-açúcar. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_110_22122006154841.html> Acessado em maio de 2014.
- FERNANDES, L.A; COIMBRA, A.M. O grupo Caiuá: Revisão estratigráfica e contexto deposicional. Revista Brasileira de Geociências. 24 (3): 164-176. Set 1994.
- GRAVINA, E.G; KAFINO,C.V;BROD,J.A. Proveniência de arenitos das formações Uberaba e Marília (Grupo Bauru) e do Garimpo da Bandeira: Implicações para a controvérsia sobre a fonte do diamante do Triângulo Mineiro. Revista Brasileira de Geociências 2002
- GENARO. F; CHELOTTI, M.C. Inserção e desenvolvimento da pecuária moderna no Triângulo Mineiro: O Município de Uberaba como “Vitrine” da Pecuária globalizada. Trabalho. In: ANAIS do ENG (2012). Disponível em:<<http://www.eng2012.org.br/trabalhos-completos?download=2354...>> Acessado em setembro de 2012.
- IBGE, Departamento de Agropecuária (2012). Pesquisas Agropecuárias: Série Relatórios Metodológicos. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/PesquisasAgropecuarias2002.pdf>> Acesso em junho de 2012

- ISACC, L.C; ROSA, F.R.T.O novo mapa das pastagens. Disponível em:<http://www.agroanalysis.com.br/materia_detalhe.php?idMateria=250> Acessado em dezembro de 2012
- JANSEN, J. R; Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres; tradução José Carlos Neves Epiphanio (coord. et al); São José dos Campos, Sp: Parêntese, 2009
- LIBONI, L. B; CEZARINO, L.O. Impactos sociais e ambientais da indústria da cana-de-açúcar. In: Future Studies Research Journal. São Paulo, v. 4, n. 1, PP. 202-230, 2012. de 60 e 80. In: Caminhos de Geografia. Disponível em:<www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/viewFile/15251/8552> Acessado em junho de 2013.
- MARTINS, A. R. P. Desenvolvimento Sustentável: Uma análise das limitações do índice de desenvolvimento humano para refletir a sustentabilidade ambiental. Dissertação de Mestrado. Niterói: 2006. Disponível em: <http://www.bdtd.ndc.uff.br/tde_arquivos/29/TDE-2006-08-24T111057Z-343/Publico/Ana%20Raquel%20Paiva%20Martins.pdf> Acessado em maio de 2014
- MORAES, A.F.D. Desregulamentação da agroindústria Canavieira: Novas formas de atuação do Estado e Desafios do Setor Privado. In: Agroindústria Canavieira no Brasil. São Paulo: Atlas, 2002. PP 21-42
- NOVO, E. M. L. M. Sensoriamento remoto: princípios e aplicações, São Paulo: Blucher, 2008, pp. 1-363
- RUDORFF, B. F. T.; BERKA, L. M. S.; XAVIER, A. C.; MOREIRA, M. A.; DUARTE, V.; ROSA, V. G. C.; SHIMABUKURO, Y. E. Estimativa de área plantada com cana-de-açúcar em municípios do estado de São Paulo por meio de imagens de satélites e técnicas de geoprocessamento: ano safra 2003/2004. São José dos Campos- SP: INPE, 2004. 47 p. (INPE-10791-RPQ/759). Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/mapdsr/data/artigos/2003.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2008.
- Reis, Laís Naiara Gonçalves dos, Mapeamento multitemporal e conversão do uso da terra a partir da expansão canavieira no Triângulo Mineiro (2000-2010) / Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia UFU, Uberlândia, 2013.
- RUDORFF, B; SUGAWARA,L.M. Mapeamento da cana-de-açúcar na região centro-sul via imagens de satélites. Geotecnologias informe agropecuário, Belo Horizonte. v 8. m 241. p 79-86.
- SANO,M. S; ALMEIDA, P.S;RIBEIRO,J.F. Cerrado: Ecologia e Flora. Embrapa Cerrados – Brasília,DF :Embrapa Informação Tecnológica , 2008.
- SIAMIG. Setor sucroalcoleiro em Minas Gerais. Disponível em:<http://www.siamig.org.br/index.php?option=com_content&task=view&id=262&Itemid=95>
- SOUZA, A. G; JÚNIOR, J. O desenvolvimento da agroindústria canavieira no triângulo mineiro e seus impactos sobre mão-de-obra e a produção de alimentos. In: Anais do XIX Encontro Nacional de Geografia Agrária, São Paulo, 2009
- SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B.; FÚLFARO, V. J.; SOBREIRO NETO, A. F. Ensaio de caracterização estratigráfica do cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. Revista Brasileira de Geociências. São Paulo, v. 10, p. 177-185, 1980
- SUGUIO, K.; FULFARO, V.J.; AMARAL, G.; GUIDORZI,L.A. Comportamentos estratigráfico e estrutural da Formação Bauru nas regiões administrativas 7 (Bauru), 8 (São José do RioPreto) e 9 (Araçatuba) no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 1, 1977, São Paulo. Atas

- THOMAZ JÚNIOR, A. O Agrohidronegócio no Centro das Disputas Territoriais e de Classe no Brasil do Século XXI. In: Campo – Território: Revista de Geografia Agrária, v. 5, 2010, p. 92-122.
- TEIXEIRA, TOLEDO, FAIRCHILD e TAIOLI Decifrando a Terra - São Paulo: Oficina de Textos, 2000
- UDOP. A lavoura da cana-de-açúcar. Disponível em:<<http://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=988>> Acessado em 12 de junho de 2010.
- Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar: Expandir a produção, preservar a vida, garantir o futuro. (2009). Disponível em:<http://www.cnps.embrapa.br/zoneamento_cana_de_acucar/ZonCana.pdf> Acessado em junho de 2011.
- WEREBE, R. M. S. Gestão Ambiental na tomada de decisão de Expansão de uma usina de açúcar e álcool. Monografia de especialização. USP, 2010. Disponível em <<http://www.iee.usp.br/biblioteca/producao/2010/Monografias/Ricardo%20Werebe.pdf>> Acessado em junho de 2014.
- WHITE, I.C. (1908) Relatório Final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil. Rio de Janeiro: DNPM, 1988. Parte I; Parte II, p. 301-617. (ed. Fac-similar)