

Faculdade de Ciências e Tecnologia/FCT da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Câmpus de Presidente Prudente

**ALTERAÇÕES NO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DECORRENTES DA
EXPANSÃO DA CULTURA CANAVIEIRA NO MUNICÍPIO DE OURO
VERDE - SP**

Maraci Gois Abonízio

Orientador: Livre Docente João Osvaldo Rodrigues Nunes

Presidente Prudente, junho de 2021.

**ALTERAÇÕES NO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DECORRENTES DA
EXPANSÃO DA CULTURA CANAVIEIRA NO MUNICÍPIO DE OURO
VERDE - SP**

MARACI GOIS ABONÍZIO

Orientador: Livre Docente João Osvaldo Rodrigues Nunes

Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Pós- Graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP - Câmpus de Presidente Prudente, visando à obtenção do título de mestra em Geografia.

Presidente Prudente, junho de 2021.

A154a Abonízio, Maraci Gois

Alterações no uso e ocupação da terra decorrentes da expansão da cultura canavieira no município de Ouro Verde - SP / Maraci Gois

Abonízio. -- Presidente Prudente, 2021

93 p. : il., tabs., fotos, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente

Orientador: João Osvaldo Rodrigues Nunes

1. Cana-de-açúcar. 2. Mudanças no uso da terra. 3. Ouro Verde. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ALTERAÇÕES NO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DECORRENTES DA
EXPANSÃO DA CULTURA CANAVIEIRA NO MUNICÍPIO DE OURO VERDE
– SP

AUTORA: MARACI GOIS ABONÍZIO

ORIENTADOR: JOÃO OSVALDO RODRIGUES NUNES

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em GEOGRAFIA, área:
Produção do Espaço Geográfico pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. JOÃO OSVALDO RODRIGUES NUNES (Participação Virtual)
Departamento de Geografia / Unesp/FCT - Câmpus de Presidente Prudente

A handwritten signature in black ink, appearing to read "João Osvaldo Rodrigues Nunes", is written over a horizontal line.

Profª. Drª. RENATA RIBEIRO DE ARAÚJO (Participação Virtual)
Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente / FCT/UNESP - Presidente Prudente

Profa. Dra. ELOIZA CRISTIANE TORRES (Participação Virtual)
Departamento de Geociências / UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA

Presidente Prudente, 30 de julho de 2021

Dedicatória

Nessa vida, a relação de dependência é uma constante. Nascemos, crescemos, evoluímos, sempre mantendo vínculos com aqueles que nos rodeiam. A alguns, porém, devemos muito mais que a amizade e incentivo; devemos a própria vida. Assim, quero dedicar este trabalho aqueles que sempre me conduziram do nascimento aos dias de hoje, a esses meus heróis que puseram no mundo e guiaram meus passos em todos os momentos: a minha mãe (in memoriam), Isaura Tolentino da Silva Gois e ao meu pai (in memoriam), Cassimiro Antônio Gois.

Aos queridos: Nilson Jesus Abonízio, Leonardo Gois Abonízio e Flávia Gois Abonízio, dedico.

Agradecimentos

Agradeço o professor João Osvaldo pela orientação, compreensão e dedicação.

Agradeço o Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGG) da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Unesp (FCT/UNESP) pela oportunidade de cursar o mestrado acadêmico e dar continuidade aos meus sonhos.

Agradeço ao Centro Paulo de Sousa e a ETEC Professora Carmelina Barbosa pelo apoio e compreensão durante o tempo do curso.

Agradeço as professoras Renata Ribeiro de Araújo e Eloiza Cristiane Torres pelas contribuições no Exame de Qualificação e por aceitarem mais esse desafio na defesa.

Agradeço a todos que contribuíram para a feitura desse trabalho, em especial, meus professores da FCT e meus colegas de estudo e trabalho.

É preciso criar pessoas que se atrevam a sair das trilhas aprendidas, com coragem de explorar novos caminhos. Pois a ciência constituiu-se pela ousadia dos que sonham e o conhecimento é a aventura pelo desconhecido em busca da terra sonhada.

Rubem Alves.

Resumo

As demandas pelos combustíveis oriundos de fontes energéticas renováveis têm aumentado a partir da década de 1970, em virtude do choque do Petróleo, ocasionando a expansão do cultivo da cana-de-açúcar no estado de São Paulo. A partir do ano de 2003, a atividade canavieira ganha novo impulso em decorrência da popularização de automóveis modelo *flexfuel*. Dentro desse contexto, o município de Ouro Verde se insere na cadeia produtiva dessa *commodity* que gera profundas mudanças nos usos e cobertura da terra dos espaços rurais, moldando novas paisagens e estruturas sociais. Por ser uma monocultura, essa nova atividade agrícola e industrial gera alguns impactos relacionados ao meio ambiente, como possíveis contaminações do solo e da água. Sendo assim, essa pesquisa teve como objetivo central identificar as alterações do uso e cobertura da terra do município de Ouro Verde/SP em virtude da expansão do cultivo da cana-de-açúcar neste município. Nesse sentido, foram realizados: I) levantamento bibliográfico sobre o tema, buscando descrever a cadeia produtiva da cana-de-açúcar e seus possíveis impactos referentes à contaminação do solo e água; II) levantamento quantitativo em *sites* de coleta e processamento de dados sobre a produção da cana-de-açúcar no município; III) trabalho de campo na área de estudo para identificar as culturas cultivadas, bem como a paisagem circundante; IV) a realização do mapeamento das classes de uso e cobertura da terra no município de Ouro Verde, no contexto da expansão da cultura canavieira em virtude da introdução dos modelos de automóveis *flex fuel*, tendo como recorte temporal 2004, 2010, 2015 e 2018. Os resultados permitiram observar profunda mudança nos usos e na cobertura da terra do município de Ouro Verde nas últimas duas décadas, marcadas, especialmente, pela diminuição dos cultivos de culturas temporárias e aumento das áreas destinadas à cana-de-açúcar. É possível inferir também um aumento das áreas das grandes e médias propriedades em relação às pequenas, que foram vendidas ou arrendadas para produtores com maior acesso a capital para investimentos.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar, mudanças no uso da terra, Ouro Verde.

ABSTRACT

The fuel demands came from renewable energy sources have been increasing since 1970, because of the Petroleum shock, causing the expansion of the cultivation of the sugar cane in the state of São Paulo. Since 2003, the sugar cane activity has won a new impulse because of the automobile flexflue model popularity. Inside of this context, the productive chain of this commodity, that generates deep changes on the land usage and coverage of the rural areas, creating new landscape and social structures. Because it's a monoculture, this new agricultural and industrial activity creates some impacts related to the environment, as possible earth and water contaminations. Therefore, this research had the main goal to identify the usage and coverage changes of the land from Ouro Verde city because of the sugar cane cultivation expansion. So, it was performed: I – bibliographic survey about the topic, seeking to describe the productive chain of the sugarcane and its possible impacts concerning earth and water contamination. II – quantitative search in specific sites and data collection about the sugar cane production in the city. III – field work in the studies area to identify the cultivated cultures as the surrounding landscape, IV –the achievement of the usage and coverage mapping of the land in the city of Ouro Verde. In the context expansion of the sugar cane because of the fuel flex automobiles introduction, having a temporary accomplishment 2004, 2010,2015 and 2018. The results allowed to notice a deep change in the land usages and covering in the city of Ouro Verde, in the last two decades, affected, especially by the decrease of the temporary cultures cultivations and increase of the areas destined to sugar cane. It's also possible to imply an increase in the areas of large and medium properties in relation to the small ones, that's possibly were sold or rented to producers with more power and access a capital for investments.

Key words: Sugar cane, changes in the land usage, Ouro Verde.

Lista de Figuras

Figura 01: Localização do município de Ouro Verde-SP.....	Pág. 15
Figura 02: Distribuição das áreas de cultivo de cana-de-açúcar por Região Administrativa no estado de São Paulo.....	Pág. 28
Figura 03: Municípios que integram a região de governo de Dracena.....	Pág. 52
Figura 04: Variação hipsométrica do relevo de Ouro Verde.....	Pág. 54
Figura 05: Relevo sombreado do município de Ouro Verde.....	Pág. 55
Figura 06: Mapa pedológico do município de Ouro Verde.....	Pág. 56
Figura 07: Hidrografia do município de Ouro Verde.....	Pág. 58
Figura 08: Culturas de amendoim, colorau e pastagens observadas em campo.	Pág. 69
Figura 09: Fragmentos de Mata secundária e corpos d'água observados em campo.....	Pág. 71
Figura 10: Plantações de cana-de-açúcar observadas em campo.....	Pág. 73
Figura 11: Mapeamento do uso e cobertura da terra para o município de Ouro Verde-SP no ano de 2004.....	Pág. 75
Figura 12: Mapeamento do uso e cobertura da terra para o município de Ouro Verde-SP no ano de 2010.....	Pág. 77
Figura 13: Mapeamento do uso e cobertura da terra para o município de Ouro Verde-SP no ano de 2015.....	Pág. 79
Figura 14: Mapeamento do uso e cobertura da terra para o município de Ouro Verde-SP no ano de 2018.....	Pág. 81

Lista de Tabelas

Tabela 01: Área plantada de cana-de-açúcar nos municípios de Ouro Verde, Dracena e Presidente Pudente (2003/04-2013/14).....	Pág. 29
Tabela 02: Unidades de Produção Agropecuária no município de Ouro Verde- SP.....	Pág. 66
Tabela 03: Uso e Cobertura da Terra no município de Ouro Verde – SP.....	Pág. 82

Lista de Gráficos

Gráfico 01: Produção de combustível derivado da cana de açúcar no Brasil (2007).....	Pág. 40
Gráfico 02: Produção de cana-de-açúcar no município de Ouro Verde (2004-2018).....	Pág. 62
Gráfico 03: Valor da produção de cana-de-açúcar no município de Ouro Verde (2004 – 2018).....	Pág. 63
Gráfico 04: Área plantada de cana-de-açúcar no município de Ouro Verde (2004-2018).....	Pág. 63
Gráfico 05: Área colhida de cana-de-açúcar no município de Ouro Verde (2004-2018).....	Pág. 64
Gráfico 06: Rendimento médio da produção de cana-de-açúcar no município de Ouro Verde (2004-2018).....	Pág. 65

Sumário

INTRODUÇÃO.....	Pág. 13
OBJETIVOS.....	Pág. 17
Objetivo geral.....	Pág. 17
Objetivos específicos.....	Pág. 17
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	Pág. 18
4. O CULTIVO DA CANA DE AÇÚCAR NO BRASIL.....	Pág. 20
4.1 O Cultivo da cana de açúcar no estado de São Paulo.....	Pág. 23
4.2 O Proálcool e as bases da formação de um setor sucroalcooleiro.....	Pág. 24
4.3 O advento do carro <i>flexfuel</i> e a retomada do setor sucroalcooleiro.....	Pág. 26
4.4 O setor sucroenergético e a questão ambiental.....	Pág. 29
4.4.1 A produção de cana de açúcar e os impactos ambientais.....	Pág. 29
4.4.2 A Legislação ambiental.....	Pág. 34
4.4.3 Surgimento da certificação socioambiental aplicada ao setor sucroenergético.....	Pág. 36
4.5 O cultivo da cana-de-açúcar e a questão fundiária.....	Pág. 38
4.6 Aspectos sociais da produção da indústria do etanol.....	Pág. 42
5.VIABILIDADE DA PRODUÇÃO CONTÍNUA DO SETOR SUCROENERGÉTICO.....	Pág. 45
6.CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MUNICÍPIO DE OURO VERDE.....	Pág. 51
6.1 Aspectos físicos.....	Pág. 53
7. A EXPANSÃO DA MONOCULTURA CANAVIEIRA EM OURO VERDE.....	Pág. 60
8. OBSERVAÇÕES EM CAMPO E MAPEAMENTO DO USO DA TERRA NO MUNICÍPIO DE OURO VERDE-SP.....	Pág. 68
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	Pág. 84
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	Pág. 85

1. INTRODUÇÃO

O cultivo da cana-de-açúcar tem ganhado destaque na economia brasileira, sendo um dos principais produtos exportados pelo agronegócio, muito em virtude da demanda mundial por açúcar e pelo aumento da demanda por Etanol em detrimento dos combustíveis fósseis, impulsionados pela alta de preços no mercado mundial. O referido cultivo se destaca pela sua rentabilidade e pela variedade de subprodutos gerados, tais como: açúcar, álcool combustível e industrial, aguardente, além da utilização do bagaço para a geração de energia (ARRUDA PINTO, 2002).

A cana-de-açúcar é cultivada em mais de setenta países, dentre os quais se destacam: Brasil, Índia e China (FONTANETTI; BUENO, 2017). Ressalta-se ainda que o Brasil é o principal produtor de cana-de-açúcar, sendo responsável por 61,8% das exportações mundiais (MAPA, 2019; FONTANETTI; BUENO, 2017).

No Brasil, a cana foi introduzida pelos portugueses no século XVI a partir do processo de colonização, que contribuiu para a ocupação do território, evitando, dessa forma, invasões estrangeiras. No século XX, o cultivo da cana-de-açúcar foi retomado em virtude da crise gerada pela alta do preço do petróleo e a efetivação do Programa Nacional do Álcool (Proálcool) e, posteriormente, com a implantação dos carros modelo *flexfuel* no país.

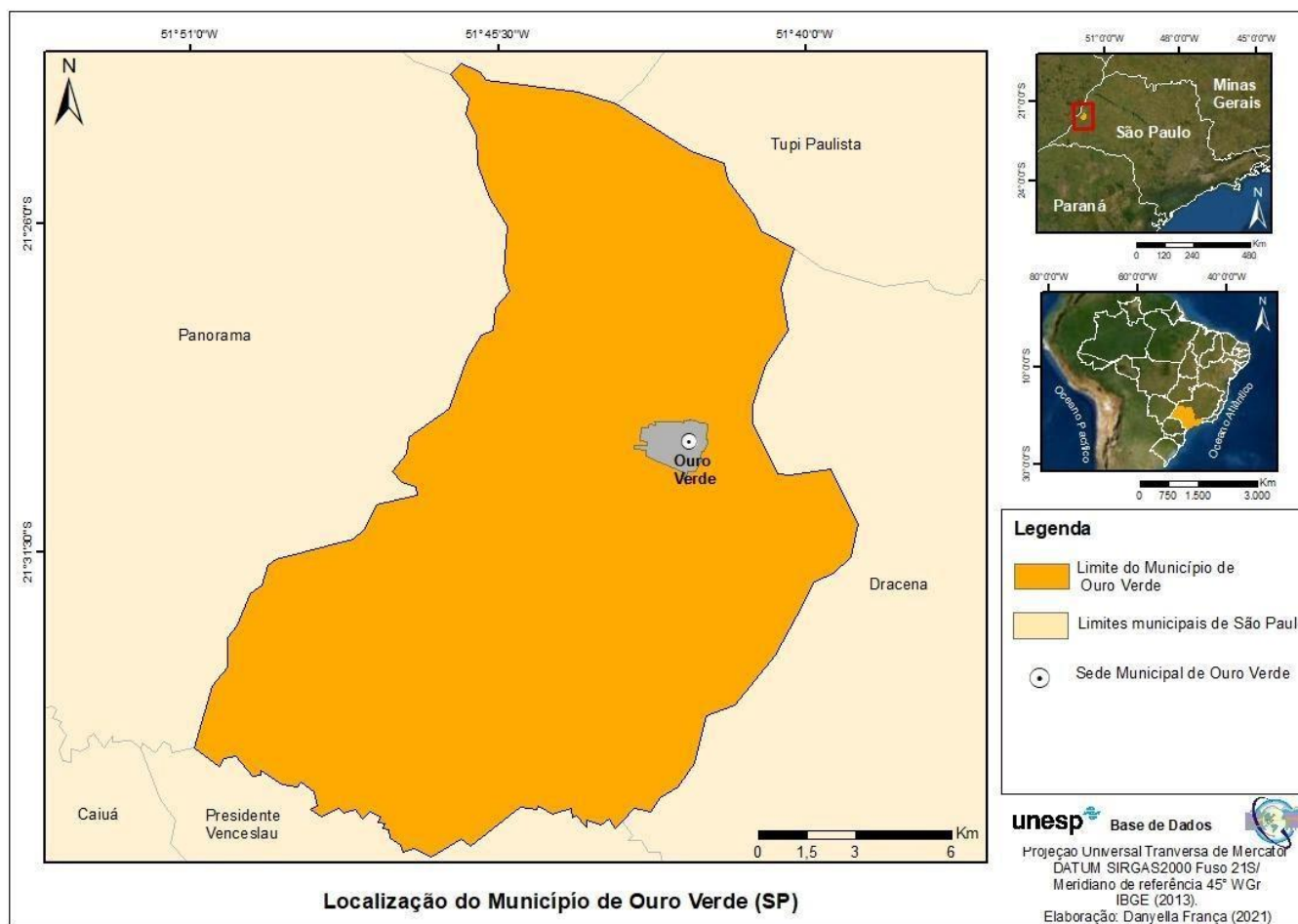
De acordo com dados da Pesquisa de Produção Agrícola Municipal para o ano de 2017, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), a cana-de-açúcar representou 17% da produção agrícola nacional, com um rendimento de 54 bilhões de reais, ficando atrás somente da produção de soja. Durante a safra 2017/2018, o país produziu 620 milhões de toneladas. Do total produzido, cerca de 29 milhões de toneladas foram destinadas à produção de açúcar e 33 milhões de metros cúbicos à produção de Etanol (MAPA, 2019). O país é o principal exportador de açúcar e o segundo maior produtor de Etanol do mundo.

O estado de São Paulo concentra a maior área de cultivo do país, com um total de 4,7 milhões de hectares (53% da área), seguidos dos estados de Goiás e Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Paraná (CONAB, 2018).

O setor sucroalcooleiro, em território nacional, engloba 3,2% dos empregos formais do agronegócio (CEPEA, 2018). No Brasil, existem 410 usinas de açúcar e etanol, sendo que os estados que possuem o maior número de usinas são São Paulo (170 usinas), Minas Gerais (42 usinas) e Goiás (38 usinas).

No estado de São Paulo, a produção de cana-de-açúcar é realizada, majoritariamente, na porção oeste do estado, com destaque para as regiões de Barretos, Orlandia e Ribeirão Preto. A partir do ano 2000, em virtude da expansão da cultura canavieira pelo interior do estado, foi introduzida no município de Ouro Verde (Figura 01), impulsionada pelo baixo custo da mão de obra assim como o preço baixo das terras (SEGATTI, 2009; LELIS; AVELINO JUNIOR, 2015). Cabe ressaltar que dentro dos limites municipais de Ouro Verde não há usinas de processamento de cana-de-açúcar, no entanto, a região de governo de Dracena apresenta 06 unidades dessas usinas, o que favorece o arrendamento de grandes parcelas de terras agricultáveis dos municípios circundantes. Essa é a condição de Ouro Verde dentro desse cenário da agroindústria canavieira.

Figura 01: Localização do município de Ouro Verde-SP



Organizado por Abonízio (2021).

É importante ressaltar que muito embora a ampliação da área de cultivo da cana, de um lado, tem gerado grandes receitas para o agronegócio brasileiro, trazendo impactos positivos na economia de muitos municípios paulistas; por outro lado, destacam-se questões que merecem ser levantadas e debatidas como, por exemplo, o processo de concentração fundiária, que revela uma faceta da desigualdade no campo verificada no último censo agropecuário realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), em que 81% dos estabelecimentos agropecuários do país possuíam uma área de até 50 hectares, enquanto 0,3% dos estabelecimentos possuíam uma área superior a 2.500 hectares; ocupando, portanto, 32,8% das áreas destinadas aos estabelecimentos agropecuários do país (IBGE, 2020).

Outra questão importante a ser abordada diz respeito ao fato de que a ampliação do cultivo da cana-de-açúcar pode acarretar a diminuição de postos de trabalhos no campo, dando lugar à mecanização e ao trabalho especializado. No ano de 2015, o setor era responsável por gerar 70.110 postos de trabalho; porém, no ano seguinte, apresentou uma queda de 6%, com um total de 65.897 postos de trabalho (IEA, 2016).

Tais questões merecem ser levantadas e debatidas para que o discurso utilizado por diversos municípios não seja focado apenas na esfera econômica e na geração de receitas, em detrimento dos impactos ambientais que são gerados e em muitos casos trazem grandes prejuízos, além de socializados com toda a população. Dentro desse contexto, o presente trabalho tem por finalidade analisar as alterações no uso e ocupação da terra relacionado à cadeia produtiva da cana-de-açúcar no município de Ouro Verde/SP, inserido na microrregião de Dracena, no interior de São Paulo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é identificar as alterações do uso e ocupação da terra do município de Ouro Verde/SP em virtude da expansão do cultivo da cana-de-açúcar neste município.

2.2 Objetivos específicos

- Descrever a cadeia produtiva da cana-de-açúcar e seus possíveis impactos referentes à contaminação do solo e água;
- Realizar um levantamento quantitativo sobre a produção da cana-de-açúcar no município;
- Fazer um levantamento sobre a expansão da cultura canavieira no município de Ouro Verde entre os anos de 2004, 2010, 2015 e 2018.
- Realizar uma análise das dimensões das propriedades rurais, bem como das culturas produzidas no município.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para realizar a pesquisa em questão foi realizado levantamento de dados qualitativos e quantitativos acerca da produção canavieira no Brasil, no estado de São Paulo, em especial, no município de Ouro Verde.

Primeiramente foi realizada uma revisão de literatura sobre o cultivo da cana-de-açúcar no Brasil, englobando os diversos períodos e a espacialização da produção, bem como a expansão dessa *commoditie* na cultura agrícola do estado de São Paulo, promovidos pelo programa Proálcool e pela adoção dos automóveis modelos *flexfuel*. Destaca-se ainda que foi realizado um estudo quantitativo a respeito da produção canavieira no país e no estado de São Paulo, a partir de dados coletados sobre área plantada, com base no levantamento de dados do censo agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e no Levantamento das Unidades de Produção Agropecuária – LUPA- da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Os dados obtidos sobre a produção canavieira foram sistematizados e transformados em tabelas e gráficos.

Além disso, foi realizado um levantamento com base na literatura e legislação ambiental a respeito dos impactos decorrentes da produção canavieira no solo e água.

No capítulo sobre a caracterização do município de Ouro Verde, foi realizado um levantamento dos dados gerais do município, com base em pesquisa realizada no site do portal IBGE cidades, Fundação SEADE e prefeitura municipal. Para realizar a caracterização física do município foi realizado mapeamento dos aspectos físicos sobre o relevo, solo, clima e hidrografia. Nesta etapa, foi desenvolvida pesquisa com base em arquivos shapefiles. A partir disso, desenvolveu-se mapeamento dos componentes físicos com base na utilização do *software ArcGis® for Desktop Advanced*, versão 10.2 (Licença - EFL999703439)

Uma etapa importante desta pesquisa foi o trabalho de campo realizado, no dia 23 de dezembro de 2020, juntamente com o professor orientador da pesquisa, aproveitamos ainda para analisar a paisagem rural do município de Ouro Verde. Para o campo, foram levados mapas de geomorfologia e geologia da região e um aparelho celular dotado de aplicativo GPS (*Global Positioning System*) e câmera fotográfica. O trajeto foi pré-estabelecido. Privilegiou-se a passagem, nas estradas rurais com acesso para pequenas e médias propriedades do município. A finalidade da visita ao campo era observar as culturas agrícolas predominantes e associá-las ao contexto da paisagem.

Essa etapa foi essencial para dar continuidade ao mapeamento dos usos e cobertura da terra, procedimento descrito abaixo; pois pudemos confirmar no campo o comportamento e localização das culturas antes da finalização dos mapas.

Por fim, foi realizado mapeamento com base na utilização de imagens de satélites e no recorte temporal com base nos períodos de 2004, 2010, 2015 e 2018.

A sistematização da cartografia temática e processamento das informações procedeu-se no *software* ArcGis®, tendo como base o Manual Técnico de Uso e Cobertura da Terra publicado em 2013.

Posto isso, a sistematização resultou na composição do banco de dados geográficos através da aquisição das informações e do tratamento dos dados. Na etapa de aquisição, utilizaram-se imagens do sensor *OLI/TIRS* LANDSAT- 5 para os anos de 2004 e 2010 e *OLI/TIRS* LANDSAT- 8 para os anos de 2015 e 2018. As primeiras imagens foram adquiridas através do Catálogo de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE e as duas últimas pelo site do Serviço Geológico dos Estados Unidos – USGS – Earth Explorer.

Uma vez adquiridas, as cenas passaram pelas fases de reprojeção e composição colorida. Após a fase de pré-processamento das informações iniciaram-se os procedimentos para a classificação supervisionada, a qual está relacionada a chaves de identificação. Essa classificação foi realizada pelo modelo MaxVer - Máxima Verossimilhança, o qual define a maior probabilidade de semelhança entre os pixels, sendo necessária, no processo de aplicação do mesmo, a coleta de amostras em que os pixels que apresentam uma relação correspondente juntam-se formando uma única classe.

A classificação supervisionada na área de estudo consistiu na coleta de amostras para vegetação, solo exposto, corpos hídricos e área urbana. A partir dessas chaves de identificação criou-se uma assinatura no ArcMap, principal componente do ArcGis® e através da ferramenta *Classification – MaximumLikelihoodClassification* gerou-se a carta imagem, a qual passou por adequações conforme a realidade apresentada em cada imagem.

4. O CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL

Historicamente, o cultivo da cana-de-açúcar, no Brasil, teve início a partir da colonização portuguesa em virtude da ocupação do território com o objetivo de conter as invasões estrangeiras, atreladas à expansão da agricultura comercial visando atender ao mercado europeu.

Segundo Furtado (2005), os venezianos, inicialmente, possuíam o monopólio sobre o comércio de açúcar no continente europeu. Portugal, aliado aos interesses dos flamengos da região da Antuérpia e Amsterdã, conseguiu apoio financeiro para realizar a produção e comercialização do açúcar realizadas, inicialmente, na região de Flandres.

A contribuição dos flamengos - particularmente dos holandeses – para a grande expansão do mercado do açúcar, na segunda metade do século XVI, constitui um fator fundamental do êxito da colonização do Brasil. Especializados no comércio intra-europeu, grande parte do qual financiavam, os holandeses eram nessa época o único povo que dispunha de suficiente organização comercial para criar um mercado de grandes dimensões para um produto praticamente novo, como era o açúcar (FURTADO, 2005, p.33).

Uma vez que foi demonstrada sua viabilidade econômica, os holandeses se constituíram um grande aliado na implantação da indústria açucareira, no Brasil, com vultosos investimentos na produção, tornando-se responsáveis pelo transporte e refino do açúcar, além da capitalização da mão de obra escrava.

As primeiras mudas de cana introduzidas no país foram trazidas por Martim Afonso de Souza, nas décadas de 1530 e 1540 (SCHWARTZ, 1988). A espécie trazida fora a *S. officinarum*, que se adaptou bem aos solos brasileiros, sendo cultivada intensamente em várias regiões, com destaque para o recôncavo baiano e Pernambuco (NOCELLI et al., 2017).

É importante ressaltar que o cultivo foi realizado em virtude da experiência trazida pelos colonos portugueses, italianos e flamengos que a essa altura já possuíam experiência do cultivo na Ilha da Madeira.

O modo de repartição das terras adotado pelos portugueses fora a de distribuir quinze grandes porções de terras aos donatários, chamadas de Capitanias Hereditárias. Essas porções de terra, cedidas pela Coroa Portuguesa, aos donatários a quem caberia realizar a ocupação do território e viabilizar o cultivo da cana-de-açúcar com próprios recursos.

Plantou-se cana-de-açúcar, na verdade, em todas as capitanias, de São Vicente, no sul até Pernambuco, no norte. As mudas foram trazidas da Madeira ou de São Tomé, embora aparentemente alguns donatários tenham-nas obtido em capitanias vizinhas. Construíram-se engenhos em Porto Seguro, Ilhéus e na Bahia. Na Paraíba do Sul, o donatário Pero de Góes, que já havia construído engenhos em São Vicente, ergueu duas pequenas moendas de tração animal e, por fim, instalou um engenho movido a água, utilizando-se de capital português. Vasco Fernandes Coutinho, donatário do Espírito Santo, foi um dos mais ativos e em 1545 sua capitania já possuía sete moendas e outras três em construção (SCHWARTZ, 1988, p.31).

Contudo, a referida autora aponta que a produção açucareira no Brasil, durante o período colonial, apresentou grandes obstáculos que impediram o seu pleno desenvolvimento. Dentre os obstáculos, podemos destacar o conflito com povos nativos e a falta de experiência de alguns donatários. Por isso, coube aos donatários Martim Afonso de Souza e Duarte Coelho das capitanias de São Vicente e Pernambuco o êxito do empreendimento da atividade canavieira no Brasil quinhentista. O primeiro obteve sucesso em virtude do estabelecimento de uma relação entendida como “pacífica” com os indígenas, conseguindo implantar diversos engenhos nos arredores de Santos. Desses engenhos construídos, o mais famoso foi, sem dúvida, o engenho do Governador construído, em parceria, com sócios portugueses e estrangeiros e, posteriormente, adquirido pelo alemão Erasmo Schetz (SCHWARTZ, 1988).

Duarte Coelho, por sua vez, obteve mais êxito que Martim Afonso em sua capitânia. Ao obter uma relação pacífica com os índios, conseguiu empreender a atividade canavieira sem grandes conflitos. O primeiro engenho erguido na capitania se chamava Nossa Senhora da Ajuda. Em 1550, já haviam instalado cinco engenhos em suas terras e, em 1580, a capitania já contava com 66 engenhos se tornando a principal área exportadora de açúcar da colônia.

Destarte, a partir de 1580 um quadro político afetou incisivamente a produção de cana-de-açúcar no Brasil. Em virtude da união das Coroas Portuguesa e Espanhola, a Holanda, que era uma grande rival da Coroa Espanhola, optou em acabar com o sistema de cooperação que havia implantado com os portugueses, voltando seus investimentos para a região das Antilhas.

Durante sua permanência no Brasil, os holandeses adquiriram o conhecimento de todos os aspectos técnicos e organizacionais da indústria açucareira. Esses conhecimentos vão constituir a base para a implantação e desenvolvimento de uma indústria concorrente, de grande escala, na região do Caribe. A partir desse momento, estaria perdido o monopólio, que nos três quartos de século anteriores se

assentara na identidade de interesse entre os produtores portugueses e os grupos financeiros holandeses que controlavam o comércio europeu. No terceiro quartel do século XVI os preços do açúcar estarão reduzidos à metade e persistirão nesse nível relativamente baixo durante todo o século seguinte (FURTADO, 2005 p. 44).

O cultivo da cana-de-açúcar conseguiu perdurar durante o século XVI e XVII. Todavia, no século XVIII a mineração passou a ser a atividade econômica predominante, mudando o foco da ocupação territorial no Brasil, tornando-se o motor econômico desse século.

Nesse período, a Inglaterra e a França já haviam dominado as técnicas de cultivo da cana-de-açúcar, introduzindo-a em suas colônias. A Inglaterra conseguiu se destacar em virtude do domínio do comércio naval. Já a França impulsionou seu cultivo no Haiti, tornando-se uma das maiores produtoras de cana da época.

Ao término do século XVIII, com a decadência da mineração, a atividade agrícola volta à cena, por meio do cultivo do algodão no Nordeste e o cultivo da cana-de-açúcar, na província de São Paulo.

A partir da metade do século XVIII, a produção canavieira teve grande expressão no estado de São Paulo, principalmente na região conhecida atualmente como o quadrilátero do açúcar, que corresponde aos municípios de Campinas, Itu, Capivari e Piracicaba. A ocupação das terras paulistas foi estimulada na época do Brasil colônia, juntamente com o incentivo direto à lavoura de cana-de-açúcar. As sesmarias, concedidas pela Coroa portuguesa, eram ocupadas e a floresta primária era queimada e derrubada, pois recobria os solos mais férteis. A Mata Atlântica foi uma das fitofisnomias que mais sofreu com o desmatamento do século XVIII ao início do século XIX. Estima-se que cerca de 7.500 km² foram desmatados para dar espaço a expansão da cultura de cana-de-açúcar, a maior parte deles no estado de São Paulo (AZEVEDO, 2013, p.9).

Contudo, a partir da introdução da cultura do café no estado de São Paulo, iniciada no Vale do Paraíba e depois expandida para o oeste paulista, as áreas de cultivo de cana-de-açúcar foram cedendo espaço para essa nova atividade agrícola. Desse modo, o cultivo da cana-de-açúcar ficou renegado somente à produção de aguardente em áreas restritas do estado, visando o consumo local (AZEVEDO, 2013).

No início do século XX, o modelo primário exportador brasileiro entra em declínio em virtude da crise da bolsa de Nova York, afetando drasticamente as exportações de café. A partir desse momento, o governo brasileiro adota uma política voltada para atender às necessidades do mercado interno e, dessa forma, estabelece as

bases para a retomada do processo de industrialização, assim como estabelece um modelo urbano-industrial voltado, sobretudo, a promover a substituição de importações.

4.1 O cultivo da cana-de-açúcar no estado de São Paulo

O cultivo da cana-de-açúcar passou a ganhar notoriedade no estado de São Paulo após a queda da produção cafeeira. Além disso, destaca-se a criação do Instituto do Açúcar e Alcool (IAA), com o intuito de regular a produção de açúcar, por meio de política de preços e cotas de produção de açúcar e álcool. A implantação da política de cotas favoreceu a produção paulista, que passou a contar com 49 usinas instaladas no estado (BRAY et. al., 2000), impulsionando a produção na região de Araraquara, Jaú e também no Vale do rio Paranapanema.

A partir dos anos de 1950, o estado se consolida como o principal produtor do país, motivado, sobretudo, pela expansão das usinas de açúcar e álcool visando atender ao mercado interno e ao aumento das exportações provocado pelo rompimento das relações comerciais entre o governo norte americano e o governo cubano.

A partir de meados da década de 1960, tem-se início um processo que tomou grandes proporções e moldou o modo de produção no campo, sendo denominado de Revolução Verde. Adotando a bandeira de elevar a produção de alimentos, atreladas à pesquisa genética, uso de fertilizantes, agrotóxicos e a utilização em massa de maquinários, esse processo chegou ao Brasil e teve grande aceitação por parte dos latifundiários brasileiros.

Esse processo de transformação no campo foi caracterizado pela elevada concentração fundiária e permitiu a junção do setor agrícola e industrial, formando grandes Complexos Agroindustriais (CAIs). Dessa forma, de um lado, o setor industrial fornecia insumos e maquinários para o setor agrícola; de outro, produziam produtos derivados da agricultura, tudo embasado a partir de uma política pública de crédito, com a implementação do Sistema Nacional de Crédito Rural.

Antes as fazendas produziam quase tudo que era necessário à atividade produtiva: os adubos, os animais e até mesmo alguns instrumentos de trabalho, bem como a própria alimentação dos seus trabalhadores. Agora não: os adubos são produzidos pela indústria de adubos, parte dos animais de trabalho foram substituídos pelas máquinas produzidas pela indústria de máquinas e equipamentos agrícolas, e os alimentos dos trabalhadores são comprados nas cidades. Isso significa que a própria agricultura se especializou, cedendo atividades para novos ramos não agrícolas que foram sendo

criados. Em outras palavras, a própria agricultura se industrializou, seja como compradora de produtos industriais, seja como produtora de matérias – primas para as atividades industriais (SILVA, 1981, p.62 apud BARRETO, 2007, p.33).

Dessa maneira, o processo de modernização da agricultura acabou resultando em uma relação de subordinação da agricultura em relação à indústria. Além disso, esse processo ficou restrito a um pequeno grupo de produtores rurais que dispunham de capitais e áreas, bem como, produção em grande escala, algo que, de certa forma, restringia a participação dos pequenos produtores. Destarte, além dos privilégios restritos aos grandes fazendeiros, alguns produtos agrícolas também foram beneficiados durante essa etapa, como: a soja, o milho e a cana de açúcar, recebendo maior aporte técnico e financeiro (BARRETO, 2007; PISSINATO, 2014).

Muito embora a adoção de novas técnicas de produção, com o uso de maquinários e insumos, o modelo extensivo de produção não foi abandonado, resultando na expansão das fronteiras agrícolas e na manutenção do binômio latifúndio-monocultura.

Contudo, a partir da década de 1970, em virtude da crise decorrente dos dois choques do Petróleo e a ameaça de desabastecimento, ocorre uma busca por fontes alternativas de combustíveis. Para tanto, foram realizados diversos encontros e palestras para debater alternativas ao petróleo do Oriente Médio e, dentro desse contexto, o documento denominado como “Fotossíntese como fonte de energia” que foi enviado ao Conselho Nacional de Petróleo no ano de 1974, resultou no surgimento do Programa Nacional de Álcool (Proálcool).

4.2 O Proálcool e as bases da formação de um setor sucroalcooleiro

Desde o século XX já havia informações a respeito da utilização do álcool como alternativa aos combustíveis fósseis (ALCARDE, 2008). Contudo, em virtude dos preços acessíveis dos derivados do petróleo, importado dos países árabes, não havia grande demanda pela utilização do álcool como combustível. Esse cenário mudou drasticamente a partir de outubro de 1973, em decorrência dos conflitos ocorridos no Oriente Médio que resultam no aumento do preço do barril do petróleo exportado, gerando um risco de desabastecimento que culminou em uma crise mundial conhecida como primeiro choque do petróleo (MICHELLON et. al., 2008).

É importante ressaltar que, nesse período, o Brasil importava 80% do petróleo para atender às suas necessidades. Essa crise internacional agravou as despesas do país devido à necessidade da importação desta *commodity*, aumentando os gastos de US\$ 600 milhões no ano de 1973 para US\$ 2,5 bilhões em 1974, provocando um grande déficit na balança comercial brasileira (ALCARDE, 2008).

Diante desse cenário de crise, era imprescindível pensar em alguma alternativa para a utilização dos combustíveis fósseis e reduzir os impactos na economia brasileira. Alcarde (2008) destaca que, nesse período, foi realizada uma série de debates sobre a crise do Petróleo, que tiveram como resultado o documento intitulado “Fotossíntese como fonte de energia” que foi entregue ao Conselho Nacional de Petróleo no ano de 1974, sendo esse documento o embrião do Programa Nacional do Álcool (Proálcool). “O estudo combinava as preferências do Instituto do Açúcar e do Álcool pela produção do álcool direto em destilarias autônomas e da Copersucar pelo aproveitamento da capacidade ociosa das destilarias anexas às usinas açucareiras” (ALCARDE, 2008, p.27).

Ohashi (2008) destaca que a efetivação do Proálcool foi realizada em virtude da pressão do setor canavieiro, que havia aumentado suas plantas produtivas no período de 1971 a 1972 voltadas para a venda do açúcar no mercado internacional. Dessa maneira, o debate em torno da viabilidade desse novo programa estava pautado em dois elementos: a crise do preço do açúcar e a crise do preço internacional do petróleo.

O programa lançado, de modo oficial, em 1975, era responsável pela produção de álcool anidro para ser adicionado à gasolina. O programa contou com forte apoio estatal, com a promoção de subsídios e financiamentos públicos. O governo, por meio da Petróleo Brasileiro S/A (Petrobrás), comprometia-se a realizar a compra, o transporte, o armazenamento e a distribuição, efetivando controle do preço do produto vendido. Nesse período, a produção brasileira de álcool saltou de 600 milhões de litros por ano entre o biênio de 1975-76 para 3,4 bilhões de litros por ano no biênio de 1979-1980.

Em 1979 ocorre novo choque do petróleo em virtude de um conflito entre Irã e Iraque, dois dos grandes exportadores mundiais de petróleo, resultando em um novo aumento nos preços dos barris exportados, dando origem ao segundo choque do petróleo e à segunda fase do Proálcool no Brasil.

Com o segundo choque do petróleo em 1979, o programa foi ampliado, visando nessa fase a produção de álcool como combustível substituto à gasolina, sendo aqui priorizada a produção de álcool hidratado, produzido em destilarias autônomas e anexas as usinas. O governo passa então, a estimular o consumo de álcool dando isenções fiscais para a aquisição dos veículos movidos exclusivamente a álcool e, também, convertendo sua frota de veículos a esse combustível, entre outros (MICHELLON, 2008, p.2).

Dentro desse contexto, a produção de álcool já atingia 12,3 bilhões de litros entre 1986-1987. Iniciou-se a produção de carros movidos a álcool em 1978. Na década de 1980, a produção de automóveis movidos a álcool era de 26,8%, saltando para 76,1% em 1986 (ALCARDE, 2008).

A partir da segunda metade da década de 1980 até meados do fim da década de 1990, o programa entra em declínio em virtude da queda da normalização dos preços do petróleo, período denominado de contra-choque do petróleo, resultando na volta de carros movidos a gasolina e também na diminuição dos investimentos estatais na produção de combustíveis renováveis. Os produtores rurais, diante desse quadro, voltam a atenção à produção de açúcar, tendo como fator apreciativo o aumento dessa *commodity* no mercado internacional.

Diante da instabilidade econômica decorrente dos acontecimentos ocorridos na década anterior; na década de 1990, foram criadas entidades para debater as questões do setor sucroalcooleiro. Dentre as entidades criadas, destacam-se a Brasil Álcool (BA) e a Bolsa Brasileira de Álcool (BBA), que tinham por objetivo obter os melhores preços no mercado, além de reduzir os excedentes produzidos. Além dessas entidades, destacam-se também a criação da União da Agroindústria Canavieira de São Paulo (ÚNICA) e a Associação Paulista da Agroindústria Sucroalcooleira (SUCROÁLCOOL), entidades representativas dos empresários do setor sucroalcooleiro do país, cuja principal bandeira foi a desregulamentação do setor, a liberação dos preços e a livre concorrência visando retomar o crescimento do setor novamente.

4.3 O advento do carro *flexfuel* e a retomada do setor sucroalcooleiro

A década de 1990 marcou uma nova queda na produção de álcool no Brasil. Tal fato se deu devido a dois fatores ligados ao preço dos combustíveis fósseis. O primeiro refere-se à queda no preço do petróleo no mercado mundial fazendo com que a gasolina voltasse a ser um combustível economicamente viável. O segundo refere-se ao aumento da própria produção de petróleo aumentando a oferta de combustível. Somam-

se a esses fatos dois outros fatores: a tendência à padronização da produção automobilística optando por motores a gasolina e também a abertura econômica e a importação de veículos (ALCARDE, 2008). Diante desse quadro de incertezas, o setor sucroalcooleiro volta-se à produção de açúcar apoiados no aumento do preço do mercado internacional.

Contudo, na segunda metade da década de 1990 dois novos acontecimentos vão impulsionar o setor sucroalcooleiro e a produção de álcool no Brasil. O primeiro refere-se ao novo aumento do preço do petróleo no mercado mundial, impulsionando novamente o debate acerca da dependência desse tipo de combustível. Já o segundo está atrelado à questão ambiental, cujo debate acerca da diminuição da emissão de gases do efeito estufa já estava em voga a mais de uma década e foi ratificado por meio da assinatura do Protocolo de Kyoto.

Os fatos mencionados acima desencadearam uma busca por soluções estratégicas voltadas à utilização de fontes alternativas de energia, como também de combustíveis. Dentro desse contexto, tem-se início no Brasil a adoção da tecnologia *flexfuel*. Essa tecnologia, desenvolvida em meados da década de 1980, nos Estados Unidos, a partir da mistura entre metanol e gasolina foi aprimorada durante a década seguinte e introduzida no ano de 2003 com a produção do primeiro veículo *flexfuel*, o Volkswagen Gol 1.6 Totalflex (CORREIA, 2007).

Entre os anos de 2003 e 2006, os veículos movidos a biocombustíveis corresponderam a 80 % das vendas, sendo que em 2008 esse valor já correspondia a 90% dos veículos leves vendidos, valor correspondente a 25% da frota nacional (RODRIGUES; RODRIGUES, 2008; AGUIARI et al., 2009).

Muito embora os anseios do setor sucroalcooleiro tenham sido levados em consideração, além do forte apelo pela utilização de um combustível renovável; havia, nesse momento, a necessidade de se pensar em questões de como aumentar a produção com a expansão da lavoura de cana-de-açúcar, o aumento de destilarias visando à produção de álcool, assim como a questão da logística e transporte.

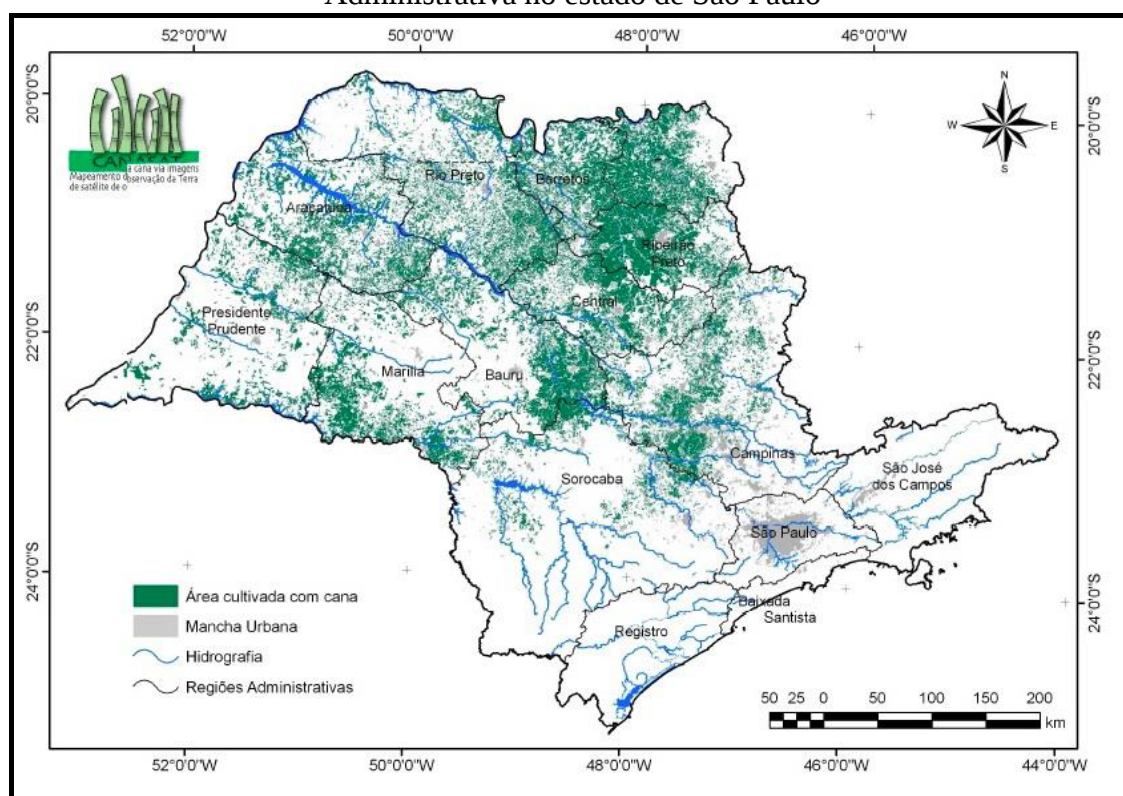
De fato, o setor sucroalcooleiro experimentou períodos de bonança a partir dos anos 2000. Tal fato é observado com a expansão das lavouras de cana-de-açúcar pelo oeste de São Paulo, Triângulo Mineiro, partes da região centro-oeste e nordeste (CORREIA, 2007).

O novo impulso do setor sucroalcooleiro na região oeste do estado de São Paulo também ocorreu em virtude de fatores ambientais, dentre os quais destacam-se os

solos (Latosolos e Argissolos) e o relevo suave ondulado, que não apresentavam limitações para o cultivo.

No referido estado, a expansão do cultivo da cana-de-açúcar (Figura02) se deu, sobretudo, nas regiões administrativas de Araçatuba (40%), Presidente Prudente (33,8%) e São José do Rio Preto (30%) (AGUIARI, 2009). Esse movimento de expansão englobou a região de Dracena e os municípios que integram a sua região de governo.

Figura 02: Distribuição das áreas de cultivo de cana-de-açúcar por Região Administrativa no estado de São Paulo



Fonte: AGUIARI (2009).

Nesse período, a região de governo de Dracena apresentou expansão de usinas do setor sucroalcooleiro, contando com cinco usinas de cana-de-açúcar, a saber: Usina Alta Paulista e Usina Rio Vermelho Álcool e Açúcar Ltda, em Junqueirópolis; Usina Dracena Álcool e Açúcar Ltda em Dracena; Destilaria Caiuá S/A, em Santa Mercedes e Usina Caeté S/A, no município de Paulicéia.

Além do aumento do número de usinas, a região de governo de Dracena experimentou grande expansão nas lavouras de cana-de-açúcar. Tal fato é evidenciado no município de Ouro Verde; que, a partir de 2005, já possuía 2.205 hectares cultivados dessa monocultura (LELIS; AVELINO JUNIOR, 2015).

Nas safras referentes aos anos 2003/04, a área plantada de cana-de-açúcar em Ouro Verde cresceu aproximadamente 600 vezes em relação à safra 2013/14, resultando em profundas mudanças nos modos de produção, nos postos de trabalho, nas características das propriedades rurais, bem como dos proprietários de terra. A pauta agrícola do município passa a apresentar, após o ano de 2005, significativas mudanças que alteram também o uso e a ocupação das terras rurais em Ouro Verde. Os dados de área plantada com a cultura de cana-de-açúcar dos municípios de Ouro Verde, Dracena e Presidente Prudente estão dispostos na Tabela 01.

Tabela 01: Área plantada de cana-de-açúcar nos municípios de Ouro Verde, Dracena e Presidente Prudente (2003/04-2013/14)

Municípios	Total cultivado (ha)			
	2003/04	2006/07	2009/10	2013/14
Ouro Verde	17	4.109	8.043	10.191
Dracena	678	3.534	10.610	13.436
Presidente Prudente	7.731	8.117	8.473	8.132
SP	3.002.676	3.661.155	5.222.488	5.768.172

Fonte: Monitoramento de cana-de-açúcar (CANASAT/INPE, 2020).

Os dados comparados entre os municípios que nomeiam as regiões de governo e administrativa ajudam a elucidar que as mudanças no uso e ocupação das terras agrícolas ocorrem, a partir desse período, em parte significativa do estado, não sendo apenas uma ilha isolada, mas um processo contínuo resultado das políticas de incentivo a essa produção.

4.4 O setor sucroenergético e a questão ambiental

4.4.1 A produção de cana-de-açúcar e os impactos ambientais

É notório destacar que qualquer atividade agrícola, em face de sua produção, está relacionada à utilização dos recursos naturais em maior ou em menor grau de interferência. Contudo, o uso intenso do solo e da água para irrigação, a utilização de maquinários agrícolas, o uso de fertilizantes, podem acarretar impactos ambientais danosos ao meio ambiente, podendo ser reversíveis ou não.

De acordo com a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n. 01/86, publicada em 23/01/86, no artigo n. 1, define o impacto ambiental da seguinte maneira:

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente (...) resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afete: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições sanitárias e estéticas do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais.

Dentro desse contexto, o cultivo da cana-de-açúcar no Brasil sempre denotou preocupações relacionadas aos aspectos ambientais e sociais, seja no processo de cultivo ou no beneficiamento. De acordo com Rosseto (2004), a monocultura introduzida no país, desde o século XVI, trouxe consigo grandes transformações na paisagem rural, além disso, destacam-se a concentração das terras e a introdução do trabalho escravo; dando, portanto, à cultura uma imagem muito negativa.

A falta de consciência ambiental dos produtores contribuiu para a rápida degradação ambiental de nossos biomas, além de ocasionar impactos no solo, no ar e na água.

Rosseto (2004) aponta que, de acordo com levantamentos realizados na década de 1970 pela Companhia Ambiental de Saneamento do Estado de São Paulo (CETESB), o setor sucroalcooleiro representava a principal fonte de degradação ambiental no que diz respeito aos aspectos quantitativos e qualitativos, haja vista que os resíduos líquidos eram descartados diretamente nos cursos d'água, sem nenhum tipo de tratamento. Além disso, destacam-se a geração de resíduos sólidos, a emissão de gases e as práticas agrícolas inadequadas e extremamente prejudiciais ao solo e ao meio ambiente.

De acordo com Andrade e Diniz (2007), os principais problemas relacionados ao cultivo da cana-de-açúcar são:

- Redução da biodiversidade provocada pelo desmatamento e pela introdução e/ou expansão da monocultura;
- O uso excessivo de corretivos agrícolas, adubos químicos, herbicidas e fertilizantes, ocasionando a contaminação das águas superficiais e subterrâneas;
- Compactação do solo ocasionado pelo uso de máquinas durante o plantio, manejo da cultura e colheita;
- Assoreamento de cursos hídricos devido ao transporte e à deposição de sedimentos gerados a partir de processos erosivos;
- Emissão de fuligem ao ar livre devido à queima da palha da cana, após o processo de colheita;

- Impactos sobre a fauna e flora em decorrência de incêndios, sem que houvesse o devido controle da área;
- Consumo e queima de óleo diesel durante o plantio, colheita e transporte;
- Concentração fundiária, concentração de crédito e renda, sazonalidade de empregos e condições de trabalho precárias, análogas à escravidão.

Com relação aos solos, destaca-se que a erosão é a principal causa da degradação ambiental relacionada a esse recurso natural. Muito embora, o cultivo da cana-de-açúcar seja reconhecido com poucas perdas de solo, na ordem de 12,5 t/ha.ano, inferior a outros cultivos como a soja, o algodão e mamona (BERTONI et. al.,1972), as áreas cultivadas estão sujeitas aos processos erosivos, dependendo do tipo de solo, época do plantio, tipo de manejo e preparação do solo. Destaca-se ainda que, devido ao uso intenso de soda cáustica no processo industrial e sua posterior liberação nos solos, verifica-se, em alguns casos, a presença significativa de sódio no solo. A concentração desse elemento químico pode acarretar na salinização dos solos, além de ter potencial erosivo em solos arenosos.

A deposição da vinhaça nos solos, desde a década de 1970, fez com que diversas usinas construíssem tanques de acumulação denominados “maracanãs”. Esses tanques tinham capacidade de acumular grandes volumes de vinhaça por mais de 10 dias. Tal fato resultava na exalação de odores e mau cheiro, além da proliferação de insetos. A partir disso, o material, em estado de decomposição, era direcionado para as áreas de “inundação” (ANDRADE; DINIZ, 2007), em terrenos alagados, de modo a permitir a sua infiltração, na sem nenhum controle.

Outro problema ambiental que merece destaque refere-se ao processo de queimada da palha da cana que contribui para a poluição do ar, por meio da liberação de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrogênio, óxido de enxofre (SO₂). Esse processo ocorre em muitas áreas onde não há a colheita mecanizada (ROSSETO, 2004).

Muito embora o código florestal de 1934 restringisse o uso das queimadas em áreas de matas nativas e outras formas de vegetação, essa atividade acabou persistindo durante muitos anos. No estado de São Paulo, a lei n. 997/76, em seu artigo n. 26, vedou a prática das queimadas. A aprovação da lei estava relacionada a diversos problemas como: desligamentos de linhas de transmissão e distribuição de energia, perda da visibilidade e acidentes em rodovias, incêndios descontrolados que atingiam a

vegetação nativa e fragmentos florestais, aumentando a temperatura do solo e ocasionando a perda de nutrientes, propagação da fuligem sobre áreas urbanas, causando efeitos indesejáveis e nocivos à saúde, além de incômodos ao bem estar público, possibilidade de mecanização da colheita e pressão da sociedade civil (ANDRADE; DINIZ, 2007).

Já a lei estadual n. 11.241/02, que posteriormente foi regulamentada pelo decreto n. 47.700, proibiu a queima em todos os canaviais mecanizados do estado de São Paulo até o ano de 2021 e, entre o período de 2006 a 2011, 30% da área plantada deveria ser colhida sem a queima da palha. Já para as áreas com declividade superior a 12% e /ou menor que 150 hectares, o término da queima deverá ocorrer apenas em 2031. Na área em questão, a partir de 2011, 10% da colheita deve ser realizada sem a realização da queima da palha.

Um aspecto positivo no que se diz respeito à palhagem da cana refere-se à sua utilização como cobertura e proteção do solo, fornecendo matéria orgânica para o solo a partir da sua decomposição e proteção contra o escoamento superficial e a formação de processos erosivos.

Muito embora a lei n. 11.241/02 tenha como objetivo proibir a prática das queimadas no ano de 2006, segundo estimativas para o estado de São Paulo, houve uma área de 2.000.000 de hectares queimados (ANDRADE; DINIZ, 2007).

Em virtude dos agravantes gerados pela queima da palha da cana-de-açúcar, o governo do estado de São Paulo, no ano de 2007, firmou cooperação com a União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo (ÚNICA) até 2014, nas áreas mecanizáveis e nas áreas não mecanizáveis em 2017.

Outra questão ambiental importante atrelada ao cultivo da cana-de-açúcar está relacionada à proliferação de roedores silvestres originários de fragmentos florestais. Algumas espécies de roedores, como o rato-de-rabo-peludo (*Bolomys lasiurus*), são transmissores do hantavírus, transmitindo o vírus por meio da urina, provocando síndrome respiratória e cardíaca, a pneumocitose (ANDRADE; DINIZ, 2007). Tal fato está associado ao desmatamento de áreas nativas para práticas agrícolas, sem o devido manejo sustentável.

Destarte, é importante ressaltar o processo industrial de processamento da cana e a geração de resíduos, constituindo atividade de elevado impacto ambiental. Na etapa industrial, realizada nas usinas, para o processamento da cana, são utilizadas a água, a energia térmica e a eletromecânica, estas provenientes da própria queima do bagaço da

cana. Na etapa realizada na usina, a água é utilizada de forma intensa, no processo de limpeza da cana após a colheita, lavagem das caldeiras e demais instalações, geração de vapor, no resfriamento de gases, nas colunas barométricas dos cristalizadores, na filtração e na incorporação do produto final.

Rosseto (2004) aponta que, na etapa industrial, são utilizados 13,33 m³ de água por tonelada de cana moída, valor correspondente a 2,6 bilhões de m³ de água para o estado de São Paulo, tendo como referência uma safra de 200 milhões de toneladas.

De acordo com a referida autora, a demanda de água utilizada pelo setor sucroalcooleiro corresponde a 42,6% da demanda utilizada nas indústrias do Estado de São Paulo. No processo de fermentação e produção de açúcar, álcool e proteínas de levedura ainda são utilizados reativos químicos e biológicos como a soda cáustica, cal, ácidos e leveduras. Contudo esse processo resulta na geração de efluentes líquidos. Nas usinas localizadas no estado de São Paulo, é muito comum a incorporação dos efluentes líquidos gerados à vinhaça e, posteriormente, despejá-la no solo (técnica da fertirrigação).

Os principais efluentes líquidos observados na produção de bioetanol e seus sistemas de tratamento são a vinhaça gerada a um valor correspondente entre 10,3 e 11,9 litros para cada litro de álcool. A vinhaça (também chamada de vinhoto, tiborna ou garapão) apresenta altas taxas da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e da Demanda Química de Oxigênio (DQO). A vinhaça produzida no processo de fermentação apresenta elevada temperatura, pH ácido, corrosividade, alto teor de potássio, além da presença de nitrogênio, sulfatos e cloretos.

Andrade e Diniz (2007) destacam que, no passado, era muito comum o despejo de efluentes em corpos d'água com elevada carga orgânica, associados à baixa vazão dos cursos hídricos gerando a poluição dos mesmos. Os referidos autores destacam ainda que, em alguns casos, algumas usinas captam vazões elevadas de água e não operam com 100% de reuso das águas de resfriamento, afetando negativamente a vazão de jusante dos corpos d'água. Além disso, destaca-se o lançamento de grandes vazões d'água com temperaturas por volta de 35°C, resultando na diminuição do teor de oxigênio dissolvido presente no corpo receptor, provocando o processo de eutrofização e comprometendo a vida no ecossistema aquático.

Ademais, destaca-se ainda que, em algumas áreas onde ocorra escassez de água devido a períodos de estiagem, a utilização das águas subterrâneas, seja de aquíferos livres ou confinados, compromete a oferta de água para uso doméstico ou industrial.

Em bacias hidrográficas com menor disponibilidade de água, por exemplo, a cultura de cana-de-açúcar pode ser um competidor expressivo pelos recursos hídricos, inclusive, existem regiões onde a cana necessita de irrigação plena (ANA, 2009).

Desse modo, a gestão ambiental eficaz da água não representa tão somente a necessidade do cumprimento legal da atividade industrial, mas também a demonstração de responsabilidade social do setor produtivo.

Assim, a competitividade comercial tornará mais presente a reavaliação dos processos produtivos e a adoção de práticas de produção mais limpas, que otimizem os usos dos recursos naturais, dentre esses a água (ANA, 2009).

4.4.2 A Legislação ambiental

O Brasil dispõe de uma ampla legislação ambiental, tanto em âmbito federal como nas esferas estaduais e municipais. No que diz respeito ao setor sucroalcooleiro, a legislação ambiental aplicável para a implantação e a operação de usinas de açúcar e etanol no Brasil determina que se cumpram os termos da Resolução Conama n. 237/1997, que regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA).

Para realização do licenciamento ambiental são exigidos, por exemplo, o Estudo de Impacto Ambiental e o respectivo Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente (EIA/Rima). As Usinas devem seguir três fases do licenciamento ambiental, sendo necessária, a obtenção das seguintes licenças:

- Licença Prévia (LP): Concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento. Nessa etapa são aprovadas a localização e a concepção, atestando a viabilidade ambiental, estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de implementação;
- Licença de Instalação (LI): Autoriza a instalação do empreendimento, de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes;
- Licença de Operação (LO): Autoriza a operação mediante o cumprimento das exigências estabelecidas nas licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação que deve ser renovada periodicamente.

No que se diz respeito à produção agrícola, destaca-se a lei n. 4771/1965, que estabelece o Código Florestal, que dispõe sobre as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e sobre a Reserva Legal (RL), entre outras. De acordo com o Código Florestal de 1965, as APPs são definidas como as áreas cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

O Código também define a Reserva Legal como sendo a área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a área de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e à reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas.

No entanto, de modo geral, a expansão das fronteiras agrícolas, nas últimas décadas, ignorou essas disposições. Nos dias atuais, por causa da pressão ambiental, reforçando o aparato industrial nesse campo e da disponibilidade de sistemas de monitoramento com imagens de satélite, tais determinações legais vêm sendo cobradas por entidades governamentais.

De acordo com o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES, 2008), em São Paulo, as APPs correspondem a 8,1% da área cultivada de cana, sendo que 3,4% são matas ciliares regeneradas. Ainda de acordo com a instituição, as novas unidades, especialmente no cerrado, revelam preocupação em atuar de modo ambientalmente correto e buscam, desde o início de suas atividades, respeitar a legislação referente às Áreas de Preservação Permanente e às Reservas Legais, motivadas pela redução dos riscos legais e pelos ganhos de imagem associados a uma atuação ambientalmente responsável (BNDES, 2008).

Todavia, em dezembro de 2011, um “novo” Código Florestal foi aprovado pelo senado brasileiro e foi sancionado pela presidenta da república. De modo geral, essa mudança no Código Florestal objetiva contemplar as chamadas “áreas consolidadas”.

Dentre as mudanças significativas, decorrentes da aprovação do novo código florestal, está a possibilidade de fragmentação da APP e, ao mesmo tempo, de permitir que atividades agrossilvopastoris, ecoturismo e turismo rural (artigo n.61) sejam realizados em áreas consolidadas até o dia 22 de julho de 2008, podendo influir sobre a APP e desobrigar o proprietário a recompor a área desmatada antes de 2008. Além disso, o novo código florestal prevê situações em que é possível manter o cultivo em

áreas de preservação permanente, desde que o produtor tenha realizado o cadastro ambiental rural (PEREIRA, Ademir, PEREIRA Willian, 2018).

4.4.3 Surgimento da certificação socioambiental aplicada ao setor sucroenergético

Nos últimos anos, diversas iniciativas têm sido desenvolvidas para enfrentar os impactos socioambientais associados à produção de biocombustíveis. Essas iniciativas incluem marcos regulatórios, normas e sistemas de certificação voluntários.

Alguns países contam com próprios conjuntos de regulamentos e leis que regem as questões ambientais e sociais, contudo a elaboração de normas internacionalmente reconhecidas pode ser vista como uma prescrição por um país ou uma união de países (por exemplo, pela União Europeia), estabelecendo padrões que uma nação fornecedora deve cumprir para ter acesso a seus mercados.

No caso da União Europeia, foi elaborada a Diretiva Europeia para Energias Renováveis (UE RED 2009/28/EC), lançada em abril de 2009, que tem como objetivo promover o uso de energia oriunda de fontes renováveis. A diretiva apresenta metas para a utilização de fontes renováveis de energia, bem como critérios de sustentabilidade no que se refere à produção dos biocombustíveis utilizados no setor de transporte. Assim, para que um combustível seja considerado proveniente de fonte renovável, ele precisa estar de acordo com os critérios socioambientais estabelecidos pela diretiva.

De acordo com a Diretiva UE RED 2009/28/EC, a meta estabelecida é a de alcançar 20% de contribuição de energia de fontes renováveis no consumo bruto final de energia dentro da Comunidade Europeia, sendo 10% de participação de energia de fontes renováveis para o setor de transporte em cada país membro da comunidade.

Para que os biocombustíveis sejam aceitos como fontes renováveis, a diretiva estabeleceu critérios como a redução mínima das emissões dos Gases do Efeito Estufa (GEE) em 35% em relação aos combustíveis fósseis até 2017, de 50% de redução a partir de 1º de janeiro de 2017 e de 60% a partir de 1º de janeiro de 2018 (UE RED 2009/28/EC, 2009 - Artigo 17).

Além de propor critérios para a redução das emissões dos GEE em comparação com os combustíveis fósseis, a Diretiva UE RED 2009/28/EC também estabeleceu, no Artigo 17, critérios para sustentabilidade para biocombustíveis e biolíquidos - que, a

partir de janeiro de 2008, não devem ser obtidos em áreas com alto valor de biodiversidade, entre outros.

Dentro dos Critérios de Sustentabilidade apresentados no Artigo 17 da diretiva, estão critérios sociais de caráter referentes às convenções da Organização Mundial do Trabalho, como:

- Convenção sobre trabalho forçado ou compulsório (nº 29);
- Convenção sobre liberdade sindical e proteção do direito sindical (nº 98);
- Convenção sobre a igualdade de remuneração de homens e mulheres por trabalho de igual valor (nº 100);
- Convenção sobre a abolição do trabalho forçado (nº 105);
- Convenção sobre a discriminação em matéria de emprego e ocupação (nº 111);
- Convenção sobre a idade mínima para admissão no trabalho (nº 138);
- Convenção sobre a proibição ação Imediata para a eliminação das piores formas de trabalho infantil (nº 182).

Com o desenvolvimento das regras por parte da Comissão Européia, CE, diversas organizações e países elaboram requisitos e critérios socioambientais visando demonstrar conformidade com os critérios de sustentabilidade estabelecidos pela Diretiva EU RED 2009/28/EC. Em julho de 2011, a Comissão Europeia aprovou sete esquemas de certificação, que demonstraram atender às exigências da CE, são eles:

- International Sustainability Carbon Certification (ISCC);
- Bonsucro;
- Roundtable on Responsible Soy (RTRS);
- Roundtable on Sustainable Biofuels (RSB);
- 2BSvs Biomass Biofuels Sustainability;
- RED Bioenergy Sustainability Assurance Standard (RBSA);
- Greenergy.

Entre esses sistemas, o padrão de certificação com maior número de usinas certificadas em 2012 no Brasil é o Bonsucro, que será detalhado a seguir.

De acordo com a União da Indústria de cana-de-açúcar (UNICA), sete usinas que produzem açúcar e etanol no Brasil já receberam a certificação Bonsucro até o final de outubro de 2011, são elas: Usina Maracaí (grupo Raízen), Usina Quatá, Usina São José, Usina Barra Grande, Usina Equipav (grupo Renuka), Usina São Manoel e Usina Santa Adélia. As usinas Quatá, São José, Barra Grande, São Manoel, Santa Adélia são

associadas à Copersucar, uma das maiores comercializadoras de açúcar e etanol do país (UNICA, 2011; BONSUCRO, 2011).

Além disso, em declaração publicada pelo portal BrasilAgrono, em outubro de 2011, (BRASILAGRO, 2011, online), Paulo Roberto de Souza, presidente executivo da Copersucar, revelou que, além das cinco usinas já certificadas em 2011, existe um planejamento para mais 12 usinas aderirem ao Bonsucro para a safra 2012/2013.

Além dessas usinas certificadas, há outras organizações membros do Bonsucro. Entre os grupos com atuação no Brasil, existem usinas produtoras, organização do setor, financiadores, indústria e grupos comercializadores tanto de açúcar quanto de etanol. Do total de 52 membros do Bonsucro no mundo, 16 têm atuação no Brasil, como os grandes produtores tais como: Raízen, ETH Bioenergia, Grupo São Martinho, Louis Dreyfus Commodities (LDC Bioenergia), Grupo Zilor e a principal organização representativa do setor, a União da Indústria de cana-de-açúcar (UNICA) (BONSUCRO, 2011). Isso mostra que o Bonsucro é o esquema de certificação de maior interesse neste momento para esses grupos, pois eles não estão certificados por outros sistemas no momento.

4.5 O cultivo da cana-de-açúcar e a questão fundiária

O cultivo da cana-de-açúcar se constitui uma das principais bases da economia primário exportadora. Desde o período colonial, a partir da produção de açúcar nos engenhos brasileiros voltados a abastecer o mercado europeu. Esse sistema agrário exportador estava baseado, sobretudo, na utilização intensa do solo, na concentração das terras, modelo que prevaleceu durante o Brasil colônia e moldava as relações políticas do país durante o período colonial e também nos primeiros anos do século XX.

Muito embora a promulgação da lei de terras de 1850 visasse organizar e regularizar a propriedade privada no país, permitindo a venda de terras, inclusive, a estrangeiros; acabou por restringir o acesso à população indígena e afrodescendentes (IBGE, 2020).

A Lei de Terras de 1850 foi uma solução encontrada pela elite brasileira para manter inalterada a estrutura agrária, impedindo o acesso livre a terra por parte da população pobre que era maioria, e conseguir trabalhadores livres para as lavouras de café, pois o Estado brasileiro já estava planejando a imigração de europeus, para substituir o trabalho escravo que estava preste a ser abolido (MIRALHA, 2006, p.153).

A partir de 1964, a promulgação do Estatuto de Terra fez com que o Estado passasse a garantir o direito ao acesso à terra para os trabalhadores no meio rural, trazendo à tona a ideia de justiça social e função social da terra. Além disso, a Constituição Federal de 1988 buscou regulamentar a questão agrária, sobretudo relacionada à questão ambiental. Ademais, o artigo 186 retrata a função social da terra estabelecendo as bases para o seu cumprimento legal (IBGE, 2020).

A partir da segunda metade do século XX, com o advento da Revolução Verde, entra em vigor um novo aparato tecnológico à disposição dos produtores rurais. Somados a esse fator, destaca-se uma política de subsídios e créditos agrícolas destinados, sobretudo, ao médio e grande proprietário de terras.

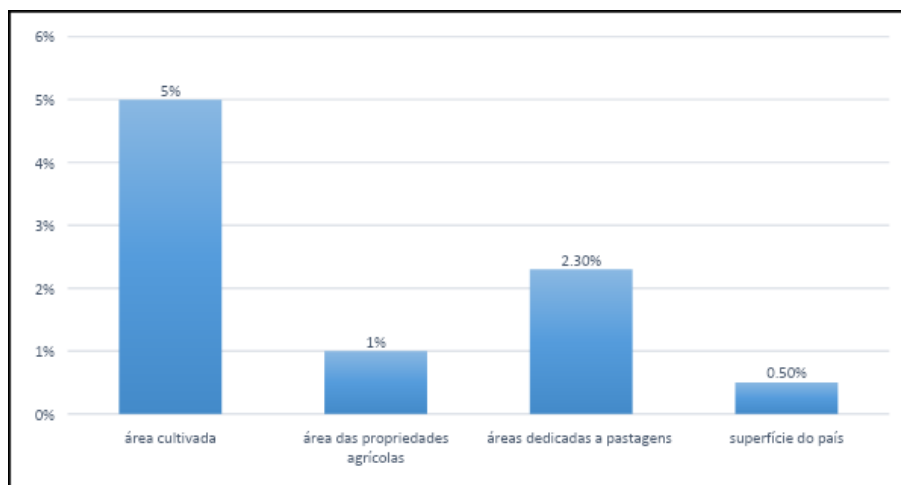
Durante os anos de 1970, devido ao cenário geopolítico mundial e às crises decorrentes da produção de petróleo em 1973 e 1979, o governo brasileiro, diante do cenário desfavorável a importação de petróleo, decide optar por nova matriz energética. Dentro desse contexto, a cana-de-açúcar ganha novo impulso no país, voltados para a produção de álcool a partir da implementação do Programa Proálcool.

A produção brasileira colocou o país em posição de destaque no que se diz respeito à produção de fontes renováveis até meados dos anos de 1990, quando o setor passa por forte desregulamentação e perde os subsídios estatais. Contudo, a partir da introdução do modelo *flexfuel*, o setor volta a ganhar destaque no cenário mundial.

O cenário descrito acima alavancou o setor agrícola entre os anos de 1995 e 2006 no Brasil, a agricultura cresceu 83,5% e passou a ocupar 76,7 milhões de hectares, cerca de 9% da área nacional. Tal crescimento se deu, essencialmente, sobre as áreas não utilizadas ou em descanso e, em menor grau, sobre a área de pastagens, que foram reduzidas a 5,4 milhões de hectares, passando a representar cerca de 20% do território brasileiro. Esse processo de crescimento da agricultura na área das pastagens vem ocorrendo de modo sistemático desde os anos de 1970 e fez a relação da área dos pastos sobre a área das lavouras reduzir-se de 4,5, em 1970, para 2,2, em 2006 (BNDES, 2008).

Em 2007, o cultivo de cana-de-açúcar no Brasil ocupou 7,8 milhões de hectares, cerca de um terço da superfície ocupada pela soja e metade da área cultivada com milho. Cerca de metade da cana produzida se destina à fabricação de etanol. Portanto, os canaviais para a produção de combustíveis, no Brasil, correspondem a 5% da área cultivada, a 1% da área das propriedades agrícolas, a 2,3% das áreas dedicadas a pastagens e a 0,5% da superfície do país (Gráfico 01) (BNDES, 2008).

Gráfico 01: Produção de combustível derivado da cana-de-açúcar no Brasil (2007)



Fonte: (BNDES, 2008).

Dentro do cenário exposto acima, o estado de São Paulo ganha destaque como maior produtor brasileiro, concentrando mais de 60% da produção sucroalcooleira no período 2006/2007 (BACCARIN; PEREIRA, 2016).

A introdução dos modelos *flex fluel* impulsionou a produção canavieira do estado de São Paulo. Nesse sentido, a cana-de-açúcar aparece como principal produto cultivado na região de Ouro Verde, substituindo as áreas de cultivo de café e as áreas de pastagens

O município contava em 1995 com área de 837 hectares de cana-de-açúcar, chegando a apresentar no ano de 2006 uma área de 9.192 hectares. Outro aspecto importante ressaltado por Lelis e Hespanhol (2013) é que na região de governo de Dracena, onde o município de Ouro Verde está inserido, as grandes transformações ocasionadas na estrutura produtiva dos municípios, promoveu uma concentração econômica nas mãos das agroindústrias do setor sucroalcooleiro, responsáveis pelo processamento da cana.

A expansão da cana-de-açúcar se deu em bases técnicas modernas, diferente das outras culturas existentes na região. Do ponto de vista tecnológico, existe um contraste evidente entre as propriedades rurais que não estão ligadas à cultura canavieira e as propriedades que arrendaram suas terras para o cultivo da cana-de-açúcar (LELIS; HESPANHOL, 2013, p. 189).

Neste aspecto, ao passo que o setor sucroalcooleiro ganhou impulso na região, com grande aporte tecnológico e financeiro, este setor contrastava-se com os pequenos proprietários desprovidos de capital e de tecnologias. Além disso, destacam-se alguns fatores importantes destacados por Segatti (2009) tais como: localização, disponibilidades de terras baratas, grande lacuna econômica deixada pela cafeicultura, a idade avançada dos produtores rurais, a estagnação econômica, além da pouca mobilização política ou social.

Ressalta-se nesse sentido que o declínio da cafeicultura deixou um rastro considerável, com perdas econômicas importantes, ocasionando um movimento migratório para a cidade. Em muitos casos, os pequenos produtores rurais que diante do cenário econômico desfavorável e a dificuldade de acessar programas de crédito rural, tiveram como alternativas o arrendamento das terras para a o cultivo da cana-de-açúcar.

O fato mencionado acima reflete uma realidade vivenciada no Brasil diante do contraste vivido entre o agronegócio e a agricultura familiar. Dentro desse contexto, Fernandes et. al. (2012), aponta que durante o período entre 1996 e 2006, o Brasil possuía 330 milhões de hectares destinados à produção agropecuária, representando 39% das terras do país. Este valor corresponde a uma das maiores áreas agricultáveis do mundo. Contudo, muito embora apresente uma das maiores áreas agricultáveis do planeta, quando analisamos as pequenas unidades agrícolas e o agronegócio, fica evidente a disparidade entre o percentual de terras ocupadas.

Nesse sentido, destaca-se que as unidades familiares embora apresentem maiores números de unidades (4.367.902, ou seja, 84%) em relação ao agronegócio que apresenta 805.587 estabelecimentos (16%), no entanto, quando comparamos a área ocupada pelos estabelecimentos encontramos uma diferença abissal entre ambos, uma vez que as pequenas propriedades apresentam uma área de 80 milhões de hectares (24%) enquanto o agronegócio contou com uma área de 249 milhões de hectares, valor correspondente a 76% das terras agricultáveis no país.

Outro aspecto importante ressaltado por Fernandes et. al (2012) é que o setor do agronegócio refere-se ao crédito agrícola que está concentrado nas mãos deste setor (85% do crédito agrícola), produzindo 62% do valor bruto oriundo da agricultura, ficando com a maior parte da riqueza produzida pelo setor no país revelando desse modo a sua faceta concentradora, seja de terras, seja de crédito, ou de riqueza.

4.6 Aspectos sociais da produção da indústria do etanol

A importante relação entre a produção de etanol de cana-de-açúcar e a demanda de mão de obra é um tema central sobre bioenergia no Brasil e certamente determinante para sua viabilidade social (BNDES, 2008).

O setor sucroenergético brasileiro conta com mais de 400 indústrias processadoras, somente no estado de São Paulo, mais de mil indústrias de suporte e 70 mil fornecedores de cana, gerando em 2009 quase um milhão de empregos diretos em 20 estados brasileiros (UNICA, 2011).

Esses postos de trabalho se distribuem de forma ampla em boa parte do território brasileiro e cobrem uma gama de competências e formações, mas, em sua maior parte, são empregos de baixa qualificação (BNDES, 2008).

Apesar da reconhecida geração de emprego e renda pelo setor, outro fator importante é a garantia da qualidade dos postos de trabalho criados, assim como estimular ações de responsabilidade social por parte das empresas do setor.

Segundo Macedo (2005), a “Responsabilidade Social” é um termo usado para descrever ações na área de negócios ligadas a valores éticos como a conformidade legal, respeito às pessoas, às comunidades e ao meio ambiente.

Nas situações de trabalho do setor sucroenergético, as condições mais adversas referem-se aos empregados temporários encarregados da colheita manual de cana-de-açúcar e a aplicação de agroquímicos de forma manual, que têm uma rotina bastante árdua, principalmente se comparados às atividades da indústria. Para a colheita manual, é aplicado um sistema de pagamento por volume de cana cortado, que é um tema controverso, pois este sistema é questionado por muitos sindicatos, embora exista uma parcela de trabalhadores favoráveis a este tipo de pagamento (BNDES, 2008).

Com base nos dados da “Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílios (PNAD)”, são apontados como fatos positivos a expressiva redução do trabalho infantil. Houve a participação no estado de Pernambuco de 0,8% em 2004, em comparação com 1993, quando 25% dos cortadores de cana tinham entre 7 e 17 anos de idade e o aumento da escolaridade dos empregados (BNDES, 2008).

Outros pesquisadores têm exposto conclusões similares, reforçando o papel da organização dos trabalhadores, das convenções coletivas de trabalho e da legislação trabalhista como componentes relevantes na consecução desses avanços, especialmente na região Centro-Sul, onde o nível médio de escolaridade dos trabalhadores na produção

de cana e na indústria de bioetanol, em 2005, era superior a cinco e a nove anos, respectivamente (BNDES, 2008).

Referente ao pagamento dos trabalhadores das usinas em 2003, a Lei N° 10.699/2003, determinava o pagamento de um salário-mínimo de R\$ 240,00. Nesse mesmo ano, o valor pago aos funcionários na parte agrícola da produção de cana foi de: R\$ 446,00 (Brasil), R\$ 283,00 (Norte-Nordeste), R\$ 678,00 (São Paulo); enquanto para os funcionários da indústria foi de: R\$ 821,00 (Brasil), R\$ 707,00 (Norte-Nordeste), R\$ 865,00 (Centro Oeste - Sul) e R\$ 881,00 para São Paulo (MACEDO, 2005).

Além da questão salarial as condições de trabalho é o tema importante, em 2000, o Brasil ratificou a convenção da OIT (Organização Internacional do Trabalho) N° 182, referente à proibição imediata das piores formas de trabalho infantil (OIT, 2012). Com isso, a fiscalização sobre as condições de trabalho no setor sucroalcooleiro foi intensificada devido à pressão internacional, o que resultou em queda do trabalho infantil nos últimos anos.

Outro ponto de debate no aspecto social está relacionado à mecanização da colheita de cana-de-açúcar, que vem se tornando cada vez mais comum no setor devido aos impactos ambientais e à saúde pública resultantes da queima da cana. Além disso, foram assinados pelo setor protocolos com o compromisso da redução progressiva da queima da palha da cana, fator fundamental para a realização do corte manual. Esta mudança na forma de colheita leva a diminuição do número de postos de trabalho.

Devido à expansão da mecanização da produção canavieira, os trabalhadores que enfrentavam condições precárias de trabalho passaram a se preocupar com o aumento do desemprego (RODRIGUES; ORTIZ, 2006).

Segundo o Relatório de Sustentabilidade da UNICA (2011), cada máquina substitui o trabalho de oitenta homens e, de acordo com as avaliações realizadas pela UNICA, cerca de 70 mil trabalhadores no estado de São Paulo terão de migrar para outras atividades, num processo que também impactará as comunidades próximas às lavouras, que muitas vezes têm na atividade canavieira sua principal fonte de emprego e renda. Dessa maneira, a requalificação desses trabalhadores desponta como a principal alternativa para sua reinserção em outros postos de trabalho.

Nesse sentido, como projeto de destaque realizado pelo setor sucroenergético nos últimos anos, é o Programa de Requalificação de Trabalhadores da Cana-de-Açúcar, conhecido como RenovAção. A meta do programa é a de treinar e requalificar, a cada ano, 7 mil trabalhadores que atuam no corte manual, para que passem a operar as

máquinas que os substituirão no campo, a trabalhar em outras operações nas próprias usinas ou até para que possam ser absorvidos por outros setores da economia (UNICA, 2011).

Na primeira fase do programa realizado em 2010 foram oferecidos cursos de soldador, eletricista de trator, eletricista de colhedora, eletricista de caminhão, mecânico de trator, mecânico de colhedora, motorista canavieiro e operador de colhedora. Os investimentos foram de R\$ 888.159,00 pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e a outra parte de R\$ 1.515.335,00 foram disponibilizados pela UNICA juntamente com as empresas parceiras (UNICA, 2011).

Outro importante instrumento para aperfeiçoar as condições de trabalho no cultivo manual da cana-de-açúcar é o Compromisso Nacional, resultado de uma negociação tripartite, formada por empresários, trabalhadores e Governo Federal (Compromisso Nacional, 2010). O ponto central deste instrumento é a valorização das melhores práticas trabalhistas, através da criação de instrumentos de mercado que as reconheçam como exemplos a serem adotados por um número crescente de empresas (UNICA, 2011).

No ato firmado são tratados os aspectos referentes ao contrato de trabalho, a contratação de trabalhador migrante, a transparência na aferição da produção, a saúde e segurança do trabalho, o transporte, a alimentação, a organização sindical e negociações coletivas, a responsabilidade no desenvolvimento da comunidade e a divulgação de boas práticas (Compromisso Nacional, 2010).

Por sua vez, o Governo Federal, também contribuiu com políticas públicas que apoiam e incentivam as ações destinadas à adequação dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI), o fortalecimento do Sistema Público de Emprego, alfabetização, escolaridade e qualificação dos trabalhadores; bem como, a organização da produção, saúde, saneamento, acesso à água, infraestrutura e gestão territorial e fiduciária em áreas de menor desenvolvimento, onde ocorre contratação sazonal de trabalhadores (UNICA, 2011).

5. VIABILIDADE DA PRODUÇÃO CONTÍNUA DO SETOR SUCROENERGÉTICO

De acordo com IEA (2011a), a demanda mundial por recursos energéticos primários deverá crescer aproximadamente 40% entre 2010 e 2035. Logo, nota-se a necessidade de uma considerável expansão da oferta com vistas a atender a este aumento do consumo.

Concomitantemente, a humanidade está diante do desafio de mitigar as possíveis alterações climáticas devido à amplitude e à gravidade de suas consequências e à constatação. É muito provável que tais alterações sejam resultado do aumento das emissões de gases de efeito estufa de origem antrópica, sobretudo, energética. De fato, o exame do perfil dessas emissões indica que mais de 60% das mesmas são oriundas do setor energético (UNEP, 2012), o qual ainda possui uma matriz cujos insumos fósseis possuem participação superior a 80% (IEA, 2011b). O corolário dessa situação é que qualquer política de combate às mudanças climáticas que seja adotada vai requerer alterações no paradigma vigente no setor energético.

Portanto, os formuladores de política energética do Século XXI estão diante do desafio de expandir a oferta com vistas a garantir o suprimento de uma demanda que crescerá a expressivas taxas nos próximos anos, especialmente nos países em vias de desenvolvimento, que ainda possuem níveis de consumo per-capita reduzidos, sujeitos à restrição imposta pela necessidade de reduzir as emissões de gases do efeito estufa. Conforme IEA (2011a), o equacionamento desse desafio passa pela adoção de medidas de promoção de eficiência energética e um aumento da participação de fontes renováveis na matriz energética mundial. Dentre as alternativas de fontes renováveis, a biomassa se apresenta como uma relevante substituta de insumos fósseis (FAAIJI, 2006; CORNELISSEN et al., 2012; BERNARDES, 2003).

A questão energética é especialmente complexa para o setor de transportes que responde por 27% da demanda energética mundial e atende quase a totalidade de suas necessidades a partir de derivados de petróleo (IEA, 2010a), ocasionando não apenas a emissão de gases do efeito estufa, como também de poluentes locais. Dessa forma, mantido o padrão de consumo atual, Kojima e Ryan (2010) relatam que o setor de transportes seria responsável por 97% do crescimento da demanda mundial por petróleo entre 2007 e 2030, enquanto IEA (2011a) destaca que a duplicação da frota de veículos leves até 2035 dobraria a demanda por petróleo desse modal.

Observa-se assim que as alterações requeridas no setor energético necessitam contemplar profundas mudanças no atendimento das demandas do setor de transportes com vistas a reduzir a dependência em relação ao petróleo. Nesse contexto, os biocombustíveis parecem ser uma possível opção de curto e médio prazo, não apenas por poderem ser usados em veículos com motores de combustão interna, como também são adequados à infraestrutura de distribuição existente (IEA, 2004).

Em especial, o etanol se apresenta como um biocombustível de grande importância porque pode ser utilizado misturado à gasolina (etanol anidro) ou em substituição à gasolina (etanol hidratado). Contudo, é importante notar que a produtividade do etanol é função da matéria prima utilizada. Por exemplo, o rendimento da produção do etanol brasileiro que utiliza cana-de-açúcar como insumo é aproximadamente 70% superior ao rendimento verificado nos EUA onde a produção é baseada no milho (NOGUEIRA, 2008).

Portanto, a utilização em larga escala de etanol baseada em matérias primas ricas em amido exigirá grandes extensões de terra, podendo causar impactos na cadeia de alimentos.

Ademais, existem questionamentos sobre a eficácia desse tipo de etanol na mitigação das emissões de gases do efeito estufa (IEA, 2008a).

Por outro lado, as condições naturais requeridas para o cultivo de plantas sacarídeas impedem que a produção de etanol a partir desse tipo de matéria prima possa ocorrer em qualquer parte do mundo. A implicação disso é que não parece realista a suposição de que o Brasil, juntamente com outros países em condições de produzir etanol em bases eficientes, será capaz de atender a demanda por etanol projetada para os próximos anos.

Segundo Sousa (2009), projeções norte americanas apontam para uma demanda por etanol da ordem de 130 bilhões de litros em 2022. Com a hipótese que a produção de etanol de milho será de aproximadamente 56 bilhões de litros, existiria uma demanda de 74 bilhões de litros a ser atendida por outras rotas tecnológicas. Com base na produtividade brasileira, seria necessário um montante próximo a 11 milhões de hectares destinados ao cultivo de cana, apenas para o atendimento do mercado norte americano. Logo, a hipótese de que o etanol produzido a partir das rotas tecnológicas convencionais possa atender, em bases sustentáveis, os montantes de etanol que serão demandados, no médio prazo, em nível mundial é bastante controversa e questionável.

Nesse contexto, a produção de etanol a partir de matéria lignocelulósica representa a possibilidade da expansão da produção de etanol em bases sustentáveis por poder utilizar, como matéria prima, resíduos florestais e de culturas agrícolas. É possível afirmar que o desenvolvimento dessa tecnologia é essencial para o consumo de etanol em larga escala porque não necessita de terras adicionais e é eficaz na redução das emissões de gases do efeito estufa (RISMILLER et al., 2009; IEA, 2010b; ROSILLO-CALLE et al., 2008).

No entanto, apesar dos potenciais benefícios do etanol celulósico, as tecnologias de produção ainda não se encontram em estágio maduro de desenvolvimento nem são economicamente competitivas (IEA, 2008a). Um dos obstáculos à disseminação da produção desse combustível é a logística da oferta de biomassa a ser utilizada como insumo. Explica-se: é necessário que se garanta a oferta de uma biomassa com qualidade e propriedades físicas condizentes com a rota tecnológica a ser adotada; para isso é preciso a adoção de uma eficiente logística que permita a oferta a custos que não comprometam a viabilidade econômica da produção (RENTIZELAS et al., 2009).

Dentre as diversas biomassas com características distintas que podem ser utilizadas como insumo para produção de biocombustíveis, destaca-se o bagaço, um resíduo fibroso resultante do processo de extração do suco da cana para a produção de etanol e/ou açúcar, disponível em grandes montantes em países tropicais que processam expressivas quantidades de cana-de-açúcar, como é o caso do Brasil (CARDONA et al., 2010).

Como essa matéria prima encontra-se disponível no pátio da usina, seu custo está restrito à estocagem. Além disso, vislumbra-se a disponibilidade de grandes montantes de palha no setor sucroenergético brasileiro a serem utilizados como insumo energético devido ao gradativo fim da prática das queimadas na colheita da cana de açúcar, sobretudo no Estado de São Paulo, que estabeleceu 2017 como data limite para que toda a colheita se processe de forma mecanizada (WALTER; ENSINAS, 2010).

Neste sentido, é plausível afirmar que as usinas canavieiras brasileiras possuem condições de ofertar biocombustíveis celulósicos com custos extremamente competitivos em comparação com outros países (FINGUERUT et al., 2009).

Conforme LEITE et al. (2009), desde os tempos coloniais a cana-de-açúcar é um dos produtos agrícolas mais importantes do Brasil, sendo a produção de açúcar, e, mais recentemente, de etanol representam atividades importantes para a economia

nacional. No âmbito do setor energético, os produtos da cana são a segunda principal fonte da matriz energética brasileira (MME, 2011a). Esse expressivo consumo de produtos da cana ocorre essencialmente devido à utilização em larga escala de etanol na frota de veículos leves, seja na forma anídrica, misturado à gasolina em porcentagens que variam entre 20 e 25%, ou como etanol hidratado utilizado diretamente como combustível veicular (NOGUEIRA, 2008).

As necessidades energéticas da agroindústria canavieira são quase inteiramente atendidas a partir da biomassa residual do processo de produção de etanol e de açúcar. Em síntese, o bagaço é queimado com vistas ao atendimento das demandas por energia mecânica e/ou eletricidade e térmica da usina em plantas de cogeração (CORRÊA NETO; RAMON, 2002).

Entretanto, vale observar que historicamente o setor optou por tecnologias de baixa eficiência porque o marco regulatório do setor elétrico não permitia a comercialização dos excedentes gerados de energia elétrica. Por essa razão, o objetivo era maximizar a queima do bagaço, devido à dificuldade de estocagem e a pouca relevância do mercado de bagaço in natura (CASTRO et al., 2008).

Observa-se assim que as plantas de cogeração utilizavam caldeiras com baixa temperatura e pressão e turbinas de contrapressão que garantiam apenas a autossuficiência energética dos processos produtivos (DIAS et al., 2011a).

Por isso, embora os produtos da cana possuam uma expressiva participação na matriz energética brasileira, é nítido o “hiato” existente entre o potencial energético da cana-de-açúcar e a energia efetivamente explorada. Segundo Kitayama (2007), uma tonelada de cana-de-açúcar possui energia primária equivalente a 1,2 barris de petróleo. Desse montante, 1/3 está contido na sacarose e é explorado para a produção de etanol. Os demais 2/3 estão presentes no bagaço e na palha da cana, dos quais apenas o bagaço é utilizado, e mesmo assim de forma parcial, para a produção de energia térmica, mecânica e, sobretudo, eletricidade. Logo, existe um imenso potencial energético da cana ainda a ser explorado.

A perspectiva de crescimento da demanda por açúcar e, principalmente, por etanol nos próximos anos irá implicar na necessidade de expansão da colheita e do processamento de cana-de-açúcar. Szwarc (2010) estima uma colheita de 1.038 milhões toneladas de cana-de-açúcar na safra 2020/21, em contraste com a safra de 569 milhões de toneladas de cana processadas em 2008/09. Como consequência irão existir grandes

montantes de biomassa residual do processo de produção de etanol e de açúcar a serem utilizados como insumos energéticos.

A implementação de medidas de redução do consumo de energia no processo produtivo, em conjunto com a adoção de plantas de cogeração mais eficientes, permite que a produção de bioenergia com fins comerciais da usina não esteja restrita à produção de etanol baseado na sacarose (DIAS et al., 2011a).

Logo, justifica-se a adoção de tecnologias mais eficientes na medida em que os benefícios sejam superiores aos custos.

Uma condição basilar para investimentos em tecnologias capazes de produzirem grandes montantes de bioenergia a partir do bagaço e da palha é a existência de mercados que permitam a comercialização dessa energia. Neste sentido, verifica-se que as reformas do setor elétrico brasileiro, ao criarem as condições necessárias para a comercialização de excedentes de energia elétrica gerados nas usinas canavieiras, incentivaram investimentos em plantas Ciclo Rankine configuradas para maximizar a geração de energia (SEABRA; MACEDO, 2011).

De fato, todos os novos projetos do setor (greenfields), assim como as reformas e ampliações de projetos existentes (retrofits), contemplam plantas de cogeração aptas a gerarem energia elétrica destinada à comercialização (NYKO et al., 2011; HOFSETZ; SILVA, 2012).

A adoção de plantas Ciclo Rankine mais eficientes representa meramente um progresso ao longo de uma trajetória tecnológica estabelecida. Entretanto, existe a possibilidade da adoção de rotas tecnológicas avançadas, como a gaseificação da biomassa ou a hidrólise da matéria lignocelulósica para obter-se maior eficiência no aproveitamento energético da cana-de-açúcar.

Portanto, dada uma determinada quantidade de biomassa de cana disponível, existe um custo de oportunidade de sua utilização dentre as alternativas tecnológicas (DIAS et al., 2011b).

A questão a ser examinada é justamente a escolha da opção mais atrativa de aproveitamento do bagaço e da palha. No escopo dessa tese, o foco analítico está restrito à tradicional geração de eletricidade em plantas Ciclo Rankine; à gaseificação da biomassa para a geração de eletricidade em plantas de ciclo combinado e à hidrólise do material lignocelulósico para a produção de etanol.

Alguns estudos têm apresentado dados técnicos e econômicos visando a análise comparativa entre diferentes tecnologias de geração de eletricidade e de produção de

etanol celulósico, com ênfase em suas respectivas performances. Em termos do bagaço e da palha da cana-de-açúcar, Seabra (2008) e Seabra e Macedo (2011) fazem o exame de diversas alternativas que podem ser utilizadas para a produção de bioenergia. Porém, é preciso enfatizar que existe uma relativa escassez de dados específicos para a bioenergia produzida a partir de resíduos da cana (WALTER; ENSINAS, 2010).

Cabe destacar que a definição da melhor tecnologia a ser adotada é função da ótica sob a qual se observa a questão. Explica-se: investidor, órgão planejador do setor energético e sociedade podem ter percepções diferentes em relação aos custos e benefícios de cada uma das tecnologias, porque seus objetivos são distintos e por consequências suas escolhas não são necessariamente congruentes (STOCKS, 1984). No âmbito dessa tese, o foco analítico é a decisão do investidor e, portanto, a escolha da tecnologia será baseada estritamente na atratividade econômica e financeira dos projetos.

Também é preciso enfatizar, que exceto a tecnologia Ciclo Rankine, as demais rotas tecnológicas que serão analisadas neste trabalho ainda não estão maduras nem comercialmente difundidas. Portanto, o horizonte temporal relevante da análise deve ser o de médio e longo prazo, havendo a necessidade de se encontrar maneiras de lidar com as incertezas inerentes à estimativa atual dos custos dessas tecnologias, considerando as possíveis trajetórias a serem percorridas por esses custos nos próximos anos.

6. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MUNICÍPIO DE OURO VERDE

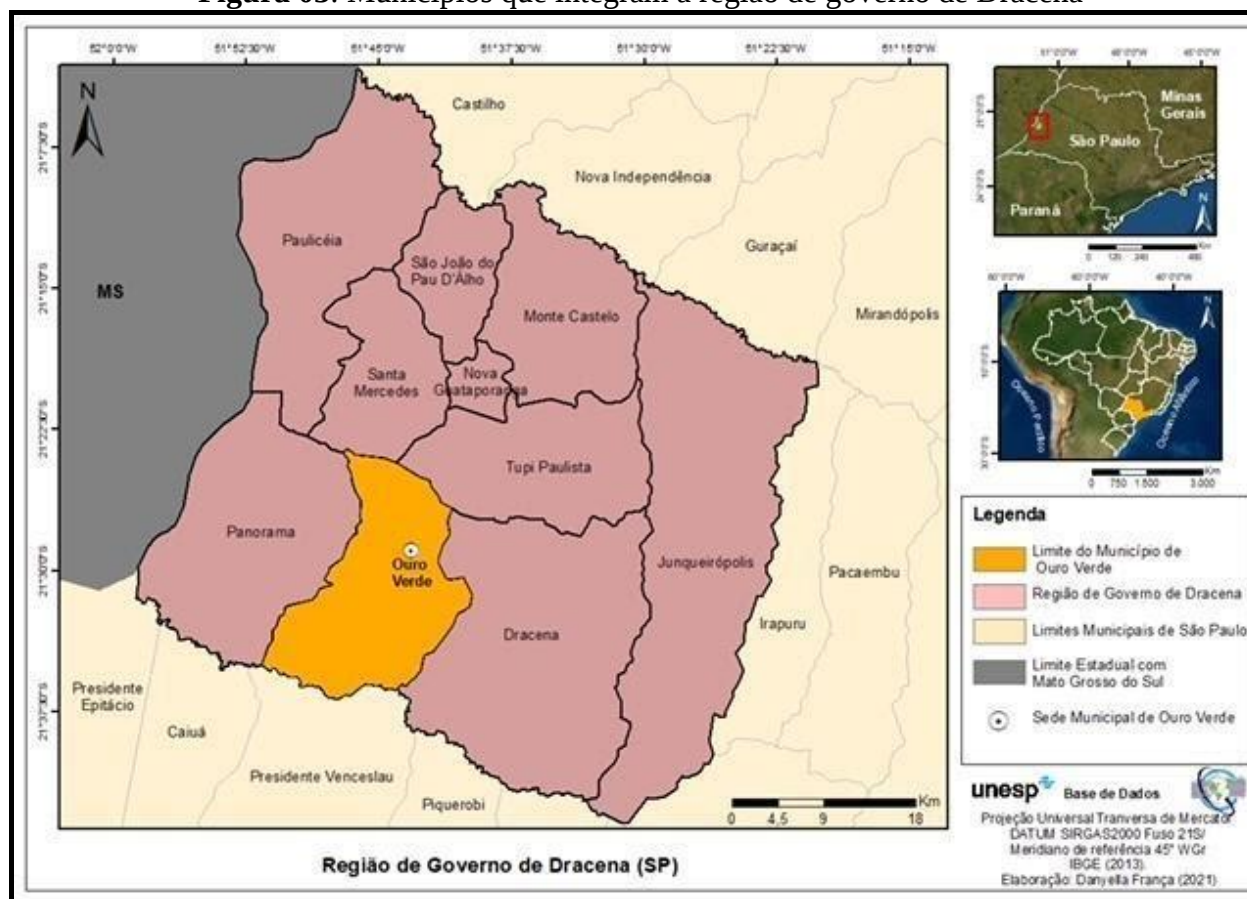
O município de Ouro Verde está inserido na região de governo de Dracena (Figura 03) e na Região Administrativa de Presidente Prudente. O referido município possui os seguintes limites territoriais: Santa Mercedes (Norte), Tupi Paulista (Nordeste), Dracena (Leste) e Panorama (Oeste).

O município de Ouro Verde está localizado à margem esquerda do córrego Marrecas, no espigão Peixe-Feio, região designada de Nova Alta Paulista devido à estrada de ferro que passa na região. O município foi fundado em 23 de março de 1945, por Olavo Ribeiro do Val que adquiriu à época um total de 800 alqueires de terra na comarca de Lucélia. O nome Ouro Verde deve-se em virtude das terras serem apropriadas para a cultura do café, o “ouro verde” do Brasil naquela época.

Devido aos difíceis meios de comunicação da época, tornava-se quase impossível o povoamento da região. Para sanar essa dificuldade, abriram estradas ligando o povoado às localidades vizinhas. Começa, então, a progredir o novo núcleo. Em 7 de dezembro de 1947, frei Angélico de Roseira celebrou a primeira missa na capela onde hoje se encontra a Matriz de Ouro Verde.

Com o desenvolvimento da agricultura, principalmente a lavoura do café, teve início o grande surto econômico da povoação. Em face do grande e rápido progresso Ouro Verde foi elevada à categoria de Distrito de Paz com terras desmembradas do Distrito de Gracianópolis (atual Tupi Paulista), pela Lei nº. 233, de 24 de dezembro de 1948. Foi elevada a Município, na Comarca de Dracena, com sede na vila de igual nome e com território desmembrado do respectivo distrito e da sede do Município de Dracena, com uma população aproximada de 800 habitantes. Ouro Verde foi elevada a Município pela Lei nº. 2.456, de 23 de dezembro de 1953 e teve a sua instalação política e administrativa em 1º. de janeiro de 1954. Contava na época com 2.000 habitantes.

Figura 03: Municípios que integram a região de governo de Dracena



Organizado por Abonizio (2020).

O referido município apresenta uma população de 8.221 habitantes, uma extensão territorial de 266,452 km² e uma densidade demográfica de 30,82 habitantes por quilômetros quadrados. Possui um grau de urbanização de 93,97% (SEADE, 2019).

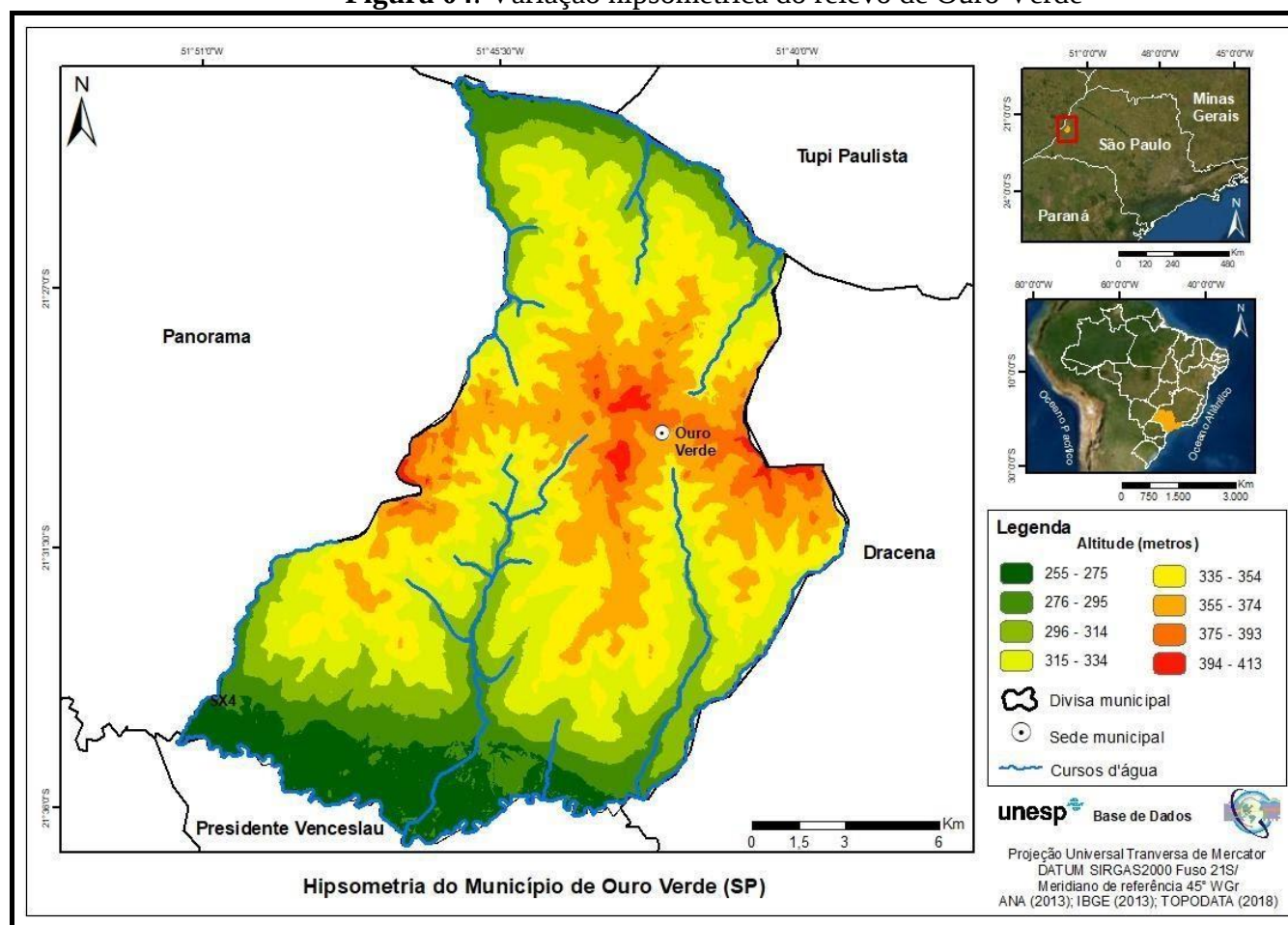
Com relação aos aspectos econômicos, o município de Ouro Verde apresenta um PIB per capita de R\$ 11.853,79 dentre os quais, o setor de serviços corresponde a 6%, seguidos da agropecuária (25%) e a indústria com 69% (SEADE, 2019).

6.1 Aspectos físicos

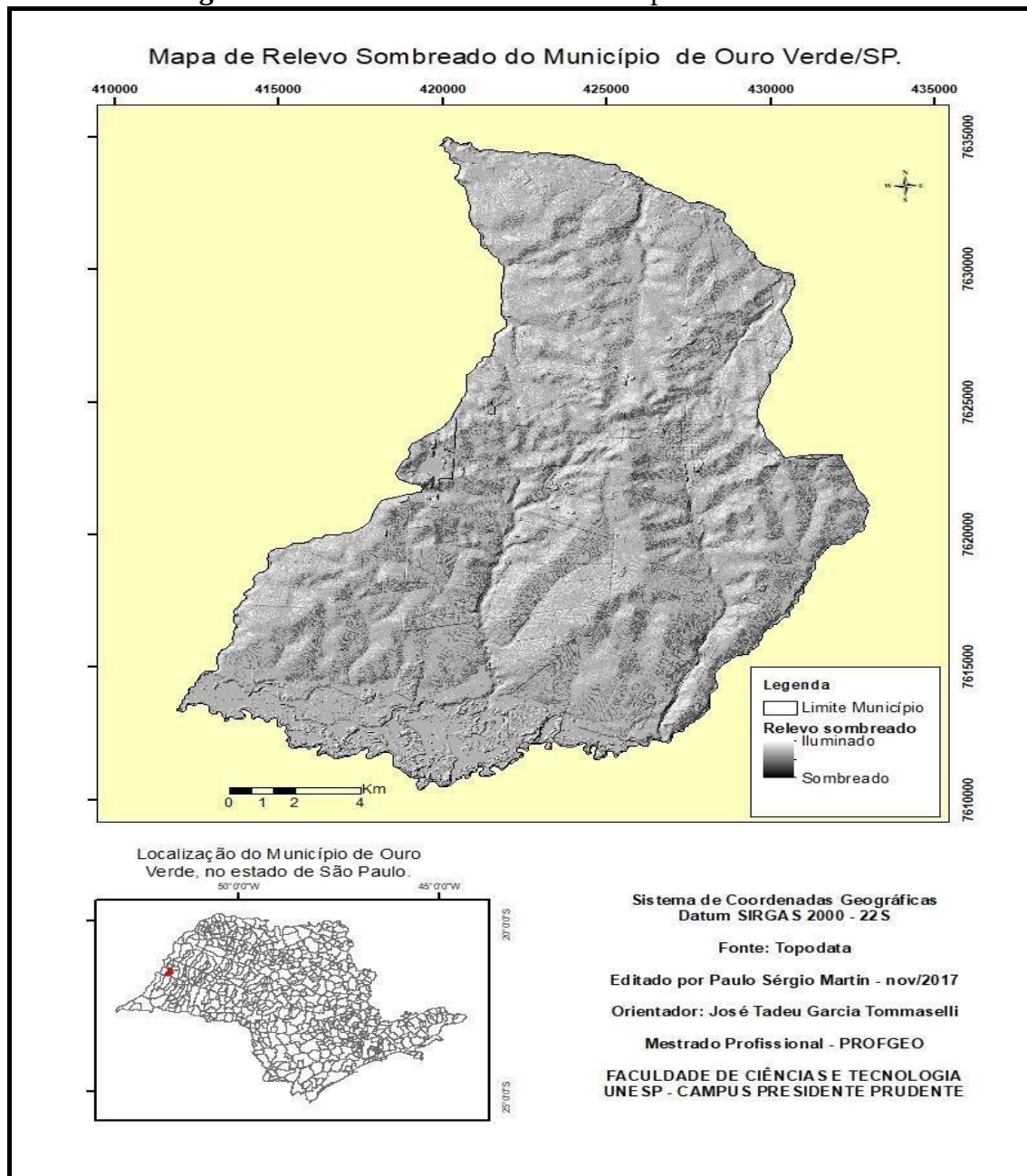
Geologicamente, no município de Ouro Verde predominam as rochas sedimentares da Formação Adamantina (Grupo Bauru) e os Sedimentos Aluvionares Quaternários. A Formação Caiuá, constituída essencialmente de arenitos, representa a base do Grupo Bauru. A Formação Adamantina é a de mais ampla distribuição em área dentre as formações do Grupo Bauru (OLIVEIRA, 1989).

Geomorfologicamente, o município de Ouro Verde está situado dentro dos limites da morfoestrutura da Bacia Sedimentar e da morfoescultura do Planalto Ocidental Paulista (ROSS, MOROZ, 1997), mais especificadamente na sub-unidade Planalto Centro Ocidental, caracterizado por formas de relevo aplainadas e colinas suaves, formadas por processos de erosão, gerando topografias suave onduladas e onduladas, com altitude que variam de 256 a 413 metros acima do nível do mar. Nas Figura 04 e 05, é possível notar a variação hipsométricas do relevo de Ouro Verde.

Figura 04: Variação hipsométrica do relevo de Ouro Verde



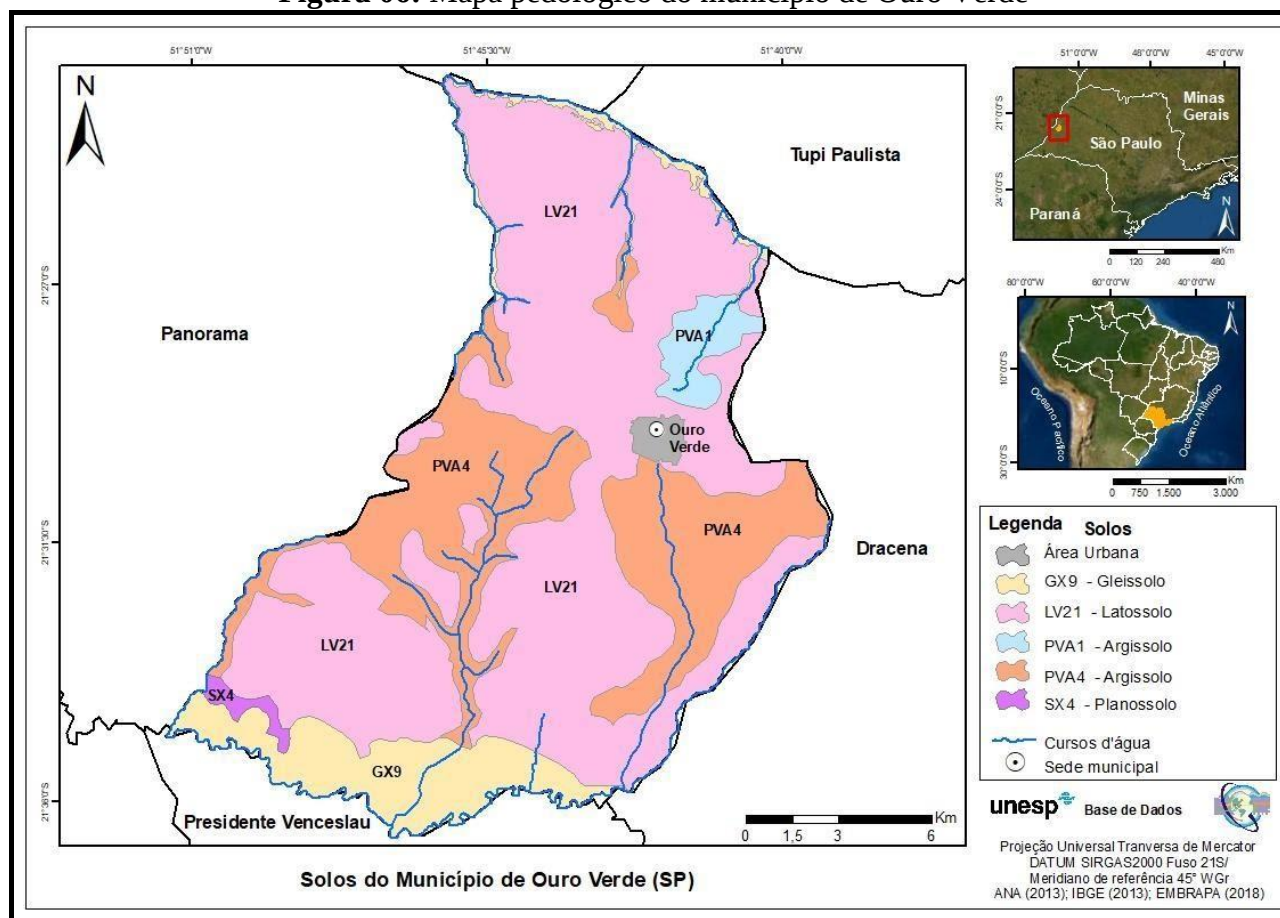
Fonte: Martin (2018).

Figura 05: Relevo sombreado do município de Ouro Verde

Fonte: Martin (2018).

Ao que se refere às classes de solo ocorrentes no município de Ouro Verde, nota-se que essas estão de acordo com as proporções ocorrentes no estado de São Paulo. Os Latossolos ocupam a maior área territorial do município, seguida pela classe dos Argissolos, conforme mapeamento realizado pelo Instituto Florestal (2017). As informações apresentadas na Figura 06 foram baseadas no Mapa Pedológico de estado de São Paulo (IF, 2017) e organizada por Martin (2018).

Figura 06: Mapa pedológico do município de Ouro Verde



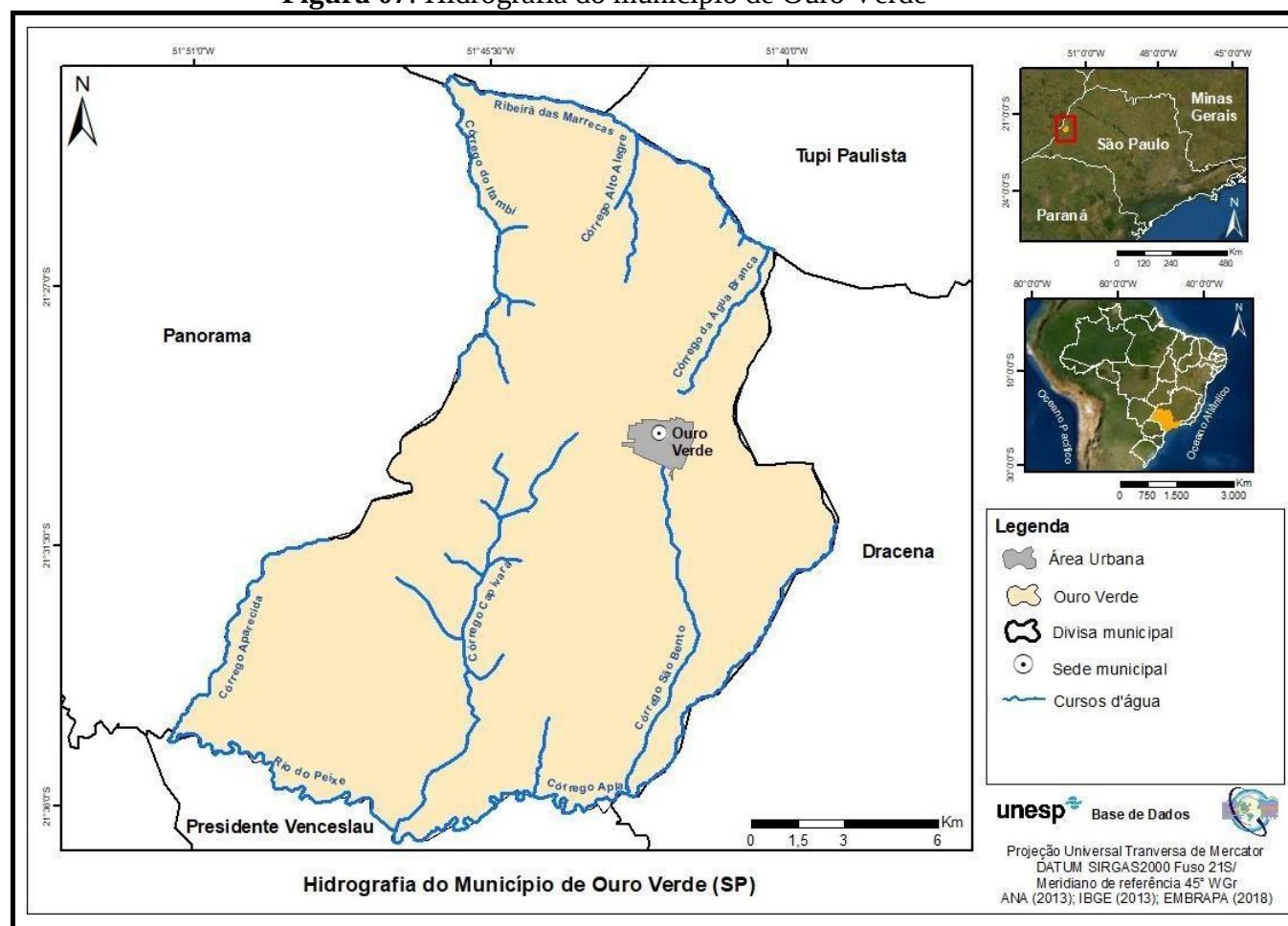
Fonte: Martin (2018).

Os Latossolos, de maneira geral são solos profundos, bem drenados, geralmente apresentam um horizonte A com maior concentração de areia e, ocasionalmente, esse horizonte pode ter sido retirado por ações erosivas. Do ponto de vista químico, para fins de agricultura, esses solos precisam passar por alguma “correção” da acidez para garantir produções mais saudáveis.

Já os Argissolos, apresentam alta vulnerabilidade quanto aos processos erosivos de origem hídrica, por apresentarem um horizonte B textural abaixo de um horizonte de perda (E). Geralmente, os horizontes A e E dessa classe de solo são bastante permeáveis e bem drenados, entretanto, quando a água encontra o horizonte B, que ocorre por volta dos 40 cm, ela encontra muita dificuldade para prosseguir seu percurso de infiltração, devido ao acréscimo de argila nessa profundidade, o que gera a diminuição da absorção e, conseqüentemente a saturação dos poros. O resultado desse processo constitui, quase sempre, os processos de erosão em superfície devido à saturação dos poros gerando o escoamento superficial e em subsuperfície, no limite dos horizontes E e Bt, provocando solapamentos e até mesmo, queda de blocos.

Dentro dos limites territoriais do município de Ouro Verde, os principais cursos d’água são os córregos Alta Alegre, Água Branca, Itambí, São Bento- mais próximo à mancha urbana- e Apiaí que apresentam canais de primeira ordem (ao menos dentro dos limites do município). Corre também, dentro do município, o córrego Capivara, que tem rede de drenagem mais complexa que os demais, apresentando canais de segunda ordem. Fazendo limites com demais municípios sendo, inclusive, marcos geográficos de limites territoriais tem-se também o ribeirão das Marrecas, que faz divisa com Tupi Paulista e Santa Mercedes, o córrego Aparecida- que limita o município com Panorama- e o rio do Peixe, que está no limite com Presidente Venceslau (Figura 07).

Figura 07: Hidrografia do município de Ouro Verde



Fonte: Martin (2018).

O rio do Peixe é também o canal principal dessa bacia hidrográfica, que desagua diretamente no rio Paraná, contribuindo com a formação de uma das mais importantes bacias hidrográficas do território brasileiro. Para além da sua importância estratégica na geração de energia, abastecimento público, emprego e renda e demais usos múltiplos derivados de sua confluência com o rio Paraná, o rio do Peixe é também importante do ponto de vista político, pois é o curso principal da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos- UGRHI-20. Importante salientar que o território de Ouro Verde também está nos limites da UGRHI-21 (Aguapeí). Essas unidades de gerenciamento são importantes do ponto de vista político porque, é por meio delas, que são implementadas ações da Política Estadual de Recursos Hídricos (1991), tendo como órgão gestor os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH), que gerencia as duas UGHIs.

Em relação ao clima, de acordo com a classificação de Koppen, o clima de Ouro Verde é classificado como Aw: Clima tropical com inverno seco (A: quente e úmido; w: com verão chuvoso). As temperaturas podem chegar a 7° C, nos meses de inverno, e até 38° nos períodos quentes do ano. A média anual fica em torno de 23°, sendo ainda que, em algumas regiões do município, ocorrem geadas nos meses de junho e julho. O volume de chuva chega a 1320,5 ao longo do ano (MARTIN, 2018).

7. A EXPANSÃO DA MONOCULTURA CANAVIEIRA EM OURO VERDE

A fundação de Ouro Verde está estritamente relacionada com a prática da monocultura no estado de São Paulo. O município foi fundado em 1945, por causa da expansão da atividade cafeeira para o Oeste do Estado de São Paulo, em um movimento expansionista que ficou conhecido como “Marcha para o Oeste” (MONBEIG, 1984).

O café, inclusive, deu origem ao nome do município. Em virtude da riqueza gerada pela atividade cafeeira naquele período, o café era considerado um verdadeiro “**ouro verde**”. Além do café, a venda de lotes pelas empresas colonizadoras também foi fundamental para o início da formação de Ouro Verde, que está localizado na microrregião de Dracena (GIL, 2007).

No período entre as 1940 e 1980, a cultura cafeeira foi a principal atividade econômica de Ouro Verde. Durante esse período, o café proporcionou seu crescimento econômico, porém, na década de 1980, essa situação se alterou. Nessa década, a crise do café gerou profunda estagnação econômica, que perdurou entre as décadas de 1980 e 1990. A partir de 2000, a lavoura canavieira se expandiu em Ouro Verde e proporcionou relativo resgate da economia local (LELIS; HESPANHOL, 2013).

A instalação de usinas sucroalcooleiras em municípios da microrregião de Dracena fez com que os canaviais se expandissem em Ouro Verde. A partir de 2000, houve a reativação da destilaria Vale Verde, em Junqueirópolis, que havia sido fechada em 1998. A destilaria, reativada, passou a ser chamada Usina Alta Paulista. No ano de 2006, três usinas sucroalcooleiras foram inauguradas na microrregião: Usina Dracena Álcool e Açúcar Ltda, em Dracena; Usina Rio Vermelho Álcool e Açúcar Ltda, em Junqueirópolis; e Destilaria Caiuá S/A, em Santa Mercedes. Em 2009, foi inaugurada a Usina Caeté S/A, no município de Paulicéia.

Conforme Joviano (2009), vários fatores internos e externos contribuíram para impulsionar a expansão da monocultura canavieira no início de 2000, tais como:

[...] oscilações e aumento dos preços do petróleo motivado por um ambiente de tensão na região do Oriente Médio; a busca por fontes energéticas renováveis; o domínio da tecnologia para produção do álcool e aproveitamento de subprodutos da produção como o bagaço na energia e o vinhoto para fertilização por irrigação; o crescimento na demanda de álcool motivada pela produção de veículos bicomcombustível e do aumento de consumo de açúcar e álcoolem países como China e Índia; questões ambientais que colocam a necessidade de substituição

de derivados de petróleo para evitar as emissões de CO², dentre outros (JOVIANO, 2009, p. 140).

No município de Ouro Verde, alguns fatores foram fundamentais para atrair o interesse dos empresários do setor sucroalcooleiro, dentre os quais destacam-se os fatores agronômicos, econômicos, sociais e políticos (SEGATTI, 2009).

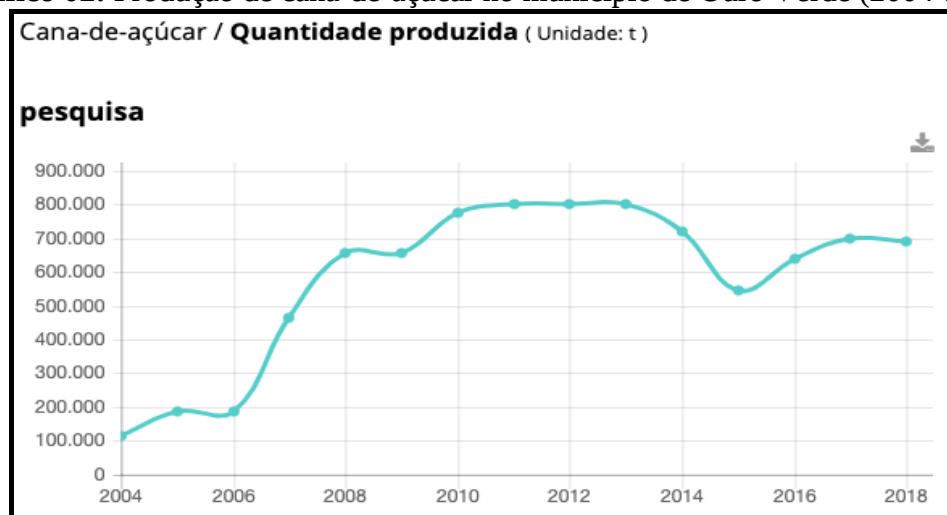
Do ponto de vista dos fatores agronômicos, “(...) destacam-se os solos podzolizados e areníticos, que, apesar da fertilidade mediana, oferecem boas respostas às adubações”, bem como o relevo suavemente ondulado do município, favorecendo o corte mecanizado (SEGATTI, 2009, p. 65).

No que diz respeito aos fatores econômicos, podemos apontar o baixo custo da mão de obra e o baixo preço das terras da região, seja para arrendar ou para comprar (SEGATTI, 2009; LELIS; HESPANHOL, 2013).

Quanto aos fatores sociais, a idade média avançada dos agricultores é um dos principais motivos que proporcionam a expansão da monocultura canavieira, haja vista que tal expansão não encontra resistência por parte dos agricultores (SEGATTI, 2009).

Somado a todos esses aspectos, existe um fator ainda mais incisivo: a incipiente e quase inexistente política sindical local. Para alguns, essa é a causa da expansão desenfreada da cana-de-açúcar, já que as organizações sindicais se configuram como empecilhos para o setor em outras regiões (SEGATTI, 2009).

A expansão dos canaviais pode ser mensurada através da análise dos dados referentes à área ocupada, à produção, à área colhida e ao faturamento médio da produção dessa cultura no município de Ouro Verde no período entre 2004 e 2018. Como pode ser constatado nos Gráficos numerados de 02 a 06.

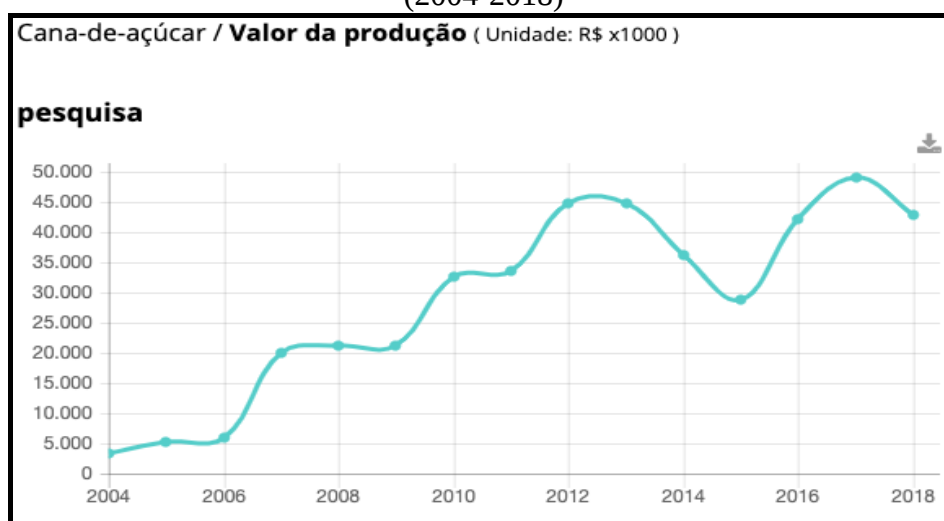
Gráfico 02: Produção de cana-de-açúcar no município de Ouro Verde (2004-2018)

Fonte: IBGE (2021).

A cultura da cana-de-açúcar no período entre 2004 e 2018, no município de Ouro Verde, apresentou a menor produção em 2004 (100.000 toneladas), esse dado está em conformidade com a cronologia histórica de produção de *commodities* na região, sendo menor produção nos anos iniciais de cultivo. As maiores produções ocorreram nos anos 2011, 2012 e 2013, quando atingiram o pico de 800.000 toneladas. Ocorreu no ano de 2015 a maior queda em relação ao período, quando produziu-se, no município, 500.000 toneladas de cana-de-açúcar.

O valor da produção é outro indício da expansão da monocultura canavieira em Ouro Verde, conforme se pode constatar no Gráfico 03.

Gráfico 03: Valor da produção oriunda da cana-de-açúcar no município de Ouro Verde (2004-2018)



Fonte: IBGE (2021).

Os menores valores da produção ocorreram no período entre 2004 e 2006, quando atingiram R\$5.000,00 por tonelada. O maior valor registrado foi no ano de 2017, quando cada tonelada atingiu R\$50.000,00. Houve queda nos anos de 2013 (R\$30.000,00) e 2015 (25.000,00).

Gráfico 04: Área plantada de cana-de-açúcar no município de Ouro Verde (2004-2018)

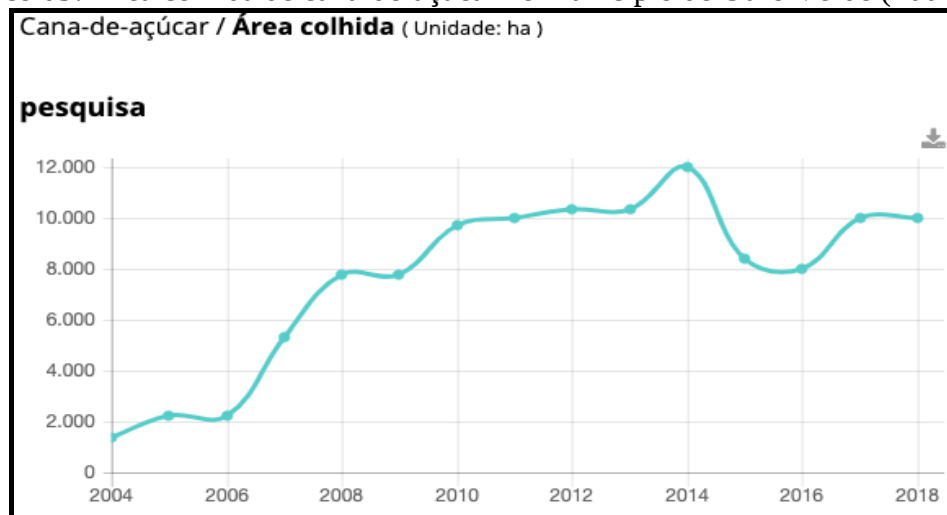


Fonte: IBGE (2021).

Ao que se referem à área plantada, os menores valores ocorreram nos anos iniciais da cultura no município, o que também está de acordo com os dados de produção. Nos anos entre 2004 e 2006, pouco mais que 2.000ha estavam cobertos com

cana-de-açúcar no município. O maior valor de área plantada ocorreu no ano de 2014 (12.000 ha).

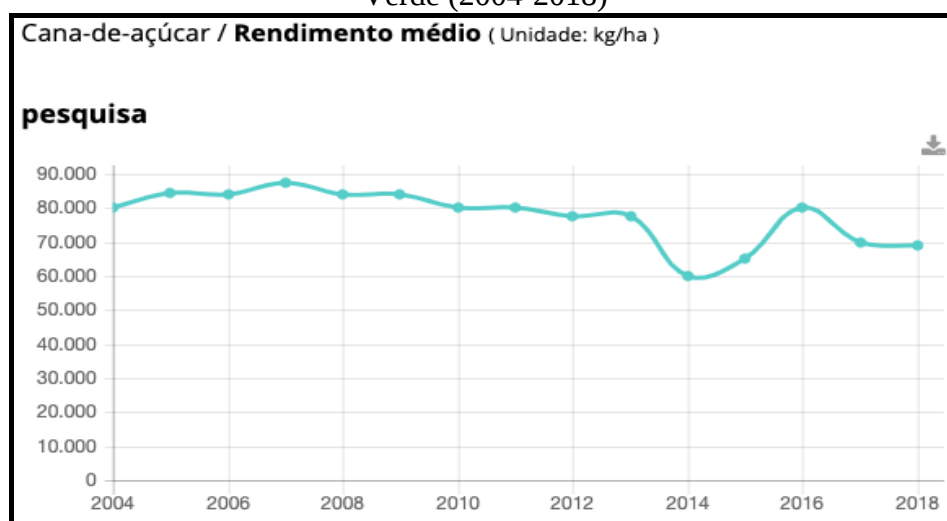
Gráfico 05: Área colhida de cana-de-açúcar no município de Ouro Verde (2004-2018)



Fonte: IBGE (2021).

Os menores valores de áreas colhidas também ocorreram no período entre 2004 e 2006 (pouco mais de 2.000 ha) e maior valor ocorreu, assim como na área plantada, no ano de 2014 (12.000 ha). A maior queda do período entre 2004 e 2018, ocorreu no ano de 2014 (12.000 ha).

Gráfico 06: Rendimento médio da produção de cana-de-açúcar no município de Ouro Verde (2004-2018)



Fonte: IBGE (2021).

Os maiores rendimentos médios ocorreram no período que se iniciou em 2004 e se estendeu até 2012 (de 80 a 90.000 kg/ha). Houve queda no ano de 2014 (60.000 kg/ha) e pico em 2016 com 80.000 kg/ha. Os períodos seguintes também apresentaram queda (70.000 kg/ha).

Outro fator a ser discutido quanto ao avanço das lavouras de cana-de-açúcar no município de Ouro Verde é a intensificação da concentração fundiária observada nas últimas décadas. Embora, a pecuária já proporcionasse condições de concentração das terras antes da cana-de-açúcar, o fenômeno atingiu patamares ainda mais elevados, de acordo com os dados do Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária – LUPA, dentre o período 1997 a 2017 (Tabela 02).

Tabela 02: Unidades de Produção Agropecuária no município de Ouro Verde – SP.

Tamanho da propriedade (ha)	1997			2007			2017		
	Nº UPAS	Área (ha)	(%)	Nº UPAS	Área (ha)	(%)	Nº UPAS	Área (ha)	(%)
0 – 20	172	1.825,5	7	182	1.734,7	6	175	1.666,30	5
20 – 50	77	2.372,7	9	85	2.635,5	10	75	2.334	7
50 – 100	28	2.028,2	7	27	1.973,9	7	22	1.596	4
100 – 500	32	7.462,90	28	41	10.131,1	38	39	9.624,10	29
Acima de 500	12	12.946,70	49	11	10.382	39	36	18.468,60	55
Total	321	26.636	100	346	26.857,2	100	347	33.689	100

Fonte: Levantamento das Unidades de Produção Agropecuária – LUPA, Secretaria de agricultura e Abastecimento (1997, 2007, 2017).

Observa-se, na tabela 2, que no ano de 1997 as unidades de produção agropecuária com até 20 hectares contavam com 172 unidades ao passo que as propriedades com área superiores a 500 hectares eram apenas 12. No entanto, quando se analisam as áreas ocupadas pelos estabelecimentos percebe-se que as unidades acima de 500 ha ocupavam uma área total de 12.946,70 hectares, correspondendo a 49% da área de cultivo daquele período, enquanto as pequenas propriedades contavam com percentual de apenas 7% da área ocupada.

A partir de 2007, observa-se que com a introdução da cultura da cana-de-açúcar no município, as pequenas propriedades, embora tenham aumentado o número de unidades, contando com 182 unidades, apresentam um decréscimo da área de cultivo, correspondendo a 1,734,7 hectares (variação de 5,23%). Já as grandes propriedades (acima de 500 ha) apresentaram um decréscimo da sua área, contando com 10.382 hectares, ocupando 39% da área. Observa-se ainda que as unidades entre 100 a 500 ha apresentaram aumento no número de unidades (41 unidades), além de acréscimo de área, passando a contar com 10,131 hectares (variação de 35% referente ao período anterior), ocupando 38% da área de cultivo. Observa-se, portanto, que as propriedades entre 100 a 500 hectares ocuparam 77% das terras cultivadas, evidenciando concentração fundiária no município.

Por fim, no ano de 2017, as unidades com até 20 ha apresentaram uma redução no número de estabelecimentos (175 UPAS), revelando um decréscimo na área com 1,666,30 hectares. Houve variação de 4,1%, contando com 5% da área total. No entanto, as propriedades acima de 500 ha, apresentaram um aumento das unidades de produção, contando com 36 estabelecimentos. No que diz respeito a área, observa-se aumento considerável dessas propriedades que contam com 18.848 hectares, variação de 77,8%, valor correspondente a 55% da área total. Contudo quando somamos o percentual das unidades ente 100 a 500 hectares, observamos que essas unidades concentram 84% das terras, revelando, portanto, o papel concentrador de terras.

Tal fato pode se associar à expansão da cultura canavieira, uma vez que esta atividade está presente em 99,76% das lavouras permanentes no município, no ano de 2018 com uma produção de 690.000 toneladas.

Com relação ao cultivo da cana-de-açúcar destaca-se que foi realizado um mapeamento com base na produção tendo como recorte temporal os anos de 2004, 2010, 2015 e 2018.

8. OBSERVAÇÕES EM CAMPO E MAPEAMENTO DO USO DA TERRA NO MUNICÍPIO DE OURO VERDE-SP

A etapa de trabalho de campo permitiu, antes da finalização dos mapeamentos, observações *in loco*, que foram fundamentais para compreender algumas configurações da paisagem rural de Ouro Verde, moldadas pela relação entre a economia local e os usos e cobertura da terra.

Antes da introdução da cana-de-açúcar, no município de Ouro Verde, como chave da economia local, as pastagens davam o tom da paisagem do município, pelo domínio dessa atividade na maior parte dos estabelecimentos rurais. Alguns resquícios das pastagens ainda são observados; no entanto, bem menos expressivos que nas décadas anteriores. Outras culturas como o colorau e o amendoim também são observadas em pequenas e médias propriedades. Já o amendoim é plantado no período entressafra da cana-de-açúcar, com o objetivo de oxigenar e nitrificar os solos, a fim deixá-los mais permeáveis antes de uma nova plantação de cana. Essas culturas podem ser observadas na Figura 08.

Figura 08: Culturas de amendoim, colorau e pastagens observadas em campo



Foto: Autora (2020).

A presença da ação humana é observada, em primeiro, pela conversão das matas nativas em grandes extensões de agrossistemas e, em segundo, pelas construções de estradas de acesso, a maior parte delas rurais, pelas obras de pavimentos e pontes que foram construídas com o objetivo de dar acesso para os moradores. Entretanto, com o esvaziamento das propriedades em consequência da substituição da mão-de-obra humana pelos maquinários, algumas dessas infraestruturas encontram-se abandonadas, outras foram reaproveitadas e melhoradas para a passagem dos caminhões que fazem o transporte da cana em direção à usina. Algumas imagens podem ser observadas na Figura 9.

Figura 9: Fragmentos de Mata secundária e corpos d'água observados em campo



Foto: Autora (2020).

Por fim, com a realização do trabalho de campo, bem como a observação da imagem de satélite foi possível confirmar as grandes extensões de terra que passaram por transformações, desde a vegetação da Floresta Estacional Semidecidual que cobria grande parte do oeste do estado de São Paulo, as culturas de subsistência cultivadas pelos posseiros no final do século XIX e início do século XX, as pastagens para criação de gado até a agricultura moderna, organizada em complexos que se une com a indústria e, atualmente, molda a paisagem rural de grande parte dos municípios paulista.

A cana-de-açúcar foi a cultura mais observada em campo (Figura 10). As extensões de suas plantações chegam a perder-se de vista, revelando traços importantes da configuração econômica e social de Ouro Verde. A cana, atualmente, movimenta grande parte dos empregos no campo, utiliza infraestrutura que, geralmente, é melhorada para atender à produção e ao escoamento, modifica a estrutura fundiária e organiza um espaço urbano e rural em sua órbita, reestruturando muitos níveis de organização social.

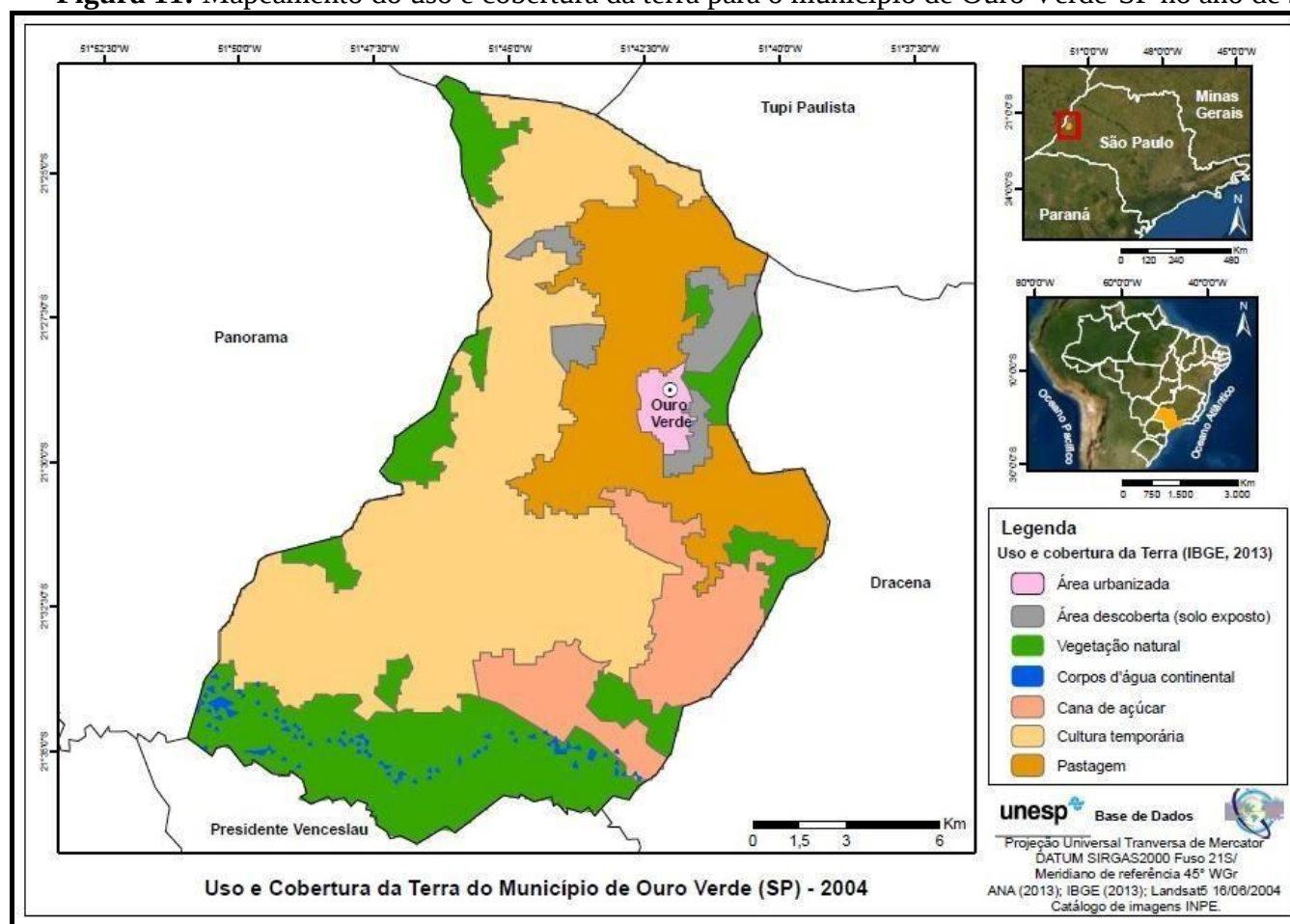
Figura 10: Plantações de cana-de-açúcar observadas em campo



Foto: Autora (2020).

Para realizar o mapeamento foram identificadas sete classes de uso de acordo com o manual técnico do uso da terra do IBGE (2013). As classes escolhidas foram área urbanizada, área descoberta (solo exposto), vegetação natural, cana-de-açúcar plantada, cana-de-açúcar colhida, cultura temporária e pastagem. Os mapas estão dispostos abaixo, nas figuras 11, 12, 13 e 14. Além disso, foi elaborada uma tabela mostrando a evolução dos usos da terra para os anos de 2004, 2010, 2015 e 2018 (Tabela 03).

Figura 11: Mapeamento do uso e cobertura da terra para o município de Ouro Verde-SP no ano de 2004.



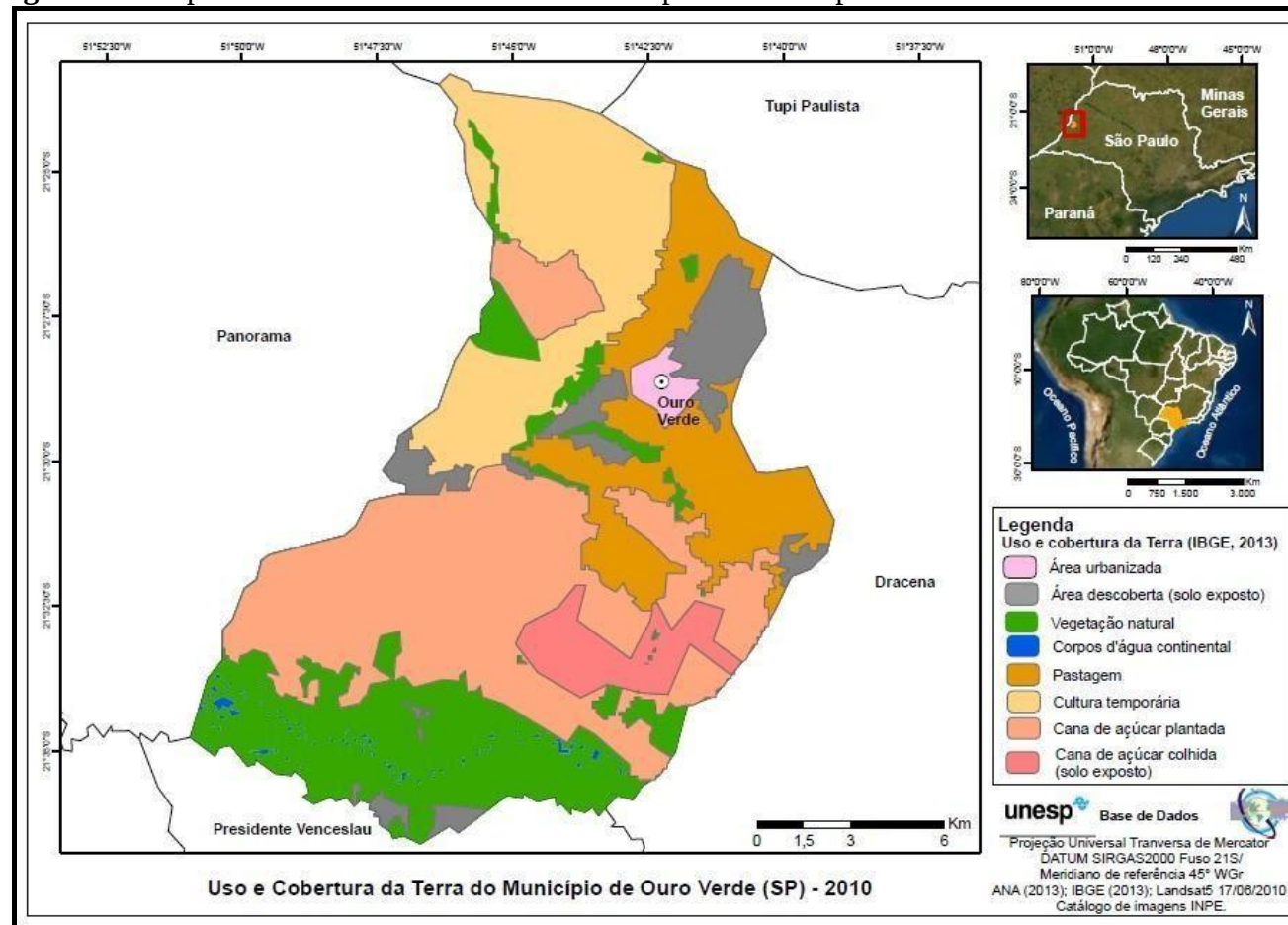
Organização: Abonízio (2021).

No ano de 2004, a área urbanizada correspondia a 270 hectares. A pastagem que, nesse momento, já estava em declínio no município, apresentava uma área de 5.131 hectares (valor correspondente a 19% da área), situadas no nordeste do município. Já as lavouras temporárias ocupavam uma área de 11.111 hectares (valor correspondente a 41% da área) ocupando áreas ao sul, centro e norte do município.

As áreas de solo exposto ocupavam uma área de 1.010 hectares, valor correspondente a 4% do total. A vegetação natural apresentava-se fragmentada com fragmentos a leste, oeste, nordeste, noroeste e a maior porção ao sul, chegando a ocupar uma área de 6.530 hectares (24% da área).

Por fim, a cultura da cana-de-açúcar, estava distribuída a sudeste do município, ocupando uma área 2.900 hectares, valor equivalente a 11% do total para o período representado.

Figura 12: Mapeamento do uso e cobertura da terra para o município de Ouro Verde-SP no ano de 2010.



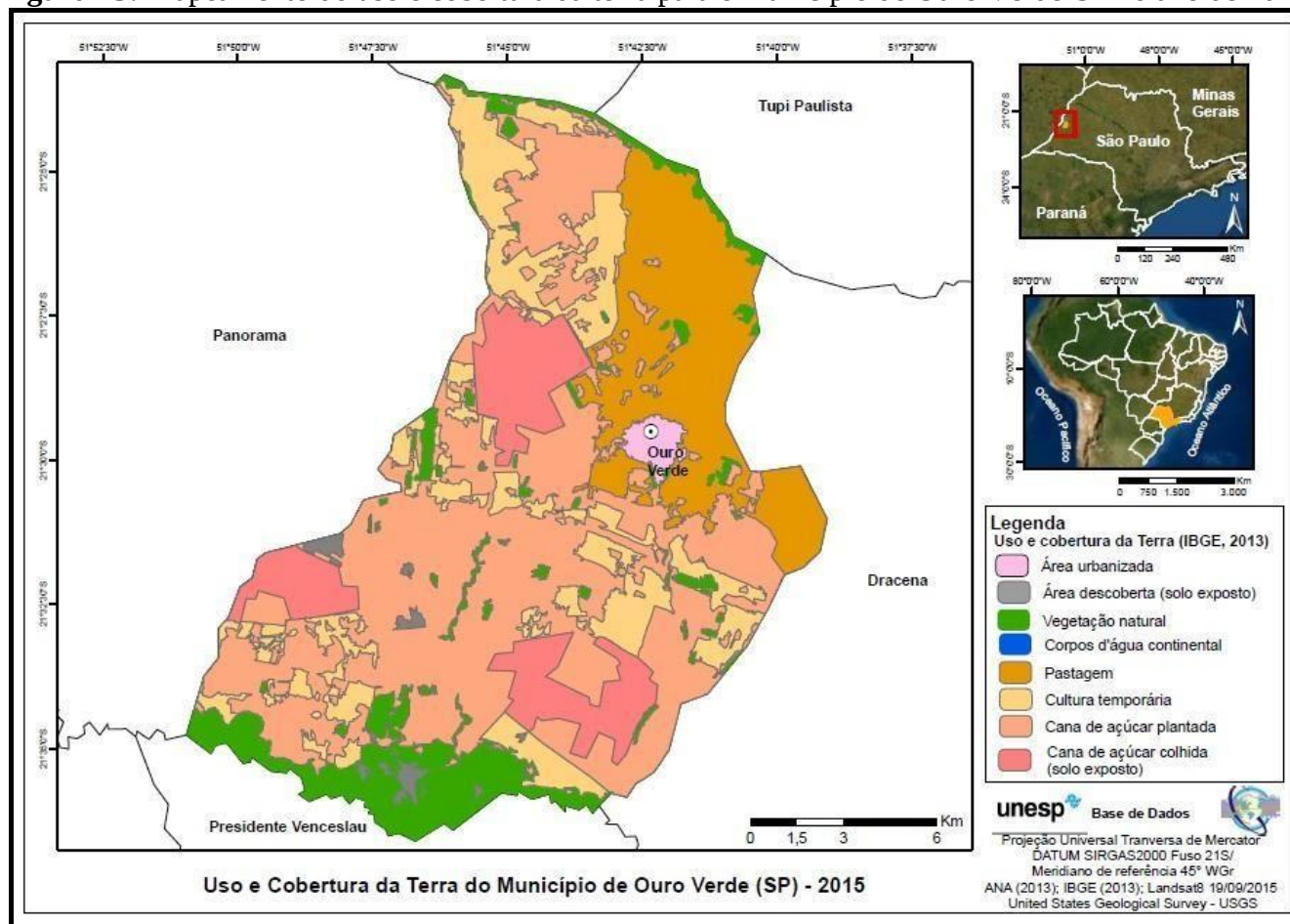
Organização: Abonízio (2021).

No período referente a 2010, a área urbana apresentou um valor de 380 hectares. Além disso, nota-se uma expansão da cultura da cana-de-açúcar, distribuídas ao sudoeste e sudeste e noroeste do município, ocupando uma área de 8.683 hectares (valor correspondente a 32% da área).

As áreas de pastagem por sua vez, estavam distribuídas a nordeste do município, ocupando uma área de 4.332 hectares (valor correspondente a 16%). As áreas de solo exposto representaram um total de 1.872 hectares (7% da área). As culturas temporárias ocupavam uma área de 4.765 hectares (valor correspondente a 18% da área).

A área urbanizada apresentou um acréscimo de 110 hectares (ocupando uma área de 380 hectares). Já a vegetação natural apresentou uma redução de área, apresentando um valor de 5.691 hectares (correspondente a 21% da área total), situados no sul e alguns fragmentos esparsos no sudoeste, porção central e também ao noroeste do município.

Figura 13: Mapeamento do uso e cobertura da terra para o município de Ouro Verde-SP no ano de 2015.



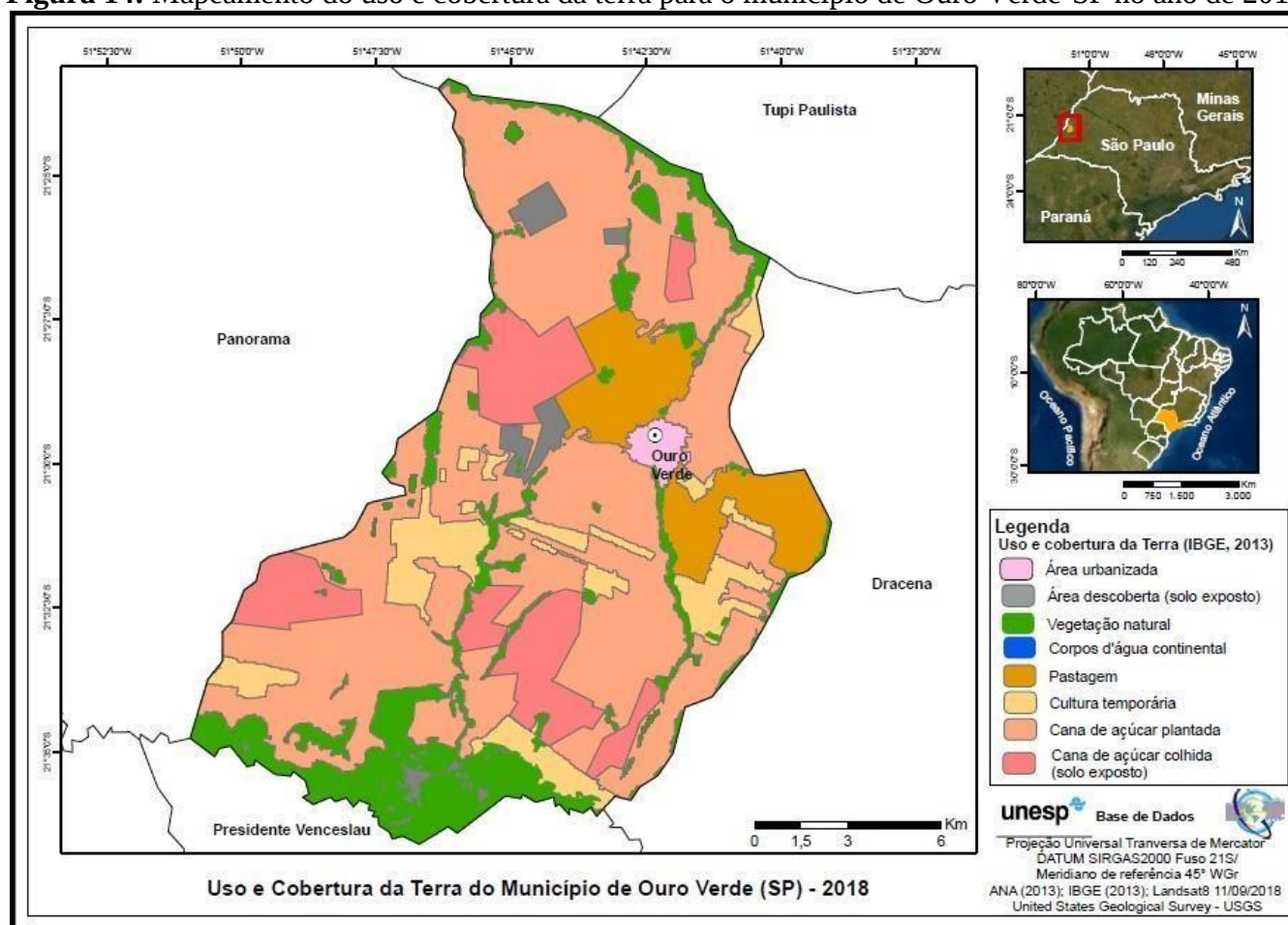
Organização: Abonízio (2021).

No ano de 2015, a área urbanizada permaneceu com os valores anteriores (380 hectares). As áreas de pastagens apresentaram um acréscimo de 150 hectares, ocupando uma área de 4.491 hectares, valor correspondente a 17% da área, situados a nordeste do município.

As áreas de lavoura temporária 4.549 hectares apresentaram uma redução de 216 hectares. Já a cana-de-açúcar plantada apresentou um acréscimo de 2.944 hectares, ocupando uma área de 11.627 hectares, valor equivalente a 43% da área.

As áreas de cultivo estão distribuídas na porção centro sul e norte do município. Já as áreas de vegetação natural apresentaram um decréscimo de 2.850 hectares, ocupando uma área de 2.841 hectares (valor equivalente a 11% do total).

Figura 14: Mapeamento do uso e cobertura da terra para o município de Ouro Verde-SP no ano de 2018.



Organização: Abonízio (2021).

No ano de 2018, a área urbana permaneceu com um valor de 380 hectares. As áreas de pastagens apresentaram um decréscimo de 2.058 hectares, ocupando uma área de 2.433 hectares (valor correspondentes a 9% do total) ocupando áreas esparsas situadas a nordeste e centro norte do município.

As áreas de solo exposto apresentaram um valor de 682 hectares (3% do total), localizadas na porção central e norte do município. As áreas de vegetação natural apresentaram um acréscimo de 1.033 hectares, ocupando um valor de 3.874 hectares, valor equivalente a 14% do total. Essas áreas apresentaram fragmentos esparsos pelo território, distribuídos ao norte, porção central e ao sul.

As lavouras temporárias apresentaram um valor de 2.370 hectares, 9% da área, distribuídas a sudeste e sudoeste do município. Por fim, a lavoura de cana-de-açúcar continuou a apresentar acréscimo de 2.413 hectares, ocupando uma área de 14.040 hectares, essas lavouras estavam distribuídas em 52% do território municipal, denotando uma expansão considerável no município.

Tabela 03: Evolução dos usos e ocupação da terra para os anos de 2004, 2010, 2015 e 2018.

Classes de usos	ÁREA (ha)			
	2004	2010	2015	2018
Área urbanizada	270	380	380	380
Área descoberta (solo exposto)	1.010	1.872	269	682
Vegetação natural	6.530	5.991	2.841	3.874
Cana de açúcar plantada	2.900	8.683	11.627	14.040
Cana de açúcar colhida	----	1.228	2.794	3.172
Cultura temporária	11.110	4.765	4.549	2.370
Pastagem	5.131	4.332	4.491	2.433
Total	26.951	26.951	26.951	26.951

Organizado por Abonízio (2021).

Observando a Tabela 03, destaca-se que, dentre as classes de usos da terra identificadas, a cana-de-açúcar plantada apresentou o maior aumento de área, contando com 11.140 hectares, apresentando uma variação percentual de 384% em relação aos anos de 2004 a 2018. Por outro lado, observamos a redução de atividades importantes para o município como, por exemplo, as áreas de pastagens que representam declínio de 2.698 hectares, revelando uma variação percentual de 111% entre os anos de 2004 a 2018. A vegetação natural também foi reduzida em 3689 hectares entre os anos de 2004 a 2015; contudo, no ano de 2018, apresentou aumento de 1.033 hectares, resultando no total de 3.874 hectares.

Dentro desse contexto, observa-se o papel concentrador desse cultivo, haja vista que à medida que se amplia a área cultivada da cana-de-açúcar, outras culturas importantes apresentaram redução da área de cultivo. Esse fator evidencia a importância econômica dessa cultura para o município de Ouro Verde, em virtude da expansão da cultura canavieira no estado de São Paulo, ganhando novo impulso a partir dos anos 2000, em virtude da opção pela produção de energias renováveis e a adoção dos modelos de automóveis *flex fuel*.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A monocultura canavieira se expandiu em Ouro Verde a partir de 2000 e foi responsável por gerar uma série de impactos socioambientais significativos para a localidade pesquisada. Do ponto de vista social, a expansão da cana-de-açúcar aumenta a concentração de terra e de renda no campo, dá origem a impactos sociais devido à sazonalidade do emprego e às migrações de trabalhadores que vêm para a região para trabalhar apenas no período de safra, desarticula as comunidades rurais e dificulta o desenvolvimento das atividades agropecuárias praticadas em pequena escala. No que diz respeito aos impactos ambientais, a expansão da monocultura canavieira provoca alteração na paisagem em virtude de sua homogeneização, poluição do solo, do ar e dos recursos hídricos em decorrência da utilização de agrotóxicos, morte de animais em decorrência das queimadas e a diminuição da biodiversidade.

Além dos impactos mencionados anteriormente, também constatamos que a expansão da cana-de-açúcar tem contribuído para a redução da produção das lavouras temporárias e permanentes e do número dos rebanhos. Tal situação evidencia a fragilidade em que se encontra a produção de alimentos na localidade analisada nesse contexto expansionista. A expansão da cana-de-açúcar proporcionou intensa reestruturação espacial, produtiva e econômica, bem como gerou impactos socioambientais significativos no município analisado. Dessa forma, é necessário ter precaução com a expansão da monocultura canavieira, pois futuramente seus impactos poderão tornar-se ainda mais prejudiciais para o município de Ouro Verde.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. **Manual de Conservação e Reuso de Água na Agroindústria Sucroenergética**. Brasília, DF: ANA, 2009.

AGUIAR, E. F. S.; SILVA, A. J. G., **Biorrefinarias - Rota Termoquímica**. In: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), Química Verde no Brasil: 2010-2030, Capítulo 2, Edição Revista e Atualizada, Brasília, CGEE, 2010.

AGUIARI, D. A. et al. **Expansão da cana-de-açúcar no estado de São Paulo: safras 2003/2004 a 2008/2009**. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal, 25-30 abril, 2009. p. 9-16.

ALCARDE, A. R. **Do Proálcool ao Flex fuel, etanol migrou do estado para o mercado**. Revista Visão agrícola n.8, p. 26-28, jan-jun 2008.

ARRUDA PINTO, R. S. **Indicadores de desempenho de frota de empresas agroindustriais canavieiras brasileiras**. Dissertação de mestrado apresentada a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

AZEVEDO, T. N. **Efeito da expansão do cultivo de cana-de-açúcar na composição da paisagem do estado de São Paulo**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Biociências do Departamento de Ecologia da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.

BACCARIN, J. G.; PEREIRA, R. L. **Expansão canavieira e a estrutura agrária no estado de São Paulo (Brasil) no período de 1975 a 2006**. Revista Pegada, vol. 17 n.2, dez. 2016.

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO – BNDES. **Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: BNDES, 2008.

BARRETO, C. A. **Agricultura e Meio Ambiente: percepções e práticas de sojiculturoes em Rio Verde - GO**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

BONSUCRO. **BetterSugarcaneInitiative**. Disponível em: <<http://www.bonsucro.com/members.html>>. Acesso: 16 mai. 2020.

BRASIL. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/ouro-verde/pesquisa/14/10193?tipo=grafico&indicador=10247>>. Acesso em: 14 jun. 2020.

_____. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa. **Cidades**. 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/ouro-verde/pesquisa/14/10193?tipo=grafico&indicador=10246>>. Acesso em: 14 jun. 2020.

_____. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa. **Cidades**. 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/ouro-verde/pesquisa/14/10193?tipo=grafico&indicador=10248>>. Acesso em: 14 ju. 2020.

_____. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa. **Cidades**. 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/ouro-verde/pesquisa/14/10193?tipo=grafico&indicador=10249>>. Acesso em: 14 jun. 2020.

_____. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa. **Cidades**. 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/ouro-verde/pesquisa/14/10193?tipo=grafico&indicador=10250>>.

_____. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa. **Cidades e Estados**. 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/ouro-verde.html>>.

_____. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal (2004 - 2018)**. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 jun. 2020.

_____. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal (2004 - 2018)**. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> acessado em: 15 jun. 2020.

_____. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal: culturas temporárias e permanentes**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_2017_v44_br_informativo.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2020.

_____. Senado Federal. **Novo Código Florestal é aprovado e volta à Câmara dos Deputados**. Disponível em: <<http://www12.senado.gov.br/codigoflorestal/news/novocodigo-florestal-e-aprovado-e-volta-a-camara-dos-deputados>>. Acesso em: 12 abr. 2020.

CARDONA, C.A.; QUINTERO, J.A.; PAZ, I.C.. **Production of bioethanol from sugarcane bagasse: Status and perspectives**. Bioresource Technology, v. 101, 2010. pp. 4754-4766.

CASTRO, N.J.; DANTAS, G.A; BRANDÃO, R. et al., 2008. **Bioeletricidade e a Indústria de Alcool e Açúcar: possibilidades e limites**. Rio de Janeiro, Synergia. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA. Especial temático mercado de trabalho do agronegócio: a dinâmica dos empregos formais na agroindústria sucroenergética de 2000 a 2016. Piracicaba, v. 1, n.2, 2018.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim de Acompanhamento da safra brasileira v. 4**. Safra 2017/18 n.4 - Quarto levantamento abril 2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>> Acesso em: 15 mai. 2020.

CORNELISSEN, S.; KOPER, M.; DENG, Y..**The role of bioenergy in a fully sustainable global energy system.**Biomass&Bioenergy, v. 41, pp. 21-33.2012.

CORRÊA NETO, V.; RAMON, D.. **Análise de Opções Tecnológicas para Projetos de Cogeração no Setor Sucroalcooleiro.** Setap. Brasília. 2002.

CORREIA, E. L. **Retomada do uso de álcool combustível no Brasil.** Dissertação (Mestrado) apresentada ao curso de Economia Aplicada da Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMPBRAPA. **Impacto Ambiental da Cana-de-Açúcar.** Disponível em: <<http://www.cana.cnpm.embrapa.br/setor.html>>. Acesso em: 20 mai. 2020.

EUROPEAN UNION.EuropeanComission.**Renewable Energy Directive – EU RED 2009/28/EC.**Disponível em: <<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:en.PDF>>. Acesso em: 10 mai. 2020. p. 42

FAAJI, A. P.C..**Bio-energy in Europe: changing technology choices.** Energy Policy, v. 34, 2006. pp. 322–342.

FERNANDES, B, M.; WELCH, C, A.; GONÇALVES, E. C. **Land Governance in Brazil.**Framingthe Debate Series, no. 2. ILC, Roma, 2012.

FINGUERUT, J.; MEIRELLES, A.; GUIRADERLLO, R. et al., **Fermentação, Hidrólise e Destilação.** In: CORTEZ, L.A.B.; LORA, E.E.S.; GÓMEZ, E.O. (organizadores), **Biomassa para Energia**, Capítulo 13, Campinas, Editora Unicamp, 2009.

FONTANETTI, C. S.; BUENO, O. C. (org.). Bauru: Canal 6, 2017. p. 275.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS - SEADE. **Informação dos Municípios Paulistas.** Disponível em: <<http://www.imp.seade.gov.br/frontend/#/>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

FURTADO, C. **Formação Econômica do Brasil.** 32 ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional. 2005.

GIL, I. C. **Nova Alta Paulista, 1930 – 2006: entre memórias e sonhos. Do desenvolvimento contido ao projeto político de desenvolvimento regional.** 2007. 395 f. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, 2007.

HOFSETZ, K.. SILVA, M.A..**Brazilian sugarcane bagasse: Energy and non energyconsumption.**Biomass& Bioenergy, v. 30, 2012. pp. 1-10.

IEA, International Energy Agency.**Biofuels for transport – an international perspective.**IEA. Paris. 2004.

IEA, International Energy Agency. **From 1st to 2nd – Generation Biofuel Technologies: an overview of current industry and RD e D activities**. IEA. Paris. 2008.

IEA, International Energy Agency. **Sustainable Production of Second Generation Biofuels – Potential and perspectives in major economies and developing countries**. IEA. Paris. 2010.

IEA, International Energy Agency. **World Energy Outlook 2011**. IEA. Paris. 2011.

IEA, International Energy Agency. **Key World Energy Statistics 2011**. IEA. Paris. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas do espaço rural brasileiro**. Coordenação de Geografia 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2020, 324 p.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA (IEA). **Setor Agropecuário: tendência de queda nos empregos formais em 2016**. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=14407>> acessado em: 20/02/2021.

JOVIANO, C. V. M. **Expropriação, luta e resistência: a questão camponesa no bairro “Maquininha”, município de Dracena-SP**. 2009. 172 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2009.

KITAYAMA, O.. **Tecnologia e operação de unidades de bioeletricidade a partir de biomassa de cana-de-açúcar – condições operacionais**. In: Cogeração de Energia a Bagaço de Cana no Estado de São Paulo. São Paulo. 2007.

KOJIMA, K.; RYAN, L.. **Transport Energy Efficiency – Implementation of IEA Recommendations since 2009 and next steps**. Information Paper. IEA. Paris. 2010.

LEITE, R. C. C.; LEAL, M.R.L.V.; CORTEZ, L.A.B. et al.. **Can Brazil replace 5% of the 2025 gasoline world demand with ethanol**. Energy, v. 34, 2009. pp. 655-661.

LELIS, L. R. M.; AVELINO JUNIOR, F. J. **A expansão da monocultura canavieira no município de Ouro Verde – SP**. Fórum Ambiental da Alta Paulista: Campo, Agronegócio e Práticas Sustentáveis. v.11, n.2, 2015.

LELIS, L. R. M.; HESPAHOL, R. A. M. **Dinâmica agropecuária do município de Dracena - SP: da cafeicultura à cana-de-açúcar**. Geografia em Questão, Marechal Cândido Rondon, v. 6, n. 2, 2013. p. 181-198. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/geoemquestao/article/view/7805>>. Acesso em: 30 jun. 2020.

MACEDO, I. C. et al. **Doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade**. São Paulo: UNICA, 2005.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. Departamento de Café, Cana-de-Açúcar e Agroenergia. **Produção Brasileira de Cana-de-açúcar, Açúcar e Etanol**. Disponível em:

<<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/agroenergia/arquivos-producao/PRODUOBRASILEIRADECANADEACARACAREETANOLatualizadoem19062018.pdf>>. Acessado em: 20 mai. 2020.

MICHELLON, E.; SANTOS, A. A. L.; RODRIGUES, J. R. A. **Breve descrição do Proálcool e perspectivas futuras para o etanol produzido no Brasil**. In SOBER, editor, XLVI Congresso Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Anais da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Brasília. 2008.

MIRALHA, W. **Questão agrária brasileira: origem, necessidades, perspectivas de reforma hoje**. Revista Nera, ano 9, n.8, jan/jun. 2008.

MME, Ministério de Minas e Energia; EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Resenha Energética Brasileira – Exercício de 2010 (preliminar)**. 2011.

MONBEIG, P. **Pioneiros e Fazendeiros de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, Pollis. 1984.

NOCELLI, R. C. F.; ZAMBON, V.; DA SILVA, O, G. M.; MORINI, M. S. DE CASTRO. **Histórico da cana-de-açúcar no Brasil: contribuições e importância econômica**. In: **Cana-de-açúcar e seus impactos: uma visão acadêmica**.

NOGUEIRA, L. A. H. (organizador). **Sugarcane-Based Bioethanol: Energy for Sustainable Development**. Rio de Janeiro, BNDES e CGEE. Rio de Janeiro. 2008.

NYKO, D.; FARIA, J. L. G.; MILANEZ, A. Y. et al.. **Determinantes do baixo aproveitamento do potencial elétrico do setor sucroenergético: uma pesquisa de campo**. BNDES Setorial, v. 33, 2011. pp. 421-476.

OHASHI, F. H. **O advento, crescimento, crise e abandono do Proálcool**. Monografia apresentada ao Curso de Ciências Econômicas da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2008.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. **Convenções ratificadas pelo Brasil**. Disponível em: <<http://www.oit.org.br/convention>>. Acesso em: 20 mai. 2020.

PISSINATO, B. **A cultura da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo entre 1950 e 2010: evolução histórica da área e da produtividade**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Economia. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba: 2014.

PORTAL BRASIL. **Sócias da Copersucar obtêm Bonsucro**. Disponível em: <<http://www.brasilagro.com.br/index.php?noticias/detalhes/12/39704>>. Acesso em: 05 mai. 2020.

RENTIZELAS, A. A.; TOLIS, A. J.; TATSIPOULOS, I. P.. **Logistics issues of biomass: The storage problem and the multi-biomass supply chain**. Renew Sustain Energy Rev, v. 13, 2009. pp. 887-894.

RISMILLER, C. W.; TYNER, W. E.. **Cellulosic Biofuels Analysis: Economic Analysis of Alternative Technologies**. Working Paper. Department of Agricultural Economics – Purdue University. Indiana. 2009.

RODRIGUES, A. P.; RODRIGUES, L. **A nova agenda do setor sucroenergético: o etanol e os desafios do mercado interno**. AgroAnalysis. v. 28, n.08, 2008. p.19-36.

RODRIGUES, D.; ORTIZ, L. **Em direção à sustentabilidade da produção de etanol de cana-de-açúcar no Brasil**. São Paulo: Vitae Civilis, 2006.

ROSILLO-CALLE, F.; BAJAY, S.V.; ROTHMAN, H. (organizadores). **Uso da Biomassa para Produção de Energia na Indústria Brasileira**. Campinas, Editora Unicamp. 2008.

SCHWARTZ, S. B. **Segredos internos: engenhos e escravos na sociedade colonial**. São Paulo: Companhia das Letras, 1988.

SEABRA, J. E. A.. **Avaliação técnico-econômica de opções para o aproveitamento integral da biomassa de cana no Brasil**. Tese de Doutorado. Unicamp. Campinas. 2008.

SEABRA, J. E. A., MACEDO, I. C.. **Comparative analysis for power generation and ethanol production from sugarcane residual biomass in Brazil**. Energy Policy, v. 39, 2011. pp. 421-428.

SEGATTI, S. **A expansão da agroindústria sucroalcooleira e a questão do desenvolvimento da Microrregião de Dracena – SP**. 2009. 153 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Presidente Prudente, 2009.

SOUSA, E. L.. **Etanol: Desafios e Oportunidades nos Mercados Nacional e Internacional**. In: II Workshop Infosucro/IE/UFRJ. Rio de Janeiro. 2009.

STOCKS, K. J.. **Discount rate for technology assessment: An application to y the energy sector**. Energy Economics, v. 6, 1984. pp. 177-185.

SZWARC, A.. **The Sugarcane Industry: an overview**. In: Deutsch Bank 4th Annual Brazil Agricultural Trip. São Paulo. 2010.

UNEP, United Nations Environment Programme. **The Emissions Gap Report 2012 – A UNEP Synthesis Report**. Nairobi. 2012.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR – ÚNICA. **Estatísticas 2011**. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/>>. Acesso em: 28 mai. 2020.

UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAM – UNEP. **Land Use, Land Use Change and Bioenergy**. Bioenergy Issue Paper Series, n. 01, s/d. Disponível em: <http://www.unep.fr/energy/bioenergy/issues/pdf/No%201_FINAL.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2020.

WALTER, A.; ENSINAS, A. V..**Combined production of second-generation biofuels and electricity from sugarcane residues**.Energy, v. 35, 2010. pp. 874-879.

Referências consultadas

BEDUN, M. R. **Os desafios da agricultura familiar camponesa frente à territorialização do agronegócio**: perspectivas para o município de Tupi Paulista e seu entorno regional. Dissertação (Mestrado em Geografia). 2012. 138 f. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas, 2012.

BERNARDES, G.; HOOGWILK, M.; BROEK, R..**The contribution of biomass in the future global energy supply: a review of 17 studies**. Biomass & Bioenergy , v.25, 2003. pp. 1-28.

BOERRIGTER, H..**Economy of Biomass-to-Liquids (BTL) plants**.Energy Research Centre of the Netherlands (ECN). 2006.

BORAT, O..**Efficiency improvement and superiority of steam injection in gas turbines**.Energy Convers, v. 22, pp. 13-18.1982.

CRAIG, K.R.; MANN, M.K..**Cost and performance analysis of Biomass Based Integrated Gasification Combined Cycle (BIGGCC) Power Systems**.National Renewable Energy Laboratory of the U.S Department of Energy. Colorado. 1996.

DENA, Deutsch Energie-Agentur. **Biomass to Liquid – BTL**.ImplementationReport.Berlin.p. 173.2006.

DIAS, M. O. S.; MODESTO, M.; ENSINAS, A. V. et al.. **Improving bioethanol production from sugarcane: evaluation of distillation, thermal integration, and cogenerations systems**.Energy, v. 36, 2011. pp. 3691-3703.

DIAS, M. O. S.; CUNHA, M. P.; JESUS, C. D. F. et al.. **Second generation ethanol in Brazil: Can it compete with electricity production**. .Bioresource Technology, v. 102, 2011. pp. 8964-8971.

ELIA, A. N. **Aspectos Ambientais da Cadeia do Etanol de Cana-de-açúcar – Painel I: Água na Indústria da cana-de-açúcar**. Disponível em: <http://www.apta.sp.gov.br/cana/anexos/Position_paper_painel1_andre.pdf>. Acesso: 03 jun. 2020.

HAMELINCK, C.N.; HOOIJDONK, G.; FAALJ, A.P.C..**Ethanol from lignocelulosic biomass: techno-economic performance in short-, middle- and long term**. Biomass e Bioenergy, v. 28, 2005. pp. 384-410.

HAMELINCK, C.N.; TIMENSEN, M.J.A.; FAALJ, A.P.C. et al..**FischerTropsch liquids and power from biomass gasification: exploration of the possibilities**. In: Outlook for Advanced Biofuels. Utrecht. 2004.

HENRICH, E.; WEIRICH, F..**Pressurized Entrained Flow Gasifiers for Biomass**.EnvironmtalEngineering Science, v. 21, 2004. pp. 53-64.

HENRIQUES, R. M.. **Potencial para a Geração de Energia Elétrica no Brasil com Resíduos de Biomassa através de Gaseificação**. Tese de Doutorado. PPE/COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro. 2009.

HOFFMANN, B. S. **O Ciclo Combinado com Gaseificação Integrada e a Captura de CO₂: uma solução para mitigar as emissões de CO₂ em termoeletricas a carvão em larga escala no curto prazo?**. Dissertação de Mestrado. PPE/COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro. 2010.

HOFFMANN, B.S.; SZKLO, A.. **Integrated gasification cycle combined and carbon capture: A risky option to mitigate CO₂ emissions of coal fired power plants**. Applied Energy, v. 88, 2011. pp. 3917-3929.

JURADO, F.; CANO, A.; CARPIO, J..**Modelling of combined cycle power plants using biomass**.Renewable Energy, v. 28, 2003. pp. 743-753.

KAUSCHIK, S.C.; DUBEY, A.; SINGH, M..**SteamRankine cycle cooling system: analysis and possible refinements**. Energy Convers, v. 35, 1994. pp. 871-886.

KIM, S.; DALE, B. E. **Indirect land use change for biofuels: Testing predictions and improving analytical methodologies**. Biomass and Bioenergy, v. 35, n. 07, 2011.p. 3235 3240.

KREUTZ, T.G.; LARSON, E.D.; LIU, G. et al..**Fischer-Tropsch Fuels from Coal and Biomass**. In: 25th Annual International Pittsburgh Coal Conference. Pittsburgh, Pennsylvania, EUA. 2008.

LANDGRAF, F. J.G. **Dados da Planta Piloto de Gaseificação do Bagaço**. 2011.

LARSON, E.D.; WILLIAMS, R.H.; LEAL, M. R.L.V..**A review of biomass integrated gasifier/gas turbine combined cycle technology and its application in sugarcane industries, with an analysis for Cuba**. Energy for Sustainable Development, v. 1, 2001. pp. 54-76.

LORA, E.E.S.; ANDRADE, R.V.; SANCHEZ, C.G. et al. **Gaseificação**. In: CORTEZ, L.A.B.; LORA, E.E.S.; GÓMEZ, E.O. (organizadores), **Biomassa para Energia**, Capítulo 9, Campinas, Editora Unicamp, 2009.

NAE, Núcleo de Assuntos Estratégicos. **Biocombustíveis**. Cadernos NAE n.o 2. Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República - Secretária de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica. Brasília. 2005.

NEVES, M. A.; KIMURA, T.; SHIMIZU, N.; NAKAJIMA, M..**State of the Art and Future Trends of Bioethanol Production**.Dynamic Biochemistry, Process Biotechnology and Molecular Biology. 2007.

NOGUEIRA, L. A. H.; LORA, E. E. S.. **Dendroenergia: fundamentos e aplicações**. 2ª. Edição, Rio de Janeiro, Editora Interciência. 2003.

PEREIRA JÚNIOR, N. **Biorrefinarias - Rota Bioquímica**. In: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), Química Verde no Brasil: 2010-2030, Capítulo 1, Edição Revista e Atualizada, Brasília, CGEE, 2010.

RAJ, N. T.; INIYAN, S.; GOIC, R..**A review of renewable energy based cogeneration technologies**. Renew Sustain Energy Rev, v.15, 2011. pp.3640-3648.

SALAM, P. A.; KUMAR, S.; SIRIWARDHANA, M..**The status of biomass gasification in Thailandia and Cambodia**.Energy Environment Partnership – Asian Institute of Technology. 2010.

SCHROEDER, D..**An Introduction to Thermal Physics**, Addison Wesley.2000.

SHI, X.; AGNEW, B.; CHE, D. et al..**Performance enhancement of conventional combined cycle power plant by inlet air cooling, inter cooling and LNG cold energy utilization**. AppliedThermalEngineering, v. 30, 2010. pp. 2003-2010.

SZKLO, A. S; TOLMASQUIM, M. T.; SOARES, J. B..**Mercado de Gás Natural na Indústria Química e no Setor Hospitalar do Brasil**. Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ/PETROBRAS. 2003.

TALEBNIA, F..**Ethanol Production from Cellulosic Biomass by Encapsulated Saccharomyces cerevisiae**.Tese de Doutorado.Department of Chemical and Biological Engineering – Chalmers University of Techonolgy.Göteborg, Suécia. 2008.

WALTER, A.; NOGUEIRA, L. A. H..**Sistemas de Produção de Eletricidade a partir da Biomassa**. Biomassa para Energia. In: CORTEZ, L.A.B.; LORA, E.E.S.; GÓMEZ, E.O. (organizadores), Biomassa para Energia, Capítulo 17, Campinas, Editora Unicamp, 2009.

SOUZA, Z..**Geração de Energia Elétrica Excedente no Setor Sucroalcooleiro**. Tese de Doutorado. Departamento de Engenharia de Produção/Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2003.