



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – UNIOESTE

CAMPUS DE TOLEDO - PR

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM BIOENERGIA EM NÍVEL  
DE MESTRADO



**MESTRADO EM  
BIOENERGIA**

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E CONJUNTURA ATUAL DAS USINAS DE  
BIOCOMBUSTÍVEIS DA REGIÃO SUL DO BRASIL

ADRIANO FERREIRA GUIMARÃES

TOLEDO – PR

2017



**MESTRADO EM  
BIOENERGIA**

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E CONJUNTURA ATUAL DAS USINAS DE  
BIOCOMBUSTÍVEIS DA REGIÃO SUL DO BRASIL

ADRIANO FERREIRA GUIMARÃES

Dissertação IV apresentada como requisito parcial de avaliação para a obtenção do título de Mestre do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Bioenergia, nível de Mestrado, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *campus* de Toledo, com área de estudo nos Impactos Ambientais.

**Orientador: Prof.º Dr. Edson Antônio da Silva**  
**Coorientadora: Prof.ª Dra. Ana Paula Colavite**

TOLEDO – PR

2017



## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, que me deu forças para chegar até aqui, para toda minha família e aos meus amigos que estiveram ao meu lado durante toda esta etapa e que me ajudaram sempre. Meus agradecimentos por terem aceitado se privar de minha companhia pelos estudos, concedendo a mim a oportunidade de me realizar ainda mais.



## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado força, graça e paciência durante todo este curso, pela perseverança e garra para a conclusão deste trabalho.

O sucesso desta etapa só foi possível graças ao apoio, à colaboração e a confiança de muitas pessoas que ajudaram a torná-lo uma realidade.

Quero agradecer a minha mãe Vera Lúcia pela força e pelo carinho, às minhas irmãs Fernanda e Rosana e a minha sobrinha Isadora Machado pela graça de sua existência.

Agradeço também aos meus amigos, em especial à Adriane Mendes Dantas pela confiança, pela amizade e pelo amor demonstrado durante todos os anos de amizade, que acreditou em mim mesmo quando eu não acreditava mais, por ter me ajudado nos momentos difíceis, me auxiliado com palavras de carinho de ânimo e conforto.

Considero essencial agradecer, a coorientadora, Professora Doutora Ana Paula Colavite que acreditou, investiu e dedicou seu tempo, seu conhecimento e sua experiência no projeto, participando de cada etapa, demonstrando não só profissionalismo mas também uma grande amizade. Sua confiança e participação foram fundamentais para a concretização deste trabalho.

E por fim, agradeço também ao orientador professor Doutor Edson Antonio da Silva, pois sem o seu auxílio, este trabalho não existiria.



## **Epígrafe**

“Todo aquele que se dedica ao estudo da ciência chega a convencer-se de que nas leis do Universo se manifesta um Espírito sumamente superior ao do homem, e perante o qual nós, com os nossos poderes limitados, devemos humilhar-nos.”



**MESTRADO EM  
BIOENERGIA**

Albert Einstein

GUIMARÃES, A. F. **Distribuição Geográfica e Conjuntura Atual das Usinas de Biocombustíveis da Região Sul Do Brasil**. 2017. Dissertação (Mestrado em Bioenergia), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2017.

## **RESUMO**

A busca por soluções alternativas para a produção de energia de forma limpa e menos agravante ao meio ambiente vem sendo discutida e fomentada pelos governos há algumas décadas e tem crescido desde a década de 1970 após a crise do petróleo. A preocupação com a poluição ambiental e com a emissão de gases causadores do efeito estufa, tem resultado em estudos dos impactos ambientais causados, sobretudo pela queima de combustíveis fósseis. Estes estudos tem reforçado cada vez mais a importância da produção em escala comercial dos biocombustíveis. Na atualidade, existem muitas pesquisas referentes ao tema, porém, não foram encontrados estudos específicos sobre a distribuição espacial das usinas produtoras de biocombustíveis da região sul do Brasil, bem como sua relação com fatores edafoclimáticas como: o clima, o relevo, o tipo de solos e outras características como o escoamento da produção que influenciaram em sua instalação, sendo este, o objetivo principal dessa pesquisa. Neste ensaio, buscou-se apresentar a distribuição espacial das usinas produtoras de biocombustíveis dos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, cadastradas na Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível - ANP, os quais foram associados aos dados de produção de matéria prima, adquiridos na plataforma do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e aos dados de produção de carnes, gorduras animais, soja e cana-de-açúcar no site do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, ademais sobrepostos à estes foram adicionadas as possíveis vias de escoamento da produção, dados estes adquiridos na Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT. Dentre os resultados obtidos constatou-se que o Rio Grande do Sul é o maior produtor de biodiesel da Região Sul, possuindo dez usinas que utilizam a soja como matéria-prima para a produção; já o estado do Paraná, por sua vez, mesmo sendo o segundo maior produtor de soja do Brasil, é o maior produtor de etanol, com 29 usinas a partir da cana-de-açúcar; a produção de Santa Catarina é inexpressiva, com apenas uma usina de biodiesel de soja. A utilização de gordura animal na Região Sul é quase inexistente, mesmo sendo esta, a maior produtora aviária e suína do país, demonstrando um potencial ainda inexplorado regionalmente.

**Palavras-chave:** Biodiesel; Etanol; Região Sul; Distribuição Geográfica.



## ABSTRACT

The search for alternative solutions for clean and less environmentally friendly energy production has been discussed and fostered by governments for some decades and has grown since the 1970s following the oil crisis. Concern about environmental pollution and the emission of greenhouse gases has resulted in studies of the environmental impacts caused, above all by the burning of fossil fuels. These studies have increasingly reinforced the importance of commercial-scale production of biofuels. At the present time, there is a lot of research related to the subject, however, no specific studies on the spatial distribution of the biofuel production plants of the southern region of Brazil have been found, as well as their relation with edaphoclimatic factors such as: climate, relief, type of Soils and other characteristics such as the flow of production that influenced its installation, this being the main objective of this research. The purpose of this paper was to present the spatial distribution of the biofuel production plants of the states of Paraná, Santa Catarina and Rio Grande do Sul, registered at the National Agency of Petroleum, Natural Gas and Biofuel - ANP, which were associated with production data Of raw material, purchased on the platform of the Brazilian Institute of Geography and Statistics - IBGE, and data on the production of meat, animal fats, soy and sugarcane on the website of the Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply (MAPA). These were added the possible ways of disposal of the production, data acquired from the National Land Transport Agency (ANTT). Among the results obtained, it was verified that Rio Grande do Sul is the largest producer of biodiesel in the South Region, with ten plants that use soybean as raw material for production; While the state of Paraná, in turn, is Brazil's second largest producer of soybeans, the largest producer of ethanol, with 29 sugarcane mills; The production of Santa Catarina is inexpressive, with only one soybean biodiesel plant. The use of animal fat in the Southern Region is almost non-existent, even though this is the largest poultry and pork producer in the country, showing a potential still unexplored regionally.

**KeyWords:** Biofuel; Ethanol; South region; Geographic Distribution.



## Sumário



LISTA DE FIGURAS .....	08
LISTA DE TABELAS .....	10
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	11
<b>1.0 - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2.0 – FONTES DE ENERGIA.....</b>	<b>17</b>
2.1 ENERGIAS NÃO RENOVÁVEIS.....	17
2.2 ENERGIAS RENOVÁVEIS .....	19
2.2.1 Biomassa .....	19
2.2.2 Biocombustíveis .....	20
2.2.2.1 Biodiesel.....	25
2.2.2.2 Etanol.....	29
2.2.2.3 Proálcool.....	34
2.3 MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL .....	36
2.4 MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA.....	39
2.5 ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO (ZAE) .....	42
<b>3.0 – ESTRUTURA DOS TRANSPORTES .....</b>	<b>45</b>
3.1 TRANSPORTE RODOVIÁRIO .....	49
3.2 TRANSPORTE FERROVIÁRIO.....	52
3.3 - TRANSPORTE DUTOVIÁRIO .....	56
3.4 TRANSPORTE HIDROVIÁRIO.....	56
3.5 TRANSPORTE MULTIMODAL E INTERMODAL.....	58
<b>4.0 – IMPACTOS AMBIENTAIS E SOCIOECONOMICOS.....</b>	<b>60</b>
4.1 – CANA-DE-AÇÚCAR.....	64
4.1.1 – Queimada .....	67
4.1.2 – Vinhaça .....	69
4.2 SOJA .....	70
4.3 TRANSPORTE.....	71
4.4 – IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS.....	74
4.5 DESENVOLVIMENTO REGIONAL .....	76
<b>5.0 – ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>76</b>
<b>6.0 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>79</b>
<b>7.0 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>86</b>
7.1 BIOETANOL E BODIESEL DE SOJA.....	92
7.2 BODIESEL A PARTIR DA GORDURA ANIMAL .....	100
7.3 ESCOAMENTO DA PRODUÇÃO .....	105
7.4 ANÁLISES DOS QUESTIONÁRIOS.....	107
<b>8.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>113</b>
<b>9.0 – REFERÊNCIAS.....</b>	<b>116</b>



## LISTA DE FIGURAS



Figura 01: Gráfico dos Maiores produtores de Biocombustíveis do mundo em 2010 .....	22
Figura 02: Usos da Soja .....	27
Figura 03: Usos da Cana-de-açúcar .....	32
Figura 04: Gráfico da Evolução e Projeção das Safras de Cana-de-açúcar .....	34
Figura 05: Gráfico da Matriz Energética Mundial.....	38
Figura 06: Gráfico da Matriz Energética Mundial por Tipo de Fonte.....	39
Figura 07: Gráfico da Matriz Energética Brasileira, 2015.....	39
Figura 08: Gráfico de Disponibilidade de energia no Brasil em 2015 .....	40
Figura 09: Gráfico de Oferta de Energia no Brasil em 2015 .....	41
Figura 10: Zoneamento Agroecológico da Cultura de Cana-de-açúcar na Região Sul do Brasil.....	44
Figura 11: Tanque Reboque para Transporte de Cargas Líquidas Inflamáveis.....	48
Figura 12: Bitrem para Transporte de Cargas Líquidas Inflamáveis (2 Reboques).....	48
Figura 13: Gráfico da Matriz Energética de Diferentes Países .....	49
Figura 14: Reboque Tipo Romeu e Julieta para Transporte de Cana-de-açúcar.....	51
Figura 15: Exemplo de Bitrem Para Transporte de Grãos.....	52
Figura 16: Vagão Hopper para Transporte de Grãos .....	53
Figura 17: Mapa Ferroviário do Brasil .....	54
Figura 18: Vagão Tanque para Transporte de Cargas Inflamáveis.....	55
Figura 19: Mapa das Hidrovias do Brasil .....	58
Figura 20: Exemplo de Queimada na Lavoura de Cana-de-açúcar e Impactos à Fauna .....	67
Figura 21: Aplicação da Vinhaça na Lavoura por Meio de Dutos .....	69
Figura 22: Mapa da Área de Estudo: Região Sul do Brasil .....	76
Figura 23: Print do Programa Power Point.....	82
Figura 24: Print do Programa CorelDraw.....	83
Figura 25: Print da Tabela de Atributos do Mapa da Produção de Cana-de-açúcar no Paraná.....	83
Figura 26: Print do Programa Qgis na produção de soja do Estado de Santa Catarina.....	84
Figura 27: Mapa da Localização das Usinas.....	90
Figura 28: Mapa da Classificação Climática Segundo Koppen .....	91
Figura 29: Mapa da Produção de Soja por estado em 2015.....	95
Figura 30: Mapa de Produção de Cana-de-açúcar no Estado do Paraná por Tonelada .....	97
Figura 31: Mapa de Produção de soja em grãos em Santa Catarina em 2012 por Toneladas .....	98
Figura 32: Mapa de Produção de Soja em grãos no Rio Grande do Sul em 2007 Por Toneladas.....	99
Figura 33: Produção por Matéria-prima no Período de 2014 a 2016 .....	103
Figura 34: Gráfico da Evolução da Cana e da Soja no Brasil.....	104
Figura 35: Gráfico da Evolução da Cana e da Soja na Região Sul do Brasil .....	104
Figura 36: Mapa Rodoviário e Ferroviário com a Localização das Usinas Produtoras de Biocombustíveis da Região Sul do Brasil.....	106
Figura 37: Mapa de Localização dos Municípios das Usinas Respondes do Questionário .....	108



**MESTRADO EM  
BIOENERGIA**

<b>Figura 38: Usina Bandeirantes - USIBAN .....</b>	<b>109</b>
<b>Figura 39: BSbios – Marialva – com destaque ao terminal ferroviário anexo .....</b>	<b>110</b>
<b>Figura 40: Nova Produtiva em Astorga .....</b>	<b>111</b>
<b>Figura 41: Bocchi Industria e Comércio de Cereais Ltda em Ibiraiaras .....</b>	<b>112</b>



## LISTA DE TABELAS



Tabela 01: Classes dos produtos perigosos conforme a ONU.....	46
Tabela 02: Os 10 Maiores Produtores de Produtos Químicos do Mundo: .....	<a href="#">47</a>
Tabela 03: Tipos de Transporte de Cana, Capacidade de Carga e seu Consumo.....	50
Tabela 04: Projetos e conclusões de novas malhas ferroviárias .....	53
Tabela 05: Esquema dos Impactos dos Ciclos de Biocombustíveis de Biomassa.....	62
Tabela 06: Uso médio de Água em Usinas com Destilaria Anexa .....	65
Tabela 07: Participação dos Modais de Transporte nos Custos Ambientais – em %.....	70
Tabela 08: Usinas de Biocombustíveis na Região Sul.....	86
Tabela 09: Produção Diária em Metros Cúbicos (m <sup>3</sup> ) por Matéria-prima: .....	88
Tabela 10: Produção de Soja e Cana-de-açúcar por Região do Brasil em 2013.....	93
Tabela 11: Total de Produção de Soja e Cana-de-açúcar por Estado em 2013 .....	93
Tabela 12: Maiores produtores de Soja (Estados) .....	94
Tabela 13: Maiores Produtores de Soja (Municípios do Paraná).....	95
Tabela 14: Número de Abates Por Ano no Paraná.....	100
Tabela 15: Produção por Usina entre 2014 e 2016.....	102



## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- ALL – América Latina Logística
- ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
- ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres
- APA – Área de Proteção Ambiental
- BEN – Balanço Energético Nacional
- Ca - Cálcio
- CNI – Confederação Nacional das Indústrias
- Cfa – Clima Temperado Subtropical
- Cfb – Clima Temperado Oceânico
- CFN – Companhia Ferroviária Nordeste
- CH<sub>4</sub> - Metano
- CNT – Confederação Nacional dos Transportes
- CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono
- CTC – Centro de Tecnologia Canavieira
- CVRD – Companhia Vale do Rio Doce
- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
- EFC – Estrada de Ferro Carajás
- EFVM – Estrada de Ferro Vitória a Minas
- EPE – Empresa de Pesquisa Energética
- FCA – Ferrovia Centro-Atlântica S.A
- FERROBAN – Ferrovia Bandeirantes S.A
- FERROESTE – Estrada de Ferro Paraná Oeste S.A
- FTC – Ferrovia Tereza Cristina S.A
- HFC - Hidrofluorcarbonetos
- IAA – Instituto do Açúcar e Alcool
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
- IICA – Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura
- IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
- IAPAR – Instituto Agrônomo do Paraná
- K - potássio
- M<sup>3</sup> - Metros Cúbicos



MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário

Mg - Magnésio

MME – Ministério de Minas e Energia

MRS – Malha Regional Sudeste da Rede Ferroviária Federal S.A

N - Nitrogênio

N<sub>2</sub>O – Óxido Nitroso

NO<sub>2</sub> – Óxido de Nitrogênio

OPEP – Organização Mundial dos Países Exportadores de Petróleo

ONU – Organização das Nações Unidas

P – Fósforo

PFC – Perfluorcarbonetos

PIB – Produto Interno Bruto

SEAB – Secretaria da Agricultura e Abastecimento

SF<sub>6</sub> – Hexafluoreto de Enxofre

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SO<sub>2</sub> – Dióxido de Enxofre

SO<sub>x</sub> – Óxido de Enxofre

ÚNICA – União da Indústria de Cana-de-açúcar

ZAE – Zoneamento Agroecológico



## 1.0 - INTRODUÇÃO



Nas últimas décadas, os crescimentos populacional, industrial e econômico, têm-se apresentado como grandes problemas para a demanda de energia. As Matrizes energéticas mais utilizadas no mundo são de origens fósseis como o petróleo, o gás natural e o carvão mineral que, por serem reservas naturais e finitas, sua escassez são eminentes. A queima de combustível fóssil causa impactos ambientais de escala planetária, sendo consideradas as principais emissoras de gases poluentes na atmosfera causadoras do efeito estufa, tais como o dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) entre tantos outros (RODRIGUES, 2010).

Diante deste cenário, a obtenção de fontes energéticas menos poluentes tem sido um desafio da sociedade moderna e, as fontes renováveis tem se apresentado como a melhor alternativa. Além de apresentarem menor impacto ambiental, as fontes renováveis utilizam recursos naturais que não são esgotáveis e estão disponíveis em todo o planeta e, dentre as principais fontes renováveis, as que mais se destacam são: energia hidrelétrica; energia solar; energia maremotriz; energia geotérmica e; a energia da biomassa.

A biomassa é todo combustível que provém da natureza, seja por meio natural, ou por meio industrial, tais como resíduos orgânicos, plantas oleaginosas e aminoácidos, biogás, dentre outros. É o combustível mais antigo do mundo, sendo a madeira utilizada para alimentar o fogo desde os tempos remotos. Através da Biomassa se produzem diversos tipos de biocombustíveis, por meio de diferenciados processos. Podendo este ser utilizado da forma pura, ou adicionado ao diesel mineral o que aumenta a lubricidade do diesel, diminuindo as emissões de gases poluentes, que além de ser biodegradável não exige mudanças na configuração dos motores.

Na queima dos biocombustíveis, segundo a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP (2012) pode-se destacar que a emissão do dióxido carbônico ( $\text{CO}_2$ ) é de 48% menor em relação aos combustíveis fósseis, consistindo em um considerável ganho ambiental.

A pesquisa sobre o biocombustível não é recente, se iniciou no começo do Século XX com Rudolf Diesel em 1900, com a utilização do óleo de amendoim como combustível, mas o projeto perdeu forças nos anos seguintes e retomados em dois períodos da história. O primeiro, foi durante as grandes guerras mundiais, com os conflitos armados entre as maiores potências do mundo a obtenção de petróleo tornou-se muito difícil. O segundo período se deu



a partir de 1973, com a crise do petróleo. A crise levou a política dos maiores produtores mundiais de petróleo, agora unidos na OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo), a reduzir a produção mundial o que aumentou freneticamente o valor do barril de petróleo, forçando cientistas e governos a buscarem alternativas para o combustível fóssil, sendo a produção de biocombustíveis a mais viável (BIODIESELBR, 2016).

A bioenergia não é uma alternativa capaz de solucionar o problema energético, mas tem condições de substituir parcialmente os combustíveis fósseis nos meios de transportes (GOLDEMBERG et al., 2008). Por conta desse cenário, o Brasil introduziu em sua matriz energética em 2005 o biodiesel, tendo como objetivos iniciais uma participação de 2% ao diesel mineral (B2), e sua obrigatoriedade teve início a partir de 2008 (ANP, 2012).

Com a crescente demanda mundial por processos energéticos mais limpos e viáveis nos aspectos socioeconômicos e ambientais, se expande a cada ano o mercado de biocombustíveis no Brasil e no mundo. O governo brasileiro vem tratando com destaque deste tema no cenário internacional, sendo este, o maior produtor de etanol a partir da cana-de-açúcar do mundo. A tecnologia da produção de energia, a partir de fontes renováveis, tem de fato enorme relevância sobre as mais diversas áreas, favorecendo significativamente as possibilidades de desenvolvimento econômico e social de muitos países, principalmente os mais pobres e os países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil. A necessidade de se criar alternativas à matriz energética mundial é um problema enfrentado pela maioria dos países e devem ser resolvido com o máximo de urgência e neste cenário o etanol brasileiro constitui uma alternativa comprovadamente viável (RODRIGUES, 2010).

O Brasil é um dos pioneiros nos estudos de energias renováveis com sua história dos biocombustíveis datando do início do século XX, quando começaram as primeiras experiências com a produção de energia a partir da cana-de-açúcar. A criação do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA), em 1933, apontava para o crescente desenvolvimento dessa tecnologia. Entrou em destaque na produção de biocombustíveis definitivamente a partir da década de 1970 com o advento do PROALCOOL – Programa Nacional do Alcool, que objetivou a substituição dos combustíveis veiculares derivados do petróleo, por álcool. Com este programa, o Brasil foi o país que mais investiu em biocombustíveis do mundo. Em termos de produção, perdeu a liderança para os Estados Unidos nas últimas duas décadas. Porém, a maior produção de etanol a partir da cana-de-açúcar, ainda é brasileira, os Estados Unidos produzem etanol a partir do milho (BIODIESELBR, 2016; RODRIGUES, 2010).



Sabe-se que questões físico-geográficas como o relevo, a pedologia, a altitude, a latitude e o clima interferem de forma significativa no desenvolvimento da agricultura, da pecuária e da silvicultura, e são essas características regionais que influenciam na produção de matérias-primas específicas para a produção do biocombustível, determinando dessa forma, a viabilidade da inserção de uma nova usina, por isso, o Brasil se destaca na produção devido sua vasta extensão territorial e grande variedade de matérias-primas. Cabe destacar que o Brasil também tem destaque na utilização da energia hidrelétrica. Mas, segundo Bauen (2005), o potencial hidráulico do Brasil é grande, porém, somente 20% dele são explorados. Estima-se que cerca de dois terços do restante desse potencial esteja na região Amazônica, distante dos principais centros consumidores de energia do país.

Contudo, como toda produção de biomassa e energia hidrelétrica, as culturas energéticas provocam impactos que podem ser positivos ou negativos, reversíveis ou não. Há de se chamar a atenção para a carência de pesquisas acerca dos eventos ambientais e, inclusive, sociais que a produção e consumo dos biocombustíveis como supostas soluções alternativas poderiam gerar, sobretudo, em relação à sua efetiva contribuição para a construção de uma sociedade, de fato, sustentável (RODRIGUES, 2010).

Desta forma, a presente pesquisa propôs o estudo da distribuição espacial das usinas produtoras de biocombustíveis da Região Sul do Brasil, buscando responder os seguintes questionamentos: - Como estão distribuídas as Usinas produtoras de biocombustíveis da Região Sul do Brasil por tipologia de matéria-prima? Quais as condições edafoclimáticas que favorecem a disponibilidade de matérias-primas para a produção de biocombustíveis? Como está caracterizado o sistema de escoamento da produção? E, quais os impactos socioeconômicos e ambientais dessa cadeia de produção?

Atualmente a ANP possui o registro 48 usinas produtoras de biocombustíveis na Região Sul. Porém, mesmo com essas informações disponíveis, não foram encontrados mapas ou georreferenciamentos sobre a localização destas usinas nem sua correlação com a disponibilidade de matéria-prima e a posição geográfica em termos de infraestrutura de transportes.

Este trabalho dissertativo está dividido em três tópicos. No primeiro foi realizada uma abordagem teórica sobre: os conceitos relacionados à bioenergia; breve histórico sobre o desenvolvimento da mesma no Brasil e no mundo; um panorama sobre a matriz energética mundial e a brasileira; os impactos socioeconômicos e ambientais sobre a cadeia produtiva



dos biocombustíveis a partir da soja, da cana-de-açúcar e da gordura animal e; a articulação das usinas em redes de produção de biocombustíveis.

No segundo tópico, são apresentados os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa, destacando os softwares utilizados, os passos para construção dos mapas e tessitura das análises, bem como a origem da fonte dos dados. E por fim, o terceiro tópico abarca os resultados obtidos (mapas, gráficos, tabelas) e suas respectivas análises e discussões, com base nos quais buscou-se identificar a distribuição espacial das usinas produtoras de biocombustíveis e as variáveis correlacionadas: acesso e produção de matéria prima; tipologia de usina e acessibilidade às vias de escoamento e seus impactos ambientais e socioeconômicos.



## 2.0 – FONTES DE ENERGIA



Em qualquer país, a estrutura energética é um dos elementos mais decisivos da economia e da geopolítica, por isso é considerado um setor estratégico. A produção industrial, o sistema de transportes e telecomunicações, a saúde, a educação, o comércio, a agricultura, enfim, todas as atividades dependem de energia (ALVARENGA, 2015).

Todos os países almejam a autossuficiência energética e baixos custos na produção de energia, para que as atividades econômicas não fiquem dependentes dos preços das fontes importadas. Até recentemente, a grande preocupação ao se optar por determinada fonte de energia se restringia ao preço, mas, atualmente, em muitos países essa opção também está voltada à busca de fontes que sejam renováveis e limpas. Mas para atingir esses objetivos há a necessidade de se racionalizar o uso da energia observando as estratégias que causam menores impactos econômicos, sociais e ambientais.

O homem sempre buscou novas fontes de energia e sustentabilidade de sua matriz energética. Mas o fato se agravou quando percebeu que as reservas de combustíveis fósseis são limitadas além de possuírem altas taxas de gases poluentes em sua combustão. Mediante esse fato, na atualidade, muita importância é dada à energia renovável, obtida através de fontes naturais capazes de se regenerar.

As fontes energéticas podem ser divididas em dois grandes grupos: as fontes não renováveis como energias nucleares e os combustíveis fósseis, sendo o seu aproveitamento irreversível e que gera resíduos prejudiciais ao meio ambiente e; as fontes renováveis, como a energia eólica, solar, maremotriz, de biomassa entre outras, sendo a sua utilização eficiente e gera menores impactos ao meio ambiente que a energia não renovável.

### 2.1 ENERGIAS NÃO RENOVÁVEIS

A previsão de esgotabilidade das fontes fósseis e a elevação de seus preços no mercado internacional, aliadas às legislações ambientais de preservação do meio ambiente nas últimas décadas, vêm demandando pesquisas para a busca de fontes alternativas de energia. As energias não renováveis são aquelas formadas pela fossilização da matéria orgânica em tempos geológicos recuados, com altas pressões e elevadas temperaturas além das ações de bactérias anaeróbicas. Podem ocorrer de forma sólida (carvões), líquida (petróleo bruto) e gasosa (gás natural).



A descoberta do petróleo modificou significativamente a sociedade, a economia e o espaço dos países em desenvolvimento nos últimos dois séculos. Sem dúvidas o petróleo foi uma das maiores alavancas para o crescimento econômico do planeta. No final do século XIX, John D. Rockefeller, graças à venda de querosene, tornou-se o homem mais rico dos Estados Unidos. Neste período, a gasolina era somente um subproduto inútil do petróleo, com baixo valor de mercado. Cenário este modificado após o desenvolvimento da máquina de combustão movido à gasolina (COSTA; VIDEIRA, 2009).

O petróleo é sem dúvida a fonte de energia mais utilizada em todo mundo, seguido do carvão mineral e do gás natural, juntos ainda somam mais de 80% de toda energia utilizada (RODRIGUES, 2010). Nos próximos anos, a China e a Índia que são os países mais populosos do mundo e tendem a utilizar mais dos recursos fósseis do que os demais países. Já nos países desenvolvidos e alguns emergentes, haverá redução na participação percentual dos combustíveis fósseis e o aumento das fontes renováveis em suas matrizes energéticas, principalmente da biomassa, da energia eólica e solar.

A geração de energia a partir dessas fontes não renováveis possibilitou o crescimento econômico e industrial principalmente no período pós Revolução Industrial. Com esse crescimento desenfreado e sem políticas ambientais satisfatórias, a baixa qualidade do ar em grandes cidades, devido à emissão de poluentes veiculares e industriais, em meados de 1970 aumentou o interesse pela pesquisa de fontes de energias alternativas, de origem não fóssil e menos poluente.

A utilização dos combustíveis fósseis apresenta, contudo, grandes desvantagens, pois, liberam grandes quantidades de gases tóxicos e poluentes como o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), sendo estes, os principais gases causadores do efeito estufa (RODRIGUES, 2010; HALL et al., 2005). A utilização do carvão mineral, petróleo e gás natural como fontes energéticas provocam alterações graves ao nível do solo, da atmosfera e dos recursos hídricos, principalmente devido às altas taxas de emissões de gases poluentes que provocam chuvas ácidas e a acidificação dos solos.

A preocupação com o meio ambiente se intensificou na Convenção do Clima no Rio de Janeiro – RIO92 e a subsequente assinatura do Tratado de Quioto em 1997, estas, estabeleceram responsabilidades para as nações signatárias da Convenção (RODRIGUES, 2010). Ratificado em 2005, o Protocolo de Quioto estabeleceu metas quantitativas para a redução da emissão de gases de efeito estufa pelos países desenvolvidos, com base nos níveis de emissões do ano de 1990 (RODRIGUES, 2010). Sendo assim, a partir deste, muitos países



passaram a buscar fontes de energia menos poluentes. Nesse contexto, a utilização crescente de fontes renováveis de energia é a melhor alternativa na busca da sustentabilidade ambiental, econômica e social.

## 2.2 ENERGIAS RENOVÁVEIS

As fontes de energias renováveis são provenientes de recursos naturais que se renovam constantemente de um modo sustentável, mesmo depois de serem usadas para gerar eletricidade ou calor. Essas fontes não agredem tanto o meio ambiente quanto as energias não renováveis, por esse motivo, também são chamadas de energias limpas, pois são fornecidas pela natureza, e no caso da energia eólica, hidrelétrica, solar e da maremotriz, são infinitas e não emitem gases tóxicos nocivos a saúde humana.

### 2.2.1 Biomassa

A biomassa é uma fonte renovável de produção de energia limpa em larga escala suficiente para desempenhar um papel expressivo no uso de energias renováveis e na criação de uma sociedade ambientalmente mais consciente. A sua utilização em larga escala no setor energético geram impactos econômicos, sociais e ambientais muito positivos (ROSSILLO-CALLE et al., 2005).

Os resíduos industriais, residenciais, agrícolas e florestais apresentam grande potencial energético, e não apenas os plantios energéticos, como a cana-de-açúcar que é plantada especificamente para serem convertidos em energia. Segundo Rossillo-Calle et al. (2005), mesmo sendo uma energia primitiva, seu potencial ainda não totalmente explorado.

A energia a partir da biomassa não é mais um combustível de sociedades pobres como se tinham idealizado há tempos atrás, cada vez mais, tem se tornado combustível de sociedades ricas e conscientes da importância da preservação do meio ambiente. Para Rossillo-Calle et al. (2005):

O uso da biomassa é considerado há muito tempo um sinônimo de pobreza e subdesenvolvimento. Como a biomassa é pouco usada nos países industrializados e muito usada nos países em desenvolvimento, o que se conclui é que os países desenvolvidos continuam usando combustíveis “comerciais”, como o petróleo, gás, carvão mineral, energia hidráulica e nuclear, enquanto os países pobres continuam a usar – da mesma forma como tem feito há décadas – combustível “não comercial”, numa clara demonstração de subdesenvolvimento. p.19.



Segundo os autores, a demanda por biomassa tende a crescer consideravelmente no futuro. Primeiro pelo crescimento dos países em desenvolvimento, já que estes apresentam quase um terço de toda população mundial, e são os mais representativos no uso da biomassa que os demais países. Outra questão são as questões ambientais e as novas tecnologias que surgirão permitindo o aperfeiçoamento na produção da matéria-prima, diminuindo os impactos causados ao meio ambiente e aumentando a eficiência da produção.

A biomassa tem um potencial muito maior do que é explorado e usado atualmente, principalmente no que diz respeito ao melhor aproveitamento das florestas existentes e de outros recursos da terra. Tem sido utilizada, sobretudo, nas usinas de papel e celulose, e na agroindústria, principalmente na indústria do açúcar e do álcool (BAUEN, 2005). Dos combustíveis gerados a partir da biomassa, os que mais se destacam são os carvões vegetais, e os biocombustíveis.

Os combustíveis da biomassa podem ser divididos em três tipos: os sólidos; os líquidos e; os gasosos. Os combustíveis sólidos são: a madeira, o carvão vegetal, os restos orgânicos como o bagaço da cana-de-açúcar e as gorduras animais. Os combustíveis líquidos são os etanóis, os biodieseis, ou quaisquer outros líquidos obtidos pela transformação da matéria orgânica por processos químicos ou biológicos. Já os combustíveis gasosos, são aqueles obtidos pela transformação natural ou industrial de restos orgânicos, como o biogás e o gás metano coletados em aterros sanitários.

### 2.2.2 Biocombustíveis

A agricultura energética tem despontado no cenário mundial como uma grande oportunidade para promover profundas mudanças no agronegócio. Essa nova base energética abre oportunidades para os grandes benefícios sociais decorrentes da geração de empregos, além da valorização do campo e do trabalhador rural, aumentando dessa forma, a variedade de culturas. Mas a ideia de aproveitar os óleos vegetais como matéria-prima para combustíveis não é nova. Segundo Sastry e Murthy (2012), entre 1911 e 1912, Diesel afirmava:

O motor a diesel pode ser alimentado por óleos vegetais, e ajudará no desenvolvimento agrícola dos países que vierem a utilizá-lo... O uso de óleos vegetais como combustível pode parecer insignificante hoje em dia. Mas com o tempo irão se tornar tão importante quanto o petróleo e o carvão são atualmente.

Os primeiros modelos de motores a diesel eram de injeção compressão e para isso eram alimentados por petróleo filtrado, óleos vegetais e também óleos de peixes. Com a



mudança para injeção direta desses motores, impossibilitou o uso de óleos vegetais, que apresentavam dificuldade em obter uma boa combustão devido à alta viscosidade. Com isso, aumentou a utilização do gasóleo (produto resultado dos resíduos petrolíferos) devido ao preço acessível e abundância, dessa forma, o óleo vegetal foi deixado de lado e a evolução do motor só se deu a partir de combustíveis fósseis, devido a esta evolução, o petróleo ganhou importância. Mas, o uso deste combustível deixava depósitos de carbono nos cilindros e injetores, necessitando de manutenção intensiva (VENTURA, 2010).

Em 1937, o cientista belga G. Chavanne, com o intuito de resolver esses problemas, descobriu a transesterificação o qual diminuía a viscosidade do óleo vegetal e melhorava seu processo de combustão no interior do motor. Dessa forma, os investigadores chineses em 1988 adotaram o nome biodiesel ao óleo vegetal transesterificado para descrever a sua utilização como combustível em motores do ciclo diesel (OSAKI; BATALHA, 2008).

Segundo Knothe (2001), na década de 1930, o governo francês incentivava experiências com óleos de amendoim, com o objetivo de se obter independência energética das principais potências. Com a Segunda Guerra Mundial, o abastecimento de petróleo foi cortado, com isso, passaram a utilizar o óleo vegetal como substituto do combustível fóssil. Entre Bruxelas e Louvain (Bélgica) nos anos de 1941 e 1942 havia frotas de autocarros que utilizavam óleos e palma como combustível.

Com o fim da guerra e o reabastecimento do petróleo, o desenvolvimento dos combustíveis de origem vegetal foi praticamente abandonado, até a crise energética entre 1973 e 1974, que elevou os preços em até 300%, promovendo uma nova queda na distribuição do petróleo e uma reativação no mercado das energias renováveis, que voltaram a ser uma promissora alternativa.

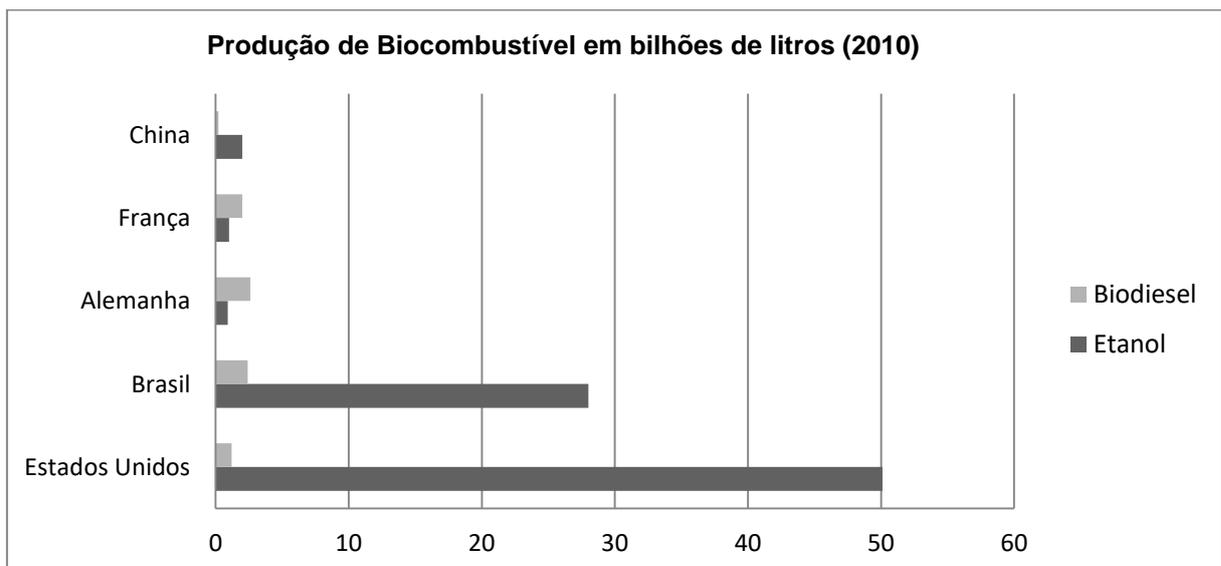
A crise energética que se iniciou na década de 1970, e a força dos movimentos ambientalistas da época, desencadearam um processo mais efetivo de busca por fontes renováveis de energia. Das alternativas existentes, foi valorizada a ideia do uso de biocombustíveis que incluem a utilização da produção agrícola para fins energéticos. E esse é um dos maiores desafios que os combustíveis renováveis enfrentam, a disponibilidade de matérias-primas capazes de atender às expectativas dos programas energéticos sem causar impacto na produção de alimentos (SUAREZ et al., 2009).

O biodiesel, em comparação com o óleo diesel extraído do petróleo reduz em até 78% as emissões de gás carbônico, além da redução da fumaça e eliminação quase que completa do dióxido de enxofre (HOLANDA, 2004).



Se por um lado a indústria de biocombustível encontra problemas quanto à questão das culturas de plantas oleaginosas competirem com a disponibilidade de áreas destinadas a produção de alimentos, de outro, as gorduras graxas residuais (tanto de origem doméstica quanto industrial) oferecem matéria-prima para a indústria da energia, representando equilíbrio entre a produção alimentícia e energética, tendo em vista que no Brasil, cerca de 500 mil toneladas de gorduras são provenientes do abate de animais, gerando um enorme volume de passivo ambiental para os frigoríficos que a produzem (SUAREZ et al., 2009).

Com a crise, o Brasil lançou posteriormente o Programa Nacional do Álcool (Proálcool) em 1975. A partir daí, tornou-se um dos maiores produtores de biocombustíveis do planeta, ficando atrás somente dos Estados. A Alemanha, França e China figuram como 3º, 4º e 5º colocados em produção de biocombustíveis, porém muito distantes dos dois primeiros colocados. Na produção de biodiesel, se percebe que a Alemanha é a maior produtora do mundo conforme o gráfico (figura 01).



**Figura 01: Gráfico dos Maiores produtores de Biocombustíveis do mundo em 2010**

Adaptação: Guimarães, A. F. 2016

Fonte: BiodielBr (2016)

Em relação à produção, os combustíveis se dão de diversas formas, através de plantas oleaginosas, das plantas produtoras de sacaroses e amidos e, da gordura animal e residual. Cada país tem suas características próprias e condições específicas para a produção de diferentes matérias-primas para o biocombustível. Variações como o clima, relevo, solo entre outros. Por esse motivo, a produção do biocombustível pode ser realizada em qualquer lugar.

Os combustíveis obtidos por processos de fermentação de açúcares monossacarídeos e dissacarídeos, obtidos por simples fermentação de sacarose ou por processos prévios de pré-



tratamento ou transformação, com a transesterificação para obtenção do biodiesel a partir de óleos vegetais, são chamados de combustíveis de primeira geração. Já os combustíveis de segunda geração, passam por tratamentos de açúcares mais complexos para em seguida ocorrer a fermentação. Os combustíveis de terceira geração estão relacionados a obtenção de óleos a partir de algas e bactérias fotossintéticas (BROWN; BROWN, 2012).

Segundo Ventura (2010), o biocombustível pode ser definido como um combustível, líquido ou gasoso, para transportes, produzido a partir produtos e resíduos provenientes da agricultura (vegetais e animais) e dos resíduos industriais e urbanos. Os biocombustíveis são divididos em:

- Bioetanol – Biocombustíveis obtidos através do etanol, cuja matéria-prima seja a celulose;
- Biodiesel – Biocombustível biodegradável obtido através de plantas oleaginosas e gorduras animais;
- Biogás – Biocombustível gerado pela fermentação anaeróbica da decomposição da matéria orgânica de origem animal ou vegetal;
- Biocombustível Sintético - hidrocarbonetos sintéticos ou misturas de hidrocarbonetos sintéticos produzidos a partir de biomassa;
- Bioéter Dimetílico – Éter Dimetílico produzido a partir da biomassa;
- Biohidrogênio – Hidrogênio produzido a partir da biomassa;
- Biometanol – Metanol produzido a partir da biomassa.

A substituição dos combustíveis tradicionais, derivados do petróleo, por outros de origem vegetal, é de extrema importância na atualidade, principalmente na defesa do meio ambiente. Mesmo sendo o biocombustível o mais indicado, a produção dos combustíveis renováveis provoca impactos negativos, como por exemplo, a queimada da cana-de-açúcar para a produção do Etanol, pois além de empobrecer o solo, a monocultura substitui a agricultura familiar, e o corte da planta, quando manual, submete aos trabalhadores condições insalubres e o uso excessivo da vinhaça que modifica as propriedades do solo.

O biodiesel e o bioetanol são os biocombustíveis mais produzidos no Brasil. Em relação a matéria-prima, o grande líder na produção de biodiesel no Brasil é a soja, e logo na sequência, o sebo bovino. A Mamona foi uma grande aposta para a produção do biodiesel, principalmente na região nordeste do país, porém, sem resultados expressivos, fez com que a mesma, perdesse espaço para o Pinhão-mansão e o Crambe (BIODIESELBR, 2016).



Em relação ao bioetanol, no Brasil o maior índice de produção tem como base a cana-de-açúcar, que faz parte da economia brasileira desde o seu descobrimento pelos portugueses em 1500, sendo o etanol assim, a maior parte dos biocombustíveis do país (ÚNICA, 2016).

O Brasil possui climas que favorecem na biodiversidade de diversas cultas, os climas tropical e subtropical, conta ainda com uma extensa área territorial de solo fértil e agricultável, favorecendo uma ampla diversidade de matérias-primas para a produção de óleo vegetal, o qual é obtido a partir das chamadas plantas oleaginosas (BIODIESEL BR, 2016). A vasta extensão territorial permite o uso das terras para o desenvolvimento de culturas energéticas e alimentares, sem que ocorra competição entre as mesmas Além disso, foi um dos pioneiros nos estudos de bioenergia através da biomassa, desde a década de 1970, sendo ele o país que mais investiu em biocombustíveis no mundo. Perdendo a liderança para os Estados Unidos nas duas ultimas décadas, assim, o segundo maior produtor de biocombustíveis do mundo.

Segundo o IBGE, 72.434.134 milhões de hectares são destinados à agricultura no Brasil, dos quais 27,9 milhões (38,58%) são destinados à soja e 10,2 milhões (14,11%) à cana-de-açúcar. Sendo o Brasil o segundo maior produtor de soja do mundo, atrás dos Estados Unidos, e o maior exportador do grão. Segundo a Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento – SEAB (2016), o Paraná teve um acréscimo de 33% de área plantada entre 2006 e 2015. Passando de 3,93 milhões de hectares, para 5,24 milhões.

Atualmente o Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, seguido pela Índia e China, sendo a planta, a terceira cultura temporária mais cultivada em território nacional, atrás da soja e do milho. O estado de São Paulo é o maior produtor de cana, açúcar e etanol do país, seguido pelo estado do Paraná. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a indústria sucroalcooleira paulista produziu cerca de 21 milhões de toneladas de açúcar e 11,6 bilhões de litros de etanol, que representam, respectivamente, 58,7% e 51,2% do total produzido no Brasil, em 2012. O valor econômico dessa cultura é tão alto para o Brasil que possui monitoramento via satélite, abrangendo toda a região centro-sul do país.

No Paraná uma das primeiras plantas pilotos para a produção de biocombustíveis foi criada no início da década de 1980. Em paralelo ao desenvolvimento tecnológico foi construída na Cooperativa Agroindustrial de Maringá (Cocamar) uma planta piloto cuja matéria-prima para a produção do biodiesel era o caroço do algodão. Na mesma época, uma planta piloto foi produzida pela Cooperativa Agropecuária Mourãoense Ltda. (Coamo), na



cidade de Campo Mourão, utilizando a soja como principal matéria-prima para a produção de biodiesel (OTTMANN, 2003).

#### 2.2.2.1 – Biodiesel

A terminologia biodiesel é muito discutida no meio científico e acadêmico. Segundo Araújo (2008) e Tamasevic et al. (2003), o biodiesel refere-se ao combustível obtido de fontes renováveis, sendo a redução de emissão de gases poluentes sua principal característica. O biodiesel é produzido através do processo químico chamado transesterificação, de óleos vegetais ou gorduras animais. Tem propriedades físico-químicas semelhantes ao óleo diesel mineral, podendo estes, serem utilizado em motores ciclo diesel sem muitas alterações.

Conforme Ventura (2010 p.41) “O biodiesel pode ser obtido através da reação entre óleos vegetais ou gordura animal, com álcoois primários (normalmente metanol ou etanol) na presença de um catalisador (geralmente hidróxido de sódio ou potássio)”.

A composição típica do biodiesel é de 77% de carbono, 12% de hidrogênio, 11% de oxigênio e traços de enxofre e nitrogênio, resultando na baixa emissão de compostos tóxicos (TOMASEVIC et al., 2003).

Segundo Kohlhepp (2010) do ponto de vista positivo ao meio ambiente, a utilização do biodiesel apresenta diminuição da emissão de gases poluentes, como 48% de redução no monóxido de carbono e 67% de hidrogênio carburado.

O biodiesel é um combustível produzido a partir de fontes renováveis, como óleos vegetais, residuais e gordura animal, desta forma, apresenta uma serie de vantagens sociais e ecológicas. Podendo este ser utilizado da forma pura, ou adicionado ao diesel mineral o que aumenta a lubricidade do diesel, diminui as emissões de gases poluentes, além de ser biodegradável e não exigir mudanças nos motores. Ainda sobre o biodiesel vale salientar:

- É um combustível não tóxico, pois a utilização de biodiesel provoca redução substancial na emissão de monóxido de carbono e material particulado. Além disso, é livre de enxofre e aromáticos, o que impede a formação de fuligem (FUKUDA et al., 2001).
- A minimização da poluição é tão significativa em relação ao diesel fóssil que o governo brasileiro, desde 2005 pelo decreto 5.488, lei 11.097, vem estimulando a produção e comercialização de biodiesel (BATISTA, 2007).

Conforme Encarnação (2008), no aspecto social a produção de biodiesel gera empregos no plantio das matérias-primas, nas assistências técnicas nas propriedades rurais,



nas usinas e na distribuição do produto. Outra vantagem atribuída a produção de biodiesel é que a produção varia de acordo com a disponibilidade de matéria-prima de cada região, além disso, o biodiesel é facilmente obtido, armazenado e transportado, pois o risco de explosão é baixo (ARAÚJO, 2008).

Segundo Ferrari et al. (2005), a utilização de biodiesel como combustível vem apresentando um potencial promissor no mundo inteiro, sendo um mercado que está em constante crescimento devido, em primeiro lugar, a sua enorme contribuição ao meio ambiente, com a redução qualitativa e quantitativa dos níveis de poluição ambiental, principalmente nos grandes centros urbanos. Em segundo lugar, como fonte estratégica de energia renovável em substituição ao óleo diesel e outros derivados do petróleo.

Países como França, Áustria, Alemanha, Bélgica, Reino Unido, Itália, Holanda, Finlândia, Estados Unidos, Japão e Suécia vêm investindo significativamente na produção e viabilização comercial do biodiesel, através de unidades de produção com diferentes capacidades. Também se pode dizer que para o Brasil esta é uma tecnologia bastante adequada, devido à disponibilidade de óleo de soja e de álcool etílico derivado da cana-de-açúcar. No entanto, a comercialização do biodiesel ainda apresenta alguns gargalos tecnológicos, surgindo como obstáculos para sua comercialização o preço da matéria-prima e os custos operacionais devido à produção não ser em escala tão grande (FERRARI et al., 2005).

Segundo Ventura (2010), os principais benefícios ambientais do biodiesel são:

- Alta biodegradabilidade;
- A emissão de gases é menor;
- O Biodiesel é derivado de matérias renováveis;
- O fato de aproveitar os óleos alimentares usados e as gorduras animais contribui para a diminuição dos resíduos em aterros sanitários;
- É constituído de carbono neutro. As plantas capturam todo o CO<sub>2</sub> emitido pela queima do Biodiesel e separam o CO<sub>2</sub> em Carbono e Oxigênio, neutralizando as emissões;
- Reduz as emissões de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), uma vez que o biodiesel é um combustível que não contém enxofre;
- Uma mistura B20 tem uma redução, em cerca de 15% das emissões de Monóxido de Carbono (CO) e partículas, e em cerca de 20% das emissões de hidrocarbonetos;



- Permite o uso de catalisadores para melhorar a combustão e minimização de gases de escape, devido o fato de não conter enxofre;
- O ponto de ignição é superior (acima dos 150°C) ao dos combustíveis tradicionais tornando-o menos perigoso e;
- A combustão do biodiesel é mais completa que a do diesel de petróleo.

Como percebido, a produção de biodiesel minimiza os impactos ambientais causados pelos combustíveis. No Brasil 90% da produção atual de biodiesel são produzidos da soja. Além do óleo de dendê e babaçu no Norte e Nordeste (Pará, Maranhão e Bahia), mamona na Bahia, algodão e girassol no Sudeste e Centro-Oeste (KOHLHEPP, 2010). Praticamente toda soja produzida no aqui é destinada à produção de ração animal e de óleos vegetais (cozinha e biodiesel).

O Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo atrás somente dos Estados Unidos. A soja é responsável por mais de 82% da produção de biodiesel o Brasil, de acordo com a ANP (2015), seguido da gordura bovina, com 16%. A região Centro-Oeste é responsável pela produção de quase a metade do grão produzido no país, seguido pela região sul, juntas somam mais de 80% da produção nacional. Uma pequena parcela da soja produzida no Brasil é destinada à fabricação do biodiesel e, segundo o Ministério da Agricultura a produção de biodiesel através da soja é capaz de reduzir em até 78% das emissões de gases causadores do efeito estufa na atmosfera. Dos usos da soja, pode-se dizer que o grão tem três finalidades principais: o uso doméstico; o farelo usado para a produção de ração animal e; o óleo, sendo este de uso alimentício ou combustível conforme a figura 02 a seguir:



**Figura 02: Usos da Soja**

Adaptação: Guimarães, A. F. (2016)

Fonte: Agrosoja Brasil (2016)

A soja é muito conhecida pela extração do óleo vegetal e de seu subproduto, o farelo, porém, são diversos os usos e aplicações, seja da planta (brotos, caule, folhas, flores e raízes) ou do grão. Os brotos são utilizados, sobretudo em saladas. Os grãos inteiros da soja podem ser assados ou tostados, sendo estes, consumidos puros ou inseridos em outros alimentos de



forma integral ou moído. Também são utilizados para a produção de leite de soja, de sorvete, de iogurte, de tofu tempeh, de missô e molho. O farelo da soja é rico em proteínas e são utilizados para a alimentação de gados, suínos, aves domésticas e peixes. Já em relação ao óleo extraído da planta, são destinados para a produção de biodiesel e para uso alimentício. Na cozinha pode ser usado como óleo de saladas, de cozinha e de frituras e, aplicados também na fabricação de maionese, margarinas, chocolates, produtos de panificação em geral e suplementos. Outras aplicações do óleo de soja estão na indústria de tintas de pinturas em geral, sabões e detergentes. E por fim, em todas as partes da planta, há nutrientes específicos que são utilizados para fins terapêuticos, farmacêuticos e medicinais, além do seu uso na indústria de cosméticos (MISSÃO, 2006; EMBRAPA, 2009).

Inserida pelos imigrantes japoneses nas florestas subtropicais do Rio Grande do Sul, a soja (*Glycine max L.*), assim como os feijões e as lentilhas, é originária da Ásia e, pertence à família das leguminosas, sendo ela trazida para o Brasil no Século XIX. A fronteira do plantio da soja deslocou-se, no final dos anos de 1960, para o norte do Paraná, substituindo grande parte do café, erradicada pelas fortes geadas (COY; LUCKER, 1993).

O deslocamento do plantio da soja foi realizado por fazendeiros do sul do Brasil que conseguiram comprar terras a preços baixos, transformando-as em agriculturas modernas e produtivas. Nesta época, a mudança da estrutura agrícola do Centro-Oeste do Brasil somente pôde ser realizada com o apoio de programas governamentais de incentivo à agricultura (Proterra, Plolocentro, Proceder), sendo estes, destaques no desenvolvimento agrário do Brasil (COY; LUCKER, 1993). A cultura da soja foi a que mais apresentou crescimento no segmento agroindustrial na metade do século XX no Brasil, o que justifica sua importância econômica para o país (BARBOSA; ASSUMPCÃO, 2001).

Já em relação ao biodiesel de gordura animal, mesmo sendo o país um grande produtor de carnes, a produção ainda é baixa. A gordura animal, ou usualmente chamado de sebo, é um subproduto animal proveniente dos frigoríficos. Normalmente é descartada ou recolhida para a fabricação de ração animal (SEVERGNINI, 2011). A maior diferença entre a produção de biodiesel de soja e gordura, é que a gordura animal já é passivo ambiental (resíduo), ou seja, não há a necessidade de plantar e competir com a produção de alimentos, no caso da soja, pois a matéria



#### 2.2.2.2 – Etanol



A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) foi trazida de Portugal para o Brasil por Martim Afonso de Souza na Ilha da Madeira no início do século XVI. Martim foi responsável pela instalação do primeiro engenho brasileiro, localizado em São Vicente no ano de 1532. Mais tarde, muitos outros se espalharam pela costa brasileira, sobretudo no litoral dos estados do Pernambuco e Bahia, principais produtores de cana-de-açúcar no período colonial. A localização dos engenhos, próximo ao litoral, facilitava o escoamento da produção, diminuindo a espera do produto até o mercado consumidor europeu. Alguns engenhos evoluíram e transformaram-se futuramente em usinas de cana (MATTOS, 1942; BRAUNBECK, 2005; RODRIGUES, 2010).

Segundo Rodrigues (2010), a cultura da cana surgiu no Brasil pela necessidade de se colonizar, defender e explorar as riquezas do território, que até o momento, não tinha tanta importância econômica para Portugal. A escolha da cana levou em consideração a qualidade do solo, propício para o cultivo, e pela alta cotação do produto mediante o mercado europeu naquela época, sendo o açúcar um produto capaz de gerar valiosos lucros, tornando-se então, o alicerce econômico da colonização portuguesa no Brasil entre os séculos XVI e XVII.

A partir do século XVIII, a cana-de-açúcar começa a perder espaço para a borracha e o café, em 1889, no período da Proclamação da República, ocupava o terceiro lugar nas exportações brasileiras e em 1910, havia caído para o sexto lugar (RODRIGUES, 2010). Neste mesmo período, na Europa, os franceses desenvolveram uma tecnologia para obtenção do açúcar a partir da beterraba (BRAUNBECK; CORTEZ, 2005).

A expansão do ciclo da cana-de-açúcar deixou heranças desastrosas com o avanço das fronteiras agrícolas sobre as áreas naturais, sobretudo no bioma da Mata Atlântica. Os manejos e práticas agrícolas resultaram na contaminação das águas e dos solos, além do extenso desmatamento em território nacional (RODRIGUES; ORTIZ, 2006).

Historicamente, a cana-de-açúcar sempre foi um dos principais produtos agrícolas do Brasil e, atualmente, o país está novamente na primeira posição no ranking mundial da cultura. Desde sua introdução no período colonial, a cana se tornou uma das principais culturas da economia nacional com as maiores taxas de expansão do mundo (NEVES; CONEJERO, 2007). A agroindústria canavieira nacional é tecnicamente qualificada e com os menores custos de produção do mundo, além de contar com bom potencial para aumento da produção.



Reconhecido mundialmente como o líder na produção de cana-de-açúcar, o Brasil é responsável por 1/3 de toda a produção mundial. De acordo com dados da safra de 2008/2009, a agroindústria canavieira ocupou uma área de mais de oito milhões de hectares, equivalente a quase 2,5% da área agrícola do país, com uma produção correspondente a mais de meio bilhão de toneladas. Em função de suas características geográficas e edafoclimáticas, são permitidas duas safras por ano: uma no Norte-Nordeste e outra no Centro-Sul, possibilitando a produção de açúcar e álcool o ano todo. Dois terços de toda a produção são destinados à exportação, o que torna o Brasil responsável por 40% das exportações mundiais do produto, com mais de 24 milhões de toneladas, avaliadas em mais de seis bilhões de dólares. No mercado exterior, a Rússia, o Egito e a Arábia Saudita se destacam como os principais compradores de açúcar brasileiro (RODRIGUES, 2010; ÚNICA, 2012).

Conforme os dados da UNICA (2009), associação que reúne as empresas que produzem mais da metade da cana-de-açúcar do país, 48% da produção de cana-de-açúcar do Brasil são destinados para a produção de açúcar e, 52% para a produção de álcool (hidratado e anidro). Bastos (2007) relata que dois terços da produção de açúcar brasileiro costuma ser exportado, já o etanol, ocorre o contrário, 90% são consumidos no mercado interno, sendo que deste total, 90% é de etanol combustível e o restante é aplicado na indústria em geral.

Liderando a exportação de açúcar, surge à questão da capacidade do país em possuir infraestrutura logística de transporte capaz de suportar o aumento das exportações dessa *commodity*, e na produção do Etanol perde apenas para os Estados Unidos. Por conta desse patamar de crescimento que se encontra o Brasil frente ao mercado exterior referente ao etanol, os investimentos em armazenagem, transporte, distribuição e comercialização desse produto, devem seguir o mesmo crescimento da produção, e abrir novas oportunidades de mercado. Para que isso ocorra, é necessário construir e realizar uma maior manutenção em malhas rodoviárias, ferroviárias, portos e terminais de cargas e descargas, e até mesmo a construção de alcooldutos. Tendo em vista o grande crescimento das exportações e das tecnologias das frotas *flex fuel* desde 2003, que desde então a demanda por etanol hidratado cresceu em torno de 310% até 2008 (ANP, 2012).

O etanol vem sendo usado como combustível no Brasil desde os anos 1920, mas foi somente com o advento do Proálcool, em novembro de 1975, que seu papel ficou claramente definido, permitindo que o setor privado investisse maciçamente no aumento de produção. Em 1933, foi criado o instituto do Açúcar e do Álcool (IAA) no Brasil, cuja principal função era controlar a produção para manter os preços nos níveis adequados. Com a dispersão da



produção do açúcar no mundo e a ineficácia de medidas para assegurar uma melhor competitividade para a produção brasileira, somada com a crise do petróleo em 1973, as preocupações com o meio ambiente, e advento do Proálcool, o setor sucroenergético do país acabou por encontrar uma alternativa secundária, a produção do álcool combustível ou simplesmente etanol, sendo este, atualmente o biocombustível com o maior índice de produção e consumo no Brasil.

Conforme Lemos et al. (2015), O Brasil manteve a liderança na produção mundial de etanol até o ano de 2005, quando foi superado pelos Estados Unidos. Porém, pelo fato de serem matérias-primas diferentes entre os países, o Brasil continua liderando o mercado de etanol a partir da cana-de-açúcar, enquanto os Estados Unidos produzem a partir do milho. Em relação ao consumo de etanol, o Brasil também perdeu liderança para os Estados Unidos em 2012, cujo consumo total americano era quase o dobro em relação ao consumo brasileiro. Neste mesmo ano, o etanol representava 10% do mercado total dos biocombustíveis nos Estados Unidos.

A Região Sudeste do Brasil é a maior produtora de Etanol do Brasil, sobretudo o Estado de São Paulo, responsável pela produção de 60% de todo Etanol brasileiro. A região sul, em resumo o estado do Paraná, é responsável pela produção de 8,3% da oferta de etanol hidratado nacional. Segundo a ANP (2015), o Paraná produziu cerca de 694 milhões de litros em 2008, dos quais 560 milhões foram destinados à exportação, sendo assim, o estado apresentou um déficit elevado.

Segundo Rodrigues (2010) o etanol, também denominado álcool etílico, álcool combustível ou simplesmente álcool, é produzido a partir da fermentação dos açúcares encontrados em vegetais como milho, cereais, beterraba e cana-de-açúcar. A fermentação ocorre por meio da utilização de leveduras (agentes biológicos que permitem a obtenção do etanol em baixas concentrações) sendo este processo necessário para a remoção do excesso de água por meio da destilação. A diferença entre o álcool hidratado e o álcool anidro é a quantidade de água presente neles. O hidratado possui em sua composição 95,1% e 96% de etanol, e o restante é água. Quando a concentração possui pelo menos 99,6% de graduação alcoólica é chamado de etanol anidro (também chamado de etanol puro ou etanol absoluto). A palavra anidro é de origem grega e significa “sem água”.

O álcool hidratado é utilizado nos carros com motores a álcool e flex fuel – movidos a álcool, gasolina ou uma mistura dos dois combustíveis. O álcool anidro é misturado na gasolina em substituição ao chumbo tetraetila, e devido ao processo mais complexo de



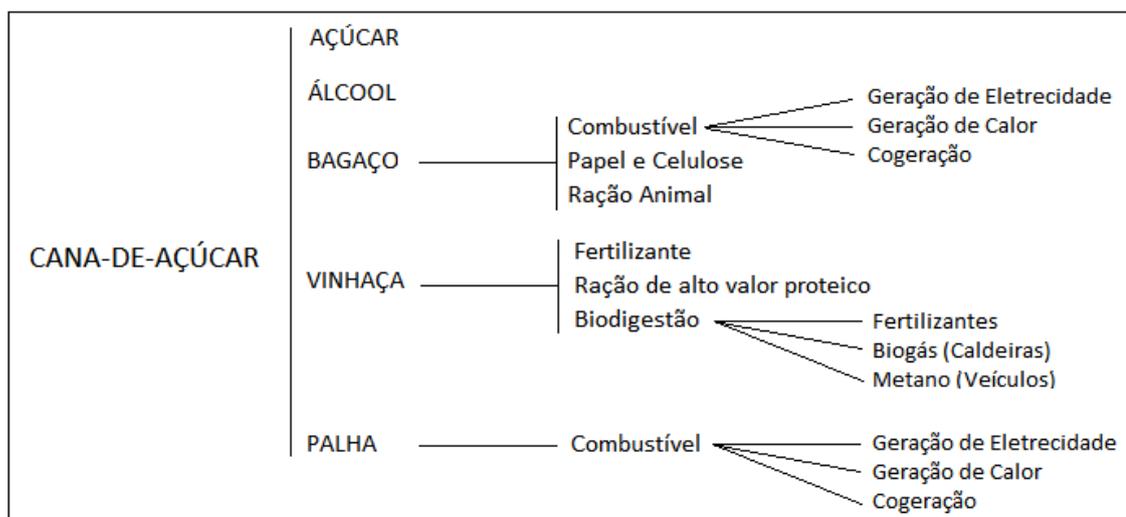
produção, seu custo é cerca de 8% maior que o hidratado. Em relação à produção, segundo Rodrigues (2010), para cada tonelada de cana-de-açúcar, é possível produzir 85 litros de álcool.

O consumo de etanol tem aumentado tanto no mercado interno, quanto no mercado externo, devido ao aumento da frota de veículos flex fuel e a incorporação do etanol na gasolina, de ponto de vista ambiental, por liberar na atmosfera uma menor emissão de gases poluentes, em comparação aos derivados de combustíveis fósseis (RODRIGUES, 2010).

A emissão de gases poluentes com utilização do álcool combustível é bem menor em relação ao combustível fóssil, (LANZOTTI, 2000). Comparado à gasolina, o uso do etanol reduz em até 90% a emissão de gases poluentes para a atmosfera (UNICA, 2009), propiciando uma melhora significativa no ar das cidades brasileiras. Dentro os pontos positivos da utilização do etanol segundo Cortez (2010), pode-se destacar:

- Eficiência energética;
- Cogeração de energia elétrica a partir da biomassa da cana-de-açúcar (palha e bagaço);
- Substituição de substâncias tóxicas;
- Redução da dependência de fontes fósseis, principalmente petróleo;
- Redução do impacto na biodiversidade local.

A cana-de-açúcar é utilizada principalmente para a produção de açúcar e álcool, mas os seus resíduos são de extrema importância para a cogeração de energia como pode ser visualizado na figura 03:



**Figura 03: Usos da Cana-de-açúcar**

Adaptação: Guimarães, A. F. (2016)

Fonte: Silva e Fischetti (2008)



Como visualizado na figura anterior, o açúcar e o álcool são os principais produtos da cana-de-açúcar. O processo de moagem da cana resulta no bagaço, que junto com a palhada (resíduos orgânicos deixados na lavoura), possui alto potencial calorífico, utilizado principalmente para a cogeração de energia dentro das próprias usinas. Do bagaço ainda se produz papel, celulose e ração com alto valor proteico e quando em processo de biodigestão, gera o biogás.

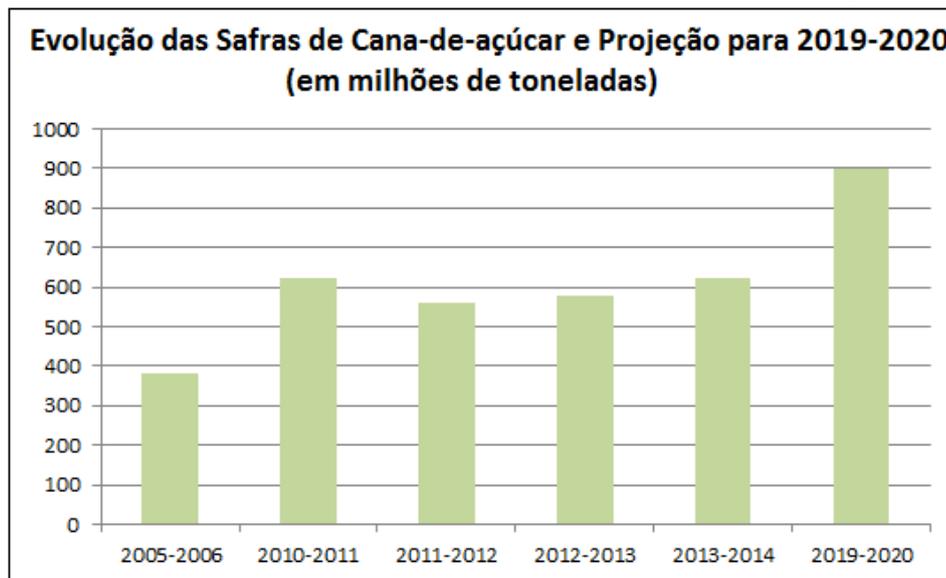
O potencial da geração de bioeletricidade não depende somente da safra da cana, mas também da tecnologia adotada pelas usinas, principalmente na conversão da biomassa em energia elétrica (CASTRO; BRANDÃO, 2010).

A cogeração de energia a partir da biomassa da cana-de-açúcar resulta em diversos benefícios socioambientais, tais como: o reaproveitamento dos resíduos que antes seriam descartados; redução do uso de fontes fósseis; redução da necessidade de estocagem de resíduos como a palha e o bagaço; entre outros (CASTRO; BRANDÃO, 2010).

Segundo Castro e Brandão (2010), a bioeletricidade é produzida exatamente nos meses mais secos do ano, de maior a setembro, complementando assim, a eletricidade hidráulica, que sofre estiagem nesse período. Ademais, a bioeletricidade é gerada no Centro-Sul do Brasil, região que demanda mais energia elétrica.

No Brasil, a cada tonelada de cana, é suficiente para produzir entre 85 e 91 litros de álcool ou 107 kg de açúcar e, de 205 a 280 kg de bagaço. Para cada litro de álcool, são gerados em média 13 litros de vinhaça (BRESSAN FILHO, 2011; GOLDEMBERG, 2000; RODRIGUES, 2010; MELLO et al., 2007).

Em relação à quantidade de produção de etanol, a previsão da safra de 2019-2020 segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2010) pode ter a um acréscimo de 146% em relação a safra de 2009-2010, podendo produzir mais de 62 bilhões de litros de etanol. Já em relação à evolução das safras da cana-de-açúcar, a confederação nacional das indústrias (CNI, 2012) demonstra a oscilação entre as safras de 2005-2006 até as safras de 2013-2014 (figura 04). Conforme os dados da CNI e do MAPA, a cultura canavieira sofre oscilações em decorrência do comportamento climático, porém está em constante crescimento, justificado pela ampliação das áreas cultivadas.



**Figura 04: Gráfico da Evolução e Projeção das Safras de Cana-de-açúcar**

Adaptação: Guimarães, A. F. (2016)

Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (2010)

Confederação Nacional das Indústrias – CNI (2012)

Além do etanol, a cana-de-açúcar também produz outro biocombustível, o biodiesel. A novidade desta tecnologia é que, além de ser um combustível puro e livre de enxofre – que é o grande problema do diesel derivado do petróleo - não entra no debate do uso de grãos comestíveis como matéria-prima para a produção de biocombustíveis. Esta tecnologia é relativamente nova e, ainda se encontra na fase de teste, mas em São Paulo em algumas ruas já é possível encontrar ônibus movidos ao biodiesel de cana-de-açúcar desde 2010 (BIODIESELBR, 2016).

O biodiesel de cana-de-açúcar foi aprovado nos dos Estados Unidos, e consideraram este biocombustível como sendo menos poluente. Ele é produzido a partir de uma levedura – a mesma utilizada no processo de produção do etanol – que transforma o caldo de cana em um óleo. O resultado é positivo, contudo, o maior desafio é a produção em larga escala, já que este biodiesel é mais cara que os demais biodieseis. Conforme a BiodieselBR (2016), uma usina em Campinas – SP produz de 5 mil a 6 mil litros por mês do biodiesel de cana para o projeto piloto.

### 2.2.2.3 – Proálcool

No início do século XX, o petróleo, além de abundante, era a matéria-prima mais conveniente para ser utilizado nos setores dos transportes, da agricultura e da indústria (RODRIGUES, 2010). Porém, neste mesmo período, a região sudeste, principalmente o



estado de São Paulo se fortalecia com a produção de cana-de-açúcar. Neste cenário, imigrantes europeus passaram a desempenhar um importante papel no desenvolvimento industrial da região. Este fato resultou em um grande impulso na indústria metalúrgica, que por sua vez era de grande importância na construção de usinas modernas (BRAUNBECK; CORTEZ, 2005).

Com o crescimento na produção da cana-de-açúcar e da indústria metalúrgica, em 1931 no início do governo de Getúlio Vargas, por meio de decreto, tornou-se obrigatória a mistura de 5% de álcool na gasolina (RODIGUES, 2010). Neste período foi criado o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA), que teria uma participação fundamental nas atividades econômicas relacionadas ao açúcar no Brasil. Neste mesmo período, foram iniciados os experimentos do uso do álcool combustível nos veículos oficiais (BRAUNBECK; CORTEZ, 2005).

Da era Vargas até a administração de Geisel, um governo militar, não houve grandes mudanças. Diante disso e da crise mundial do petróleo de 1973, foi criado o Programa Nacional do Alcool (PROÁLCOOL) em 1975, baseando-se, inicialmente, na produção de álcool anidro para mistura junto à gasolina como uma estratégia para reduzir o consumo desta (BRAUNBECK; CORTEZ, 2005). Foi então, criado pelo decreto nº 76.593/75, o objetivo principal do programa era de viabilizar o etanol como combustível e estimular sua produção para atender às necessidades do mercado interno e externo, o programa também fomentava a fabricação de veículos movidos exclusivamente a álcool extraído da cana-de-açúcar. O Proálcool Foi um sucesso na década de 1980, atingindo a marca de 90% dos carros produzidos no Brasil movido a álcool (MAPA, 2006).

Nos dez primeiros anos do Proálcool foram investidos mais de 16 bilhões de dólares em pesquisas genéticas para melhoria da cana-de-açúcar gerando subsídios ao preço do álcool, além da compra de novas máquinas agrícolas com financiamento a juros mais baixos. Entretanto, segundo Lopes (1996), após um período de crescimento e estabilidade para o setor sucroalcooleiro, a partir do ano de 1985 iniciou-se uma fase de crise no setor causada, principalmente, pela diminuição dos investimentos no Programa. A inexistência de mercado externo do etanol e a dependência exclusiva da cana-de-açúcar foram as principais limitações para o programa, pois impediam o governo de regular o preço do combustível ao consumidor.

Enquanto o preço do petróleo estava em alta, a utilização do etanol combustível era mais viável tanto para o governo quanto para o consumidor. Porém, em 1985, com a queda no preço do petróleo no mercado internacional, o governo não conseguiu manter os subsídios. E



Em 1990, o setor foi desregulamentado e o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) foi extinto, agora não havia regulamentações para padronizar e definir as cotas de exportação que subsidiava o setor. Além disso, a sazonalidade da produção e a competição do álcool com o açúcar no mercado externo causavam grandes oscilações de preço. Das medidas que compunham o programa original, restou basicamente apenas a obrigatoriedade da mistura de 25% de álcool anidro à gasolina (RODRIGUES, ORTIZ, 2006).

Segundo Andrade e Diniz (2007), o Brasil foi o único país do mundo a conseguir substituir em larga escala o consumo de gasolina por fonte renovável. A produção inicial era de 600 milhões de litros de álcool, atingindo 16,9 bilhões de litros em 2006, sendo a produção mundial de álcool de aproximadamente 40 bilhões de litros, ou seja, o Brasil é responsável pela produção de 40% de todo álcool do mundo. Atualmente, mais de 80% do etanol produzido no Brasil é consumido no mercado interno (UNICA, 2009).

Para Borges (1994), inúmeras foram as razões para a criação do Proálcool, entre elas de cunho ambiental, social, tecnológico e estratégico. E em uma eventual retomada do programa, deveria haver um grande esforço conjunto por parte do governo, produtores de álcool, montadoras de carros, e institutos de pesquisas ligados ao setor sucroalcooleiro. Com os altos preços do petróleo nos últimos anos e a caminhada constante para sua escassez, além das rígidas leis ambientais deveriam favorecer a volta do Proálcool. Porém, muitos estudos devem ser feitos para que isso aconteça (HALL et al., 2005).

Segundo Hall et al. (2005), o Proálcool foi extinto formalmente em 1990, mas o fomento governamental, em termos de política energética, à produção de álcool, hidratado e anidro, continua até os dias de hoje, porém, sem a maior parte dos incentivos creditícios da época. Atualmente, após mais de quatro décadas do início do Proálcool, o Brasil continua sendo o maior produtor de etanol a partir da cana-de-açúcar do mundo. Segundo Mello et al., (2007), a produção de biocombustível com objetivo de substituir parcialmente a gasolina é uma alternativa real e eficaz, e esta, tem sido adotada em muitos países.

### 2.3 MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL

A matriz energética no mundo tem sofrido alterações com o passar do tempo em virtude da disponibilidade de recursos, do custo da produção da energia, da quantidade de reservas existentes e, a partir das novas legislações ambientais, da necessidade de migração para um tipo de energia menos poluente ao meio ambiente. Segundo o Ministério de Minas e



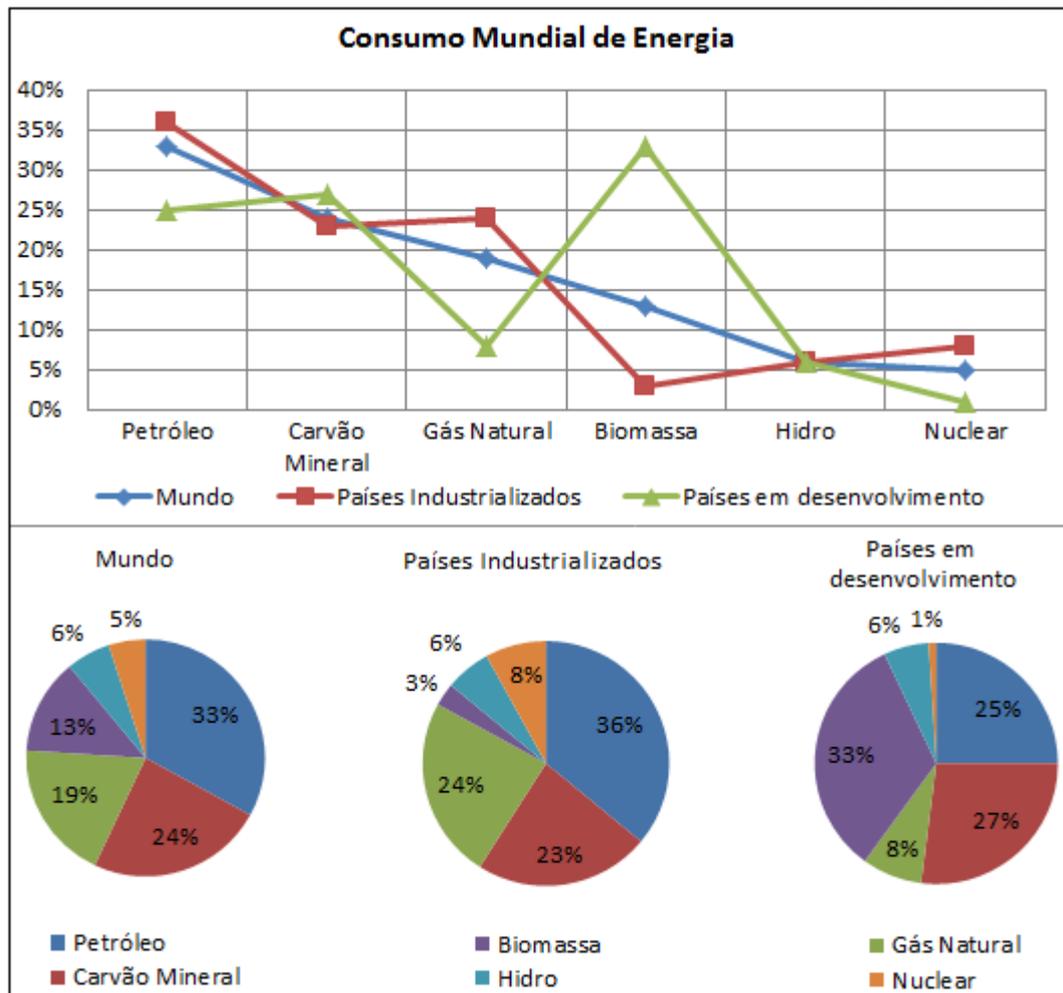
Energia (2014), a tendência de redução de energia, a nível mundial, está nas energias providas do petróleo e da hidráulica. O oposto ocorre com o gás, o urânio e a biomassa.

A disponibilidade de energia está intimamente ligada com o crescimento econômico de um país. Sua existência garante a manutenção dos processos produtivos e exerce uma série de impactos sobre o desenvolvimento socioeconômico e sobre o meio ambiente.

Mesmo sendo as fontes fósseis responsáveis pela maior parte da energia mundial, das energias consideradas renováveis, as que mais se destacam são as providas da biomassa e da energia hidrelétrica. Enquanto a primeira é mais utilizada para a produção de combustível e a segunda para a geração de energia elétrica. As demais energias providas de energias renováveis como a eólica e a solar estão em crescimento constante, porém, sua representatividade da energia total consumida no mundo ainda é baixa. Sendo que a solar cresceu mais que a eólica. (FREITAS, 2014). A eólica recebeu investimentos de mais de US\$50 bilhões em 2007, enquanto a solar recebeu US\$28,6 bilhões. A maior parte destes investimentos foi na Europa, seguido dos Estados Unidos.

Segundo Hall et al. (2005), a biomassa é responsável por um terço de toda energia consumida nos países em desenvolvimento. Na Uganda, Ruanda e Tanzânia o índice da Biomassa na matriz energética chega a 90%, na Índia 45% e na China 30%. Países desenvolvidos também apostam no potencial energético renovável, os Estados Unidos e a Dinamarca utilizam cerca de 4% de sua matriz total provida da biomassa, a Áustria 14%, a Suécia 18% e a Finlândia 20%. Conforme o Balanço Energético Nacional de 2015, o Brasil atualmente possui 39% de sua matriz energética proveniente de fontes renováveis, dos quais 63% são providos da biomassa. O consumo da biomassa é consideravelmente maior nos países pobres e nos países em desenvolvimento.

Em relação ao consumo mundial de energia, os países industrializados são os que mais consomem energias fósseis, enquanto os países pobres e em desenvolvimento utilizam em sua matriz energética, fontes renováveis, principalmente providos da biomassa (figura 05).



**Figura 05: Gráfico da Matriz Energética Mundial**

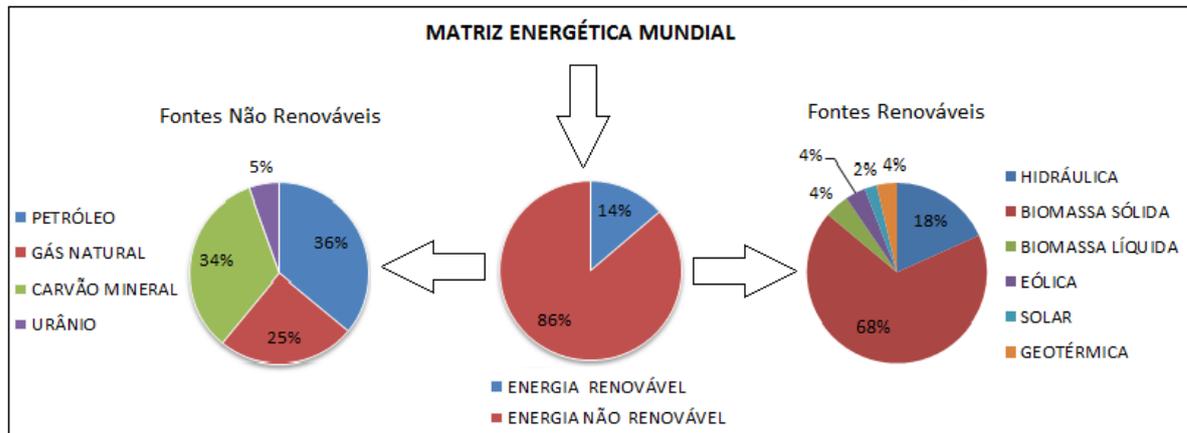
Adaptação: Guimarães, A. F. (2016)

Fonte: Hall e House (1995)

Como visualizado no gráfico, a biomassa representa 13% de toda energia consumida no mundo. Nos países industrializados, a biomassa representa somente 3%, enquanto nos países em desenvolvimento, o índice é de 33%. A energia nuclear, por possuir um custo também está presente majoritariamente nos países industrializados, bem como o gás natural.

A biomassa sempre foi tida como sendo o combustível das sociedades pobres, mas, cada vez mais, tem sido utilizada por sociedades ricas, desenvolvidas e conscientes da preservação do meio ambiente (HALL et al., 2005)

Conforme o gráfico a seguir (figura 06), 86% de toda matriz energética mundial são de fontes não renováveis, e apenas 14% de fontes renováveis segundo o Ministério de Minas e Energia (2016). Das fontes não renováveis, as mais utilizadas são o petróleo (36%), o carvão mineral (34%) e o gás natural (25%). O urânio é o menos utilizado. Já em relação às fontes renováveis, a energia da biomassa corresponde a 68% do total, seguido da energia hidrelétrica com 18%.



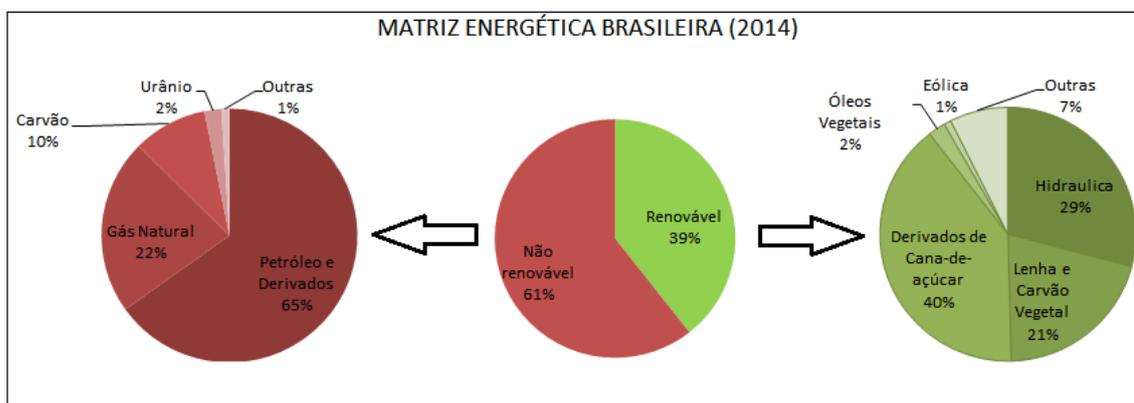
**Figura 06: Gráfico da Matriz Energética Mundial por Tipo de Fonte**

Adaptação: Guimarães, A. F. (2016)

Fonte: Ministério de Minas e Energias - MME (2016)

## 2.4 MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

As fontes de energia renovável no Brasil têm uma participação importante no setor energético, segundo o Balanço Energético Nacional (2015), de toda energia produzida em 2014, 61% são de fontes não renováveis e 39% de fontes renováveis. Das fontes não renováveis, 65% são providas do petróleo, 22% do gás natural, 10% do carvão mineral, 2% do urânio (utilizado para a produção de energia nuclear) e outras energias somam 1%. Das fontes renováveis, maior parte da energia é produzida a partir da cana-de-açúcar, com 40% do total das fontes renováveis, enquanto a energia hidrelétrica corresponde a 29%, a lenha e o carvão vegetal 21%, os óleos vegetais 2% e a energia eólica 1%, conforme pode ser visualizado na figura 07, demonstrando o quão importante são as energias renováveis para o país. Segundo Hall et al. (2005), a energia renovável no Brasil é usada nos setores de transportes, industrial e comercial e residencial.



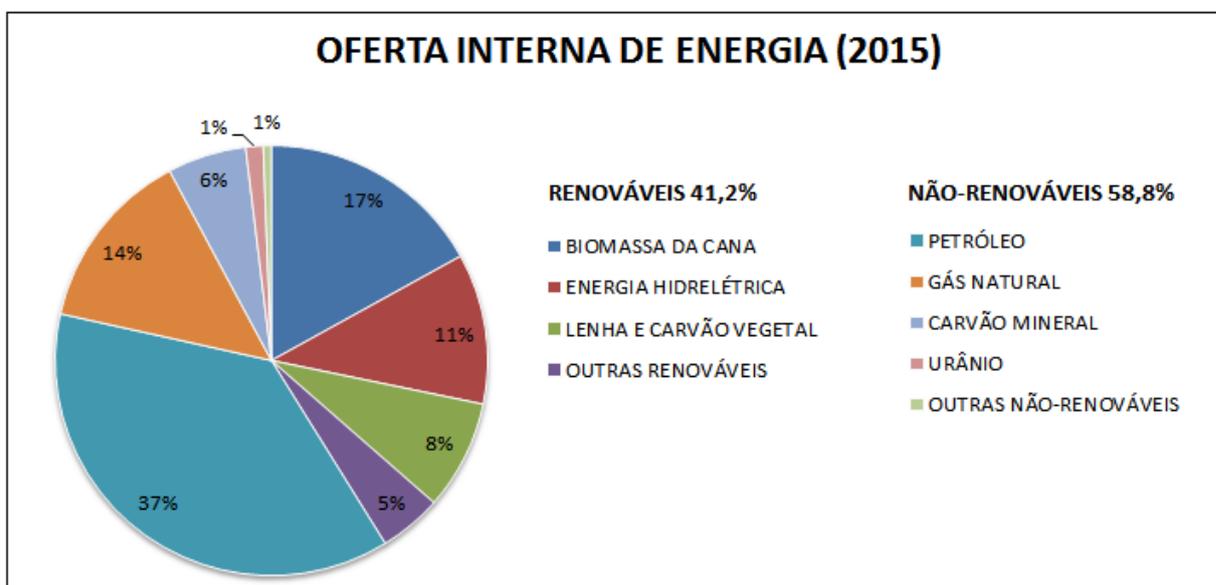
**Figura 07: Gráfico da Matriz Energética Brasileira, 2015**

Adaptação: Guimarães, A. F. (2016)

Fonte: Ministério de Minas e Energia – MME (2015)



Do uso de toda energia produzida, 32,5% é consumida pela indústria, 32,2% pelo transporte, 9,6% pelas residências, 10,7% pelo setor energético, 4,4% pela agropecuária e 4,8% pelo setor de serviços (BEN, 2015). A participação de energias renováveis no ano de 2015 no Brasil permaneceu entre as mais elevadas do mundo, 41,2% conforme a figura 08, enquanto a média do mundo foi de 13,5%. Das energias renováveis, a biomassa da cana foi o maior destaque na matriz energética brasileira, seguido pela energia hidrelétrica com 11% e o carvão vegetal com 8%. Das energias não renováveis, o petróleo lidera com 37% e o gás natural com 14%. A baixa taxa de utilização do urânio demonstra que o Brasil não possui quantidades significativas de usinas nucleares.

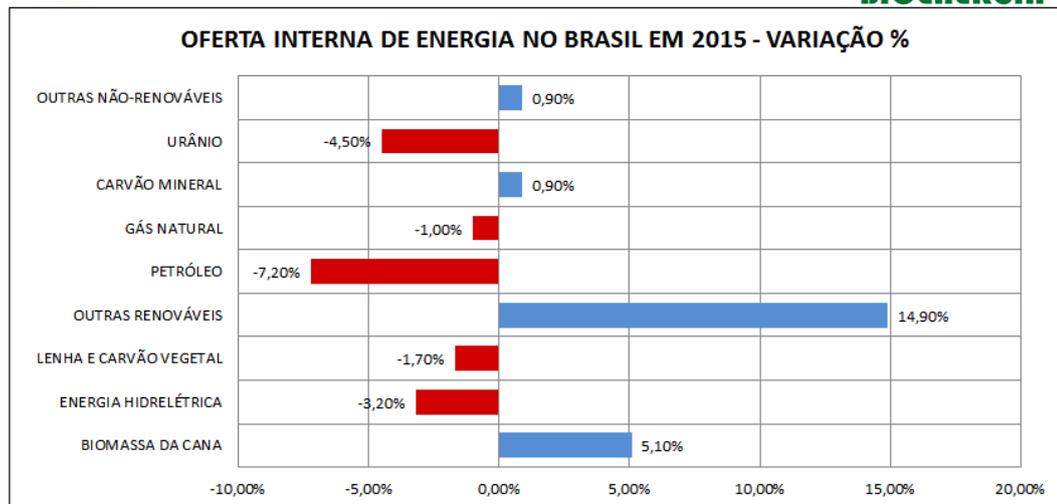


**Figura 08: Gráfico de Disponibilidade de energia no Brasil em 2015**

Adaptação: Guimarães, A. F. (2016)

Fonte: Relatório de Balanço Energético Nacional - BEN (2016)

As fontes energéticas de origem não fóssil no Brasil foram as que mais tiveram destaque de crescimento em 2015, conforme pode ser visualizado no gráfico (Figura 09). O mesmo mostra que o petróleo que é a maior fonte de energia do mundo teve um decréscimo de 7,2% em relação ao ano de 2014, assim como o Urânio, principal matéria-prima para a energia nuclear, que diminuiu 4,5% em relação ao ano anterior, a principal justificativa para a queda da oferta do petróleo foi o aumento no valor do barril. A biomassa da cana-de-açúcar se destacou com acréscimo de 5,1%, e outras fontes como a eólica e a solar variou com 14,90%.



**Figura 09: Gráfico de Oferta de Energia no Brasil em 2015**

Adaptação: Guimarães, A. F. (2016)

Fonte: Relatório do Balanço Energético Nacional (2016)

Outra fonte de energia que o Brasil se destaca é a hidrelétrica. O país possui a maior quantidade de água doce do planeta, sendo este um dos principais motivos de ter se adaptado ao uso de energia hidrelétrica, mesmo o petróleo sendo ainda a principal primária de energia. O que difere o Brasil dos demais países segundo Freitas (2014), é que duas das três maiores fontes de energia do país, são de fontes renováveis (cana-de-açúcar e hidrelétrica). Nos demais países do mundo, estas posições estariam ocupadas pelo gás natural e pelo carvão mineral, respectivamente.

Conforme Freitas (2014) a energia hidrelétrica no Brasil era umas das maiores fontes de energia do país, porém, a partir da criação e aumento dos veículos com motores *flex fuel*, o consumo do etanol a partir da cana-de-açúcar tem superado a energia hidráulica.

A Região Norte do Brasil possui a maior bacia hidrográfica do mundo, sendo esta, a região com maior potencial hidrelétrico do país, porém é a região com menor densidade populacional do país, por isso é pouco explorada. A Região Sudeste, onde se encontram o maior número de hidrelétrica do país, é também a região mais populosa (FREITAS, 2014).

Já em relação a energia eólica no Brasil, segundo o Relatório do Balanço Energético Nacional (2015) da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) associado ao Ministério de Minas e Energia (MME), teve um acréscimo de 77,1% em 2015 em relação ao ano anterior, ultrapassando assim a energia nuclear. A oferta de petróleo e derivados reduziu em 7,2%, em consequência do superávit nos fluxos de exportação e importação dessa fonte energética. Em relação à energia elétrica, seu recuo foi de 1,3%, uma queda no quarto ano consecutivo. Em



suma, o consumo de energia no país em 2015 registrou uma queda de 1,8%, sendo a indústria o setor que mais reduziu.

O potencial relativo à energia solar também merece ser considerado no Brasil, pois o país é um dos que mais se destaca pela incidência solar no mundo, sendo as Regiões Norte e Nordeste, as que possuem maior incidência devido à proximidade com a Linha do Equador.

Em 2015 as emissões antrópicas associadas à matriz energética brasileira atingiu 462,3 milhões de toneladas de Dióxido de Carbono, sendo 41,2% somente dos transportes. O percentual é baixo comparando com os Estados Unidos, a União Europeia e a China (FREITAS, 2014).

## 2.5 ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO (ZAE)

A produção de energia limpa e renovável deve estar atrelada à sustentabilidade. Não somente a agricultura energética, mas qualquer outro cultivo provoca impactos ambientais e socioeconômicos de grande porte. Por isso, deve estar atento ao melhor aproveitamento da terra resultando em menor impacto e maior produtividade, através dessa premissa, foi criado uma ferramenta chamada Zoneamento Agroecológico ou Agroambiental.

O zoneamento agroecológico (ZAE) ou agroambiental é uma ferramenta utilizada para avaliar o potencial das terras para a produção agrícola e agropecuária. Tem como base as características físicas, químicas e mineralógicas dos solos, e os riscos climáticos como precipitação, temperatura, ocorrência de geada e períodos de estiagem. Com estas características, o zoneamento busca maior aproveitamento das terras em relação ao potencial quantitativo e qualitativo das culturas de acordo com a legislação ambiental vigente. O zoneamento é dividido em áreas com potencial de pecuária, agropecuária e agricultura.

Segundo Manzatto et al. (2009) na elaboração do Zoneamento Agroecológico, os principais indicadores considerados são: a vulnerabilidade das terras, o risco climático, o potencial de produção agrícola sustentável e legislação ambiental vigente.

No zoneamento da cana-de-açúcar segundo Rodrigues (2010), são excluídas as terras com declividade superior a 12%, devido à colheita mecânica e sem queima para as áreas de expansão; as áreas com cobertura vegetal nativa; os biomas Pantanal, Mata Atlântica e Amazônia; as áreas de proteção ambiental (APA); as terras indígenas; os remanescentes florestais; as dunas; os mangues; as escarpas e os afloramentos de rocha; os reflorestamentos; as áreas urbanas e de mineração.



No caso da cana-de-açúcar, o zoneamento agroecológico surgiu a partir da necessidade estratégica de se indicar, localizar e avaliar o potencial das terras para expansão da produção da cultura da cana em locais que não necessite de irrigação, ou seja, em regime de sequeiro, essas áreas são destinadas à produção de etanol e açúcar utilizando as terras de forma sustentável sem afetar a biodiversidade local e regional. O objetivo principal do zoneamento agroecológico dos canaviais é o de fornecer subsídios técnicos para a formulação de políticas públicas visando o ordenamento da expansão e a produção de forma sustentável de cana no território brasileiro (RODRIGUES, 2010).

Através do zoneamento agroecológico, evita-se expandir a produção em áreas de coberturas vegetais nativas, produz biocombustíveis de forma sustentável e ecologicamente limpa e conserva mais o solo, pois prevê a expansão apenas sobre áreas não protegidas por leis e mecanizáveis onde não há a necessidade da queimada da cana antes do corte. Como resultado do zoneamento, o aumento da produção de cana-de-açúcar favorece na produção do etanol, ampliando dessa forma, a energia renovável na matriz energética brasileira.

Segundo a EMBRAPA (2009), o zoneamento agroecológico também visa a qualificação e treinamento dos trabalhadores do setor frente as tecnologias progressivas do cultivo, além de receber significativos investimentos nas infraestruturas locais como logística, energia e suporte técnico o que impulsiona o desenvolvimento regional.

As áreas indicadas para a expansão da cana no Brasil compreendem aquelas atualmente em produção agrícola intensiva, produção agrícola semintensiva, lavouras especiais (perenes, anuais) e pastagens, sobretudo na região norte do Paraná, oeste do Mato Grosso do Sul, São Paulo, sul e oeste de Minas Gerais, Goiás e sudeste de Mato Grosso. Entram no zoneamento algumas áreas onde a agricultura não é tão intensa, como no litoral do nordeste (Zona da Mata), pequenas porções de terras no Maranhão, Piauí e Bahia, além do Rio de Janeiro, Espírito Santo e oeste do Rio Grande do Sul.

Ainda segundo a EMBRAPA (2009), essas áreas presentes no zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar foram classificadas em três classes de potencial (alto, médio e baixo) discriminadas ainda por tipo de uso da terra atual predominante: agropecuária, agricultura ou pastagem, baseada no mapeamento dos remanescentes florestais em 2002, realizado pelo Probio-MMA.

As estimativas obtidas demonstram que o país dispõe de cerca de 64,7 milhões de hectares de áreas aptas à expansão do cultivo com cana-de-açúcar, nos quais 19,3 milhões foram considerados com alto potencial produtivo, 41,2 milhões como médio e 4,3 milhões



como de baixo potencial para o cultivo (EMBRAPA, 2009). De acordo com esse levantamento, o país tem capacidade de expansão da cultura canavieira sem agredir as áreas protegidas por leis e sem afetar a produção de alimentos. Porém, essas áreas em potencial, estão atualmente ocupadas por outra cultura agrícola ou pela pecuária e que, ao ceder espaço para a expansão da cultura canavieira, teriam que se deslocar para outro território. Dessa forma, todos os biomas brasileiros, mesmo de forma indireta, poderiam ainda estar ameaçados (RODRIGUES, 2010).

Conforme Rodrigues (2010), a região do Cerrado brasileiro deverá ser o bioma mais afetado com essa expansão. Segundo a autora, quase 20% do total de dois milhões de quilômetros quadrados do Cerrado, são considerados de extrema importância biológica e 70% correspondem a áreas onde a cana encontra condições ideais de cultivo.

Conforme a figura 10, o zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar da Região Sul do Brasil, corresponde às mesmas regiões onde estão localizadas as usinas de etanol: norte e noroeste do Paraná e região oeste do Rio Grande do Sul.



**Figura 10: Zoneamento Agroecológico da Cultura de Cana-de-açúcar na Região Sul do Brasil**  
Fonte: EMBRAPA, 2009



### 3.0 – ESTRUTURA DOS TRANSPORTES

Como é sabido, o sistema de transporte é de extrema importância para o crescimento econômico. Segundo Ballou (2001), o transporte é capaz de absorver entre 30% e 60% dos custos totais de uma cadeia logística e nenhuma empresa consegue operar sem movimentar suas matérias-primas ou produto, com os biocombustíveis não é diferente. Cabe ao sistema logístico administrar e selecionar o modal mais adequado para movimentar cada tipo de produto, levando em consideração as rotas e as utilizações de cada tipo de veículo. E a escolha de como uma organização para transportar seus produtos pode interferir fortemente na forma de como ela atuará no mercado, devendo estar alinhada com uma visão estratégica e de longo prazo.

Em relação à cadeia produtiva do biocombustível, não é apenas a disponibilidade de terras agricultáveis para a colheita de matéria-prima que favorece a produção de dos mesmos. A produção deve ser economicamente viável para a usina, levando em consideração os custos logísticos dentro de uma empresa que estão presentes principalmente em atividades como transportes, produção, gerenciamento de estoques, armazenagem e processamento de informações, todo este processo gera altos custos e são repassados para o consumidor final. Estes custos são considerados grandes obstáculos para competitividade.

Os custos de transporte segundo Bowersox e Closs (2001) são influenciados basicamente pelos aspectos econômicos: distância, volume, facilidade de acondicionamento, responsabilidade e mercado. Por sua vez, a escolha do modo de transporte é influenciada pelo fator custo.

O custo dos serviços dos transportes varia conforme cada modal. Valores de contrato, taxas, fretes, carga e descarga, segurança e tipo de carga. Segundo Ballou (1993), o tempo médio de entrega é considerado como o tempo necessário para transportar a carga do ponto de origem até seu destino. Esse tempo é muito importante na hora da tomada de decisão. E segundo ele, perdas e danos devem ser considerados na escolha do transportador. Atitudes de providenciar procedimentos de segurança a carga, aumenta a chance de um transportador ser escolhido, sobretudo nas cargas perigosas.

Em algumas situações, a escolha do transporte e da logística necessária se torna ainda mais complexa, como no caso dos produtos inflamáveis, onde o Biocombustível está inserido. As características destes produtos, também levam em consideração os possíveis danos ambientais causados pelos mesmos, tais como acidentes com explosões e vazamentos, por exemplo, entre outros.



A escolha de uma estrutura de transporte adequada às necessidades organizacionais, leva em consideração um processo de tomada de decisão que apresenta complexidade devida à quantidade de variáveis, subjetividade dos envolvidos e poucos métodos de avaliação de desempenho adequados ao contexto do transporte de carga (MACHADO et al., 2006).

Todas as modalidades de transportes têm suas vantagens e desvantagens, a escolha da melhor opção é realizada analisando diversos fatores, tais como os custos, as características de serviços, as rotas possíveis, a capacidade de transporte, a versatilidade, a segurança e rapidez, além dos parâmetros da carga como, por exemplo: peso e volume, dimensão da carga; densidade média; grau de fragilidade da carga; grau de perecibilidade; estado físico; compatibilidade entre cargas diversas; entre outros.

Por suas características específicas, os produtos perigosos possuem legislações nacionais e internacionais extensas, além de normas técnicas, certificações e licenças exigidas para seu uso e transporte.

Santos (2006), com base no Decreto Nº 96.044 de 18 de Maio de 1988, simplifica o conceito ao citar que um produto perigoso é todo aquele que representa risco para a saúde de pessoas, para a segurança pública ou para o meio ambiente, são produtos de origem química, biológica ou radiológica que apresentam um risco potencial à vida, à saúde e ao meio ambiente, em casos de vazamentos, explosões entre outros. Sendo então, os biocombustíveis inflamáveis e participantes dessa categoria. Ainda nessa classificação de produtos perigosos, a ONU confere a divisão desses produtos em nove classes descritas na tabela 01 a seguir, onde os biocombustíveis se localizam na terceira categoria, líquidos inflamáveis.

**Tabela 01: Classes dos produtos perigosos conforme a ONU**

Classe	Produto
Classe 1	Explosivos
Classe 2	Gases
Classe 3	Líquidos Inflamáveis
Classe 4	Sólidos Inflamáveis
Classe 5	Oxidantes e Peróxidos Orgânicos
Classe 6	Substâncias Tóxicas e Substâncias Infectantes
Classe 7	Material Radioativo
Classe 8	Substâncias Corrosivas
Classe 9	Substâncias e Artigos Perigosos Diversos

**Fonte: Organização das Nações Unidas - ONU (2015)**

Adaptação: Guimarães, A. F. 2015

Com base na legislação internacional de produtos perigosos, ABIQUIM (2009), estabelece os 10 maiores países produtores de produtos químicos do mundo. Atualmente a indústria química brasileira está entre os maiores em faturamento ocupando a 8ª posição conforme a tabela 02:



**Tabela 02: Os 10 Maiores Produtores de Produtos Químicos do Mundo:**

País	Faturamento líquido (US\$ bilhões)
Estados Unidos	664
China	388
Alemanha	238
Japão	234
França	143
Coréia	116
Reino Unido	114
Itália	106
Brasil	104
Índia	92
Espanha	65

**Fonte: ABIQUIM (2009)**

Adaptação: Guimarães, A. F. 2015

Conforme a ABIQUIM (2009) é possível observar o aumento da produção dos produtos químicos no Brasil. Comparando o ano de 1990 com 2007, a variação é de 68,2%. O que acarreta também na quantidade de produto transportado.

Desta produção, os derivados de petróleo e os biocombustíveis representam um alto volume de tudo o que é transportado no país em termos de produtos perigosos. Segundo a ANP (2009) a quantidade de petróleo importado e exportado pelo Brasil também é um indicador do volume de produtos perigosos transportados. Somando o total importado e exportado, observa-se um aumento de quase 100% do volume movimentado entre os anos 2000 (24.185.016 m<sup>3</sup>) e 2008 (45.663.162 m<sup>3</sup>).

Segundo a ANTT (2008), o transporte de produtos perigosos pode ser realizado de duas formas: (1) carga a granel em que o produto deve ser transportado sem qualquer embalagem, contido apenas pelo equipamento de transporte, seja ele tanque - reboque ou semirreboque – (figura 11 e 12), caçamba ou contêiner. (2) carga embalada ou fracionada em que o produto no ato do carregamento, descarregamento ou transbordo do veículo transportador é manuseado juntamente com o seu recipiente.

Os biocombustíveis assim como os demais produtos perigosos são transportados em todos os modos disponíveis (rodoviário, ferroviário, aquaviário, dutoviário e aéreo) e o mais adequado varia com as atividades da rede logística, devendo ser determinado por atributos específicos para a avaliação de desempenho do transporte e pela disponibilidade de cada modo e da infraestrutura necessária.



**Figura 11: Tanque Reboque para Transporte de Cargas Líquidas Inflamáveis**  
Fonte: RANDON, 2015



**Figura 12: Bitrem para Transporte de Cargas Líquidas Inflamáveis (2 Reboques)**  
Fonte: RANDON, 2015

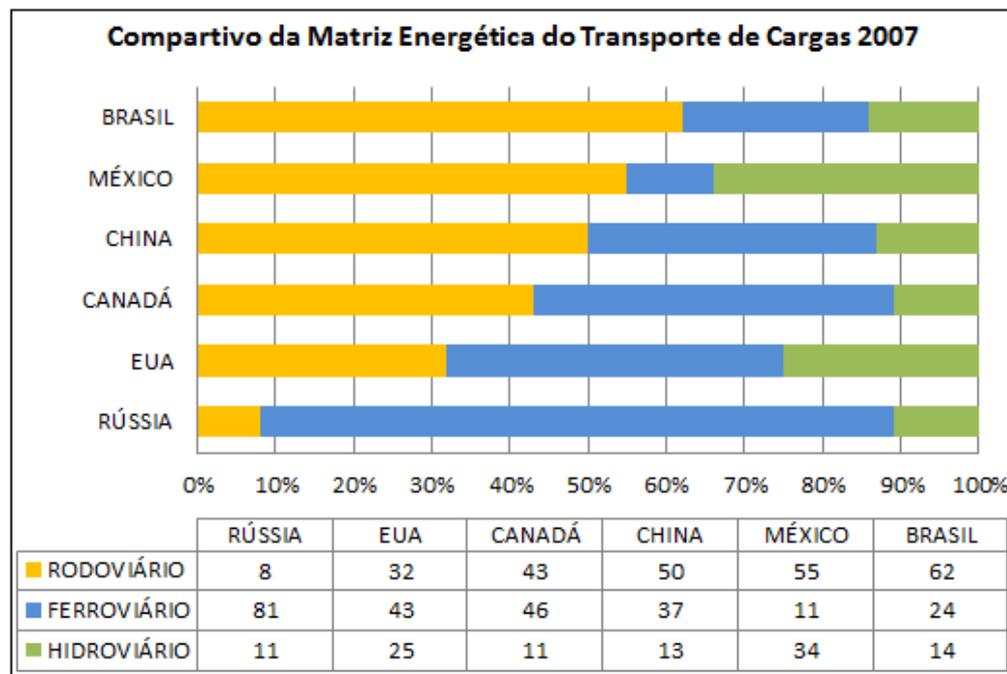
Segundo Cunha (2009) o transporte é um dos grandes responsáveis pelos acidentes com produtos perigosos no Brasil e no mundo. Ele apresenta uma participação de cada modal no Brasil, sendo: 83,9% rodoviário, 8,4% marítimo, 5,4% dutoviário e 2,3% ferroviário. Nos Estados Unidos apesar da matriz de transporte ser mais equilibrada, o número de ocorrência por modo também aponta o rodoviário responsável pela maior parte dos acidentes.

Em relação aos modais de transportes no Brasil, em 2013 segundo a Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2013) o modal rodoviário foi responsável por 61% da movimentação de cargas no Brasil, contra 21% do ferroviário, 13,6% do hidroviário, 4% do dutoviário e somente 0,4% do modal aéreo. Essa discrepância pode ser explicada conforme Caixeta Filho (1996), pela dificuldade de atender áreas mais afastadas do país que não contam com hidrovias e ferrovias.

Conforme a Agência Nacional de Transporte Terrestre - ANTT (2008), a matriz de transporte de cargas nos Estados Unidos é definida com a liderança do ferroviário de 43%, seguido do rodoviário com 32%, e o aquaviário em 25%. A Rússia é o país que possui a maior malha ferroviária do mundo, sendo responsável por 81% de toda sua matriz de



transporte. O Brasil por sua vez, apresenta o modal rodoviário como o predominante, em 62%. Este modal é o mais utilizado na integração ao sistema multimodal de transporte, por meio dos carregamentos e distribuições, dos terminais de transbordo, pequenas distâncias, e nas distribuições urbanas e metropolitanas. No Brasil, prevalece à utilização desse modal, mesmo nas distâncias mais longas. No gráfico a seguir (figura 13), demonstra a matriz energética de dois países industrializados (Canadá e Estados Unidos) e quatro em desenvolvimento (Brasil, China, México e Rússia), sendo quatro no continente americano e dois no continente asiático.



**Figura 13: Gráfico da Matriz Energética de Diferentes Países**

Adaptação: Guimarães, A. F. (2016)

Fonte: Ministério dos Transportes (2008)  
Agência Nacional de Transportes Terrestres (2008)

### 3.1 TRANSPORTE RODOVIÁRIO

O modo rodoviário é a peça fundamental em uma rede de transportes, permitindo que a intermodalidade ocorra. A opção pelo modo rodoviário como principal meio de transporte de carga é um fenômeno que se observa mundialmente desde a década de 50, causado pela expansão da indústria automobilística e pelos baixos preços dos combustíveis derivados de petróleo.

O sistema rodoviário no Brasil é o mais utilizado, apesar de grande parte das estradas não possuírem boa conservação e muitas delas em situações precárias com altos custos em



tarifas de pedágio. As transportadoras rodoviárias são flexíveis, pois são capazes de operar em todos os tipos de estradas (BOWERSOX; CLOSS, 2001), o que torna o transporte rodoviário o mais independente dos transportes, uma vez que possibilita movimentar grande variedade de produtos para qualquer destino. Sua grande desvantagem é o custo do frete, o que faz com que os outros meios de transportes se tornem mais competitivos. (BERTAGLIA, 2005).

O Brasil tem 1,71 milhão de quilômetros de rodovias, porém apenas 11,8% são pavimentadas. Sendo aproximadamente 93 mil quilômetros de rodovias federais, 276 mil quilômetros de rodovias estaduais e 1,3 milhão de quilômetros de rodovias municipais. Além da pequena quantidade de rodovias pavimentadas, outro problema é a falta de manutenção e o estado atual das rodovias, que além de mal sinalizadas o estado de conservação da malha asfáltica é péssimo (CNT, 2013; ANTT, 2007).

A dificuldade de manutenção das rodovias pelo Governo Federal provocou em 1995, o desenvolvimento do Programa de Concessões de Rodovias. Neste processo foram transferidos 13,7 mil quilômetros de rodovias, concedidos pelo Ministério dos Transportes e governos estaduais, mediante delegações com base na Lei nº. 9.277/96 e pela ANTT (ANTT, 2015).

Quanto à logística de etanol, esta se inicia no canavial pertencente a cada usina. Os produtos são transferidos e armazenados nos centros coletores, majoritariamente pelo sistema rodoviário. Após o recebimento no centro coletor, o mesmo é distribuído por meios de rodovias, hidrovias e dutovias. O mesmo ocorre para os produtos que são exportados (OLIVEIRA, 2014).

Em relação ao transporte da cana-de-açúcar, Leite (2009), diz que o mesmo tem mudado muito nos últimos anos, principalmente no que diz respeito às carrocerias, pois, o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) juntamente com fabricantes de carrocerias tem buscado redução nos custos e maior capacidade de carga de transporte se adaptando às mudanças no sistema de colheita. Quanto à capacidade de transporte da cana-de-açúcar *in natura* por tipo de caminhão, Leite (2009), descreve os tipos de transporte rodoviário com sua carga consumo de biodiesel (tabela 03):

**Tabela 03: Tipos de Transporte de Cana, Capacidade de Carga e seu Consumo**

Tipo	Carga (t)	Consumo de Diesel (ml/t/km)
Caminhão Simples	15	30
Romeu e Julieta	28	22
Treminhão	45	19
Rodotrem	58	16

**Fonte: Leite, 2009**

Adaptação: Guimarães, A. F. (2016)



Conforme a tabela verifica-se que o transporte de carga da cana varia de acordo com o tamanho do veículo utilizado, no caso da cana, pelo tráfego ser em sua maior parte em estradas vicinais, o transporte com Romeu e Julieta é o mais utilizado.

A distância média de transporte (do campo até a usina) no Centro-Sul é em torno de 25 km, variando conforme o tamanho da usina (LEITE, 2009). No início utilizam caminhões simples com apenas um reboque, posteriormente passou a utilizar dois reboques acoplados ao caminhão, chamado de Romeu e Julieta. Sendo o segundo reboque engatado no primeiro por meio de um *dolly* aparafusado com um sistema de cremalheira, conforme os trajetos utilizados, existem caminhões com até seis reboques acoplados. Na figura 14 pode ser visualizado o modelo de reboque para o transporte da cana crua.



**Figura 14: Reboque Tipo Romeu e Julieta para Transporte de Cana-de-açúcar**

Fonte: NOMA Motors, 2015

De forma geral, no Brasil o modal rodoviário é de longe o mais utilizado no transporte de cargas. No caso do ferroviário é utilizado principalmente na movimentação de grande volume de produtos, e que necessitam ser transportados por distâncias relativamente longas, onde esses produtos apresentam baixo valor agregado. Como exemplos destes produtos estão os minérios, derivados de petróleo, carvões minerais, e produtos agrícolas transportados a granel, principalmente a soja e o milho. As cargas de produtos agrícolas transportadas a granel no modal rodoviário utilizam em sua maior parte, Bitrem, como pode ser visualizado na figura 15.



**Figura 15: Exemplo de Bitrem Para Transporte de Grãos**

Fonte: PASTRE, 2015

A infraestrutura ferroviária e hidroviária do Brasil é insuficiente para realizar todo o transporte de grãos. Por isso, torna-se necessário a utilização do modal rodoviário no transporte da maior parte da produção da soja brasileira. Entretanto o maior problema desse dominante modal se deve ao fato que um caminhão carrega em torno de 150 vezes menos soja do que uma composição ferroviária e cerca de 600 vezes menos do que um comboio de barcaças numa hidrovia (OJIMA, 2004). Ou seja, são necessários muitos caminhões para transportar as cargas de grãos.

### 3.2 TRANSPORTE FERROVIÁRIO

O transporte ferroviário é utilizado no Brasil principalmente para o escoamento da produção agrícola e mineral do interior para os portos (BERTAGLIA, 2005; POZO, 2010). Não possui flexibilidade por ficar restrito apenas ao caminho dos trilhos, o que torna os transportes rodoviários mais ágeis em viagens curtas e médias. O Brasil possui uma pequena malha ferroviária, e usufrui cinco vezes menos em relação ao que poderia ser utilizado. O país possui grandes extensões territoriais, porém, países como a Rússia com 17,08 milhões de quilômetros quadrados utilizam 81% de transporte ferroviário e os Estados Unidos, com 9,63 milhões de quilômetros quadrados que usufrui de 43% (IPEA, 2010).

Segundo Vilaça (2010), o transporte ferroviário de cargas no Brasil vem crescendo, e apresenta aumento principalmente pelo transporte de produtos siderúrgicos e de *commodities* agrícolas, na predominância da soja e do milho, em vagões específicos conforme ilustrado na figura 16. Antes da concessão da iniciativa privada das ferrovias brasileiras, as ferrovias transportavam apenas 17% de todas as cargas movimentadas no país, e atualmente, transportam 25%, o que comprova a importância do transporte sobre os trilhos em relação aos outros modais, embora o rodoviário ainda seja predominante.



**Figura 16: Vagão Hopper para Transporte de Grãos**

Fonte: América Latina Logística, 2016

Segundo o último boletim do Plano de Aceleração ao Crescimento (PAC) da ANP (2015) no mês de Junho de 2015, na região sul do Brasil algumas obras ferroviárias estavam sendo construídas e/ou ampliadas e outra já estava pronta conforme demonstra a tabela 04:

**Tabela 04: Projetos e conclusões de novas malhas ferroviárias:**

MALHA:	Contorno Ferroviário De Joinville	Contorno Ferroviário De São Francisco Do Sul	Extensão Da Ferrovia Norte-Sul	Corredor Ferroviário De Santa Catarina
ÓRGÃO RESPONSÁVEL:	Ministério Dos Transportes	Ministério Dos Transportes	Ministério Dos Transportes	Ministério Dos Transportes
EXECUTOR:	DNIT	DNIT	VALEC	VALEC
UF:	SC	SC	SP, PR, SC, RS	SC
INVESTIMENTO PREVISTO:	<b>R\$59.092.000,00</b>	<b>R\$27.595.261,28</b>	<b>R\$9.000.000,00</b>	<b>R\$29.050.000,00</b>
ESTÁGIO:	Em Execução	Em Execução	Concluído	Em Execução

**Fonte: Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), 2015**

Adaptação: Guimarães, A. F. (2015)

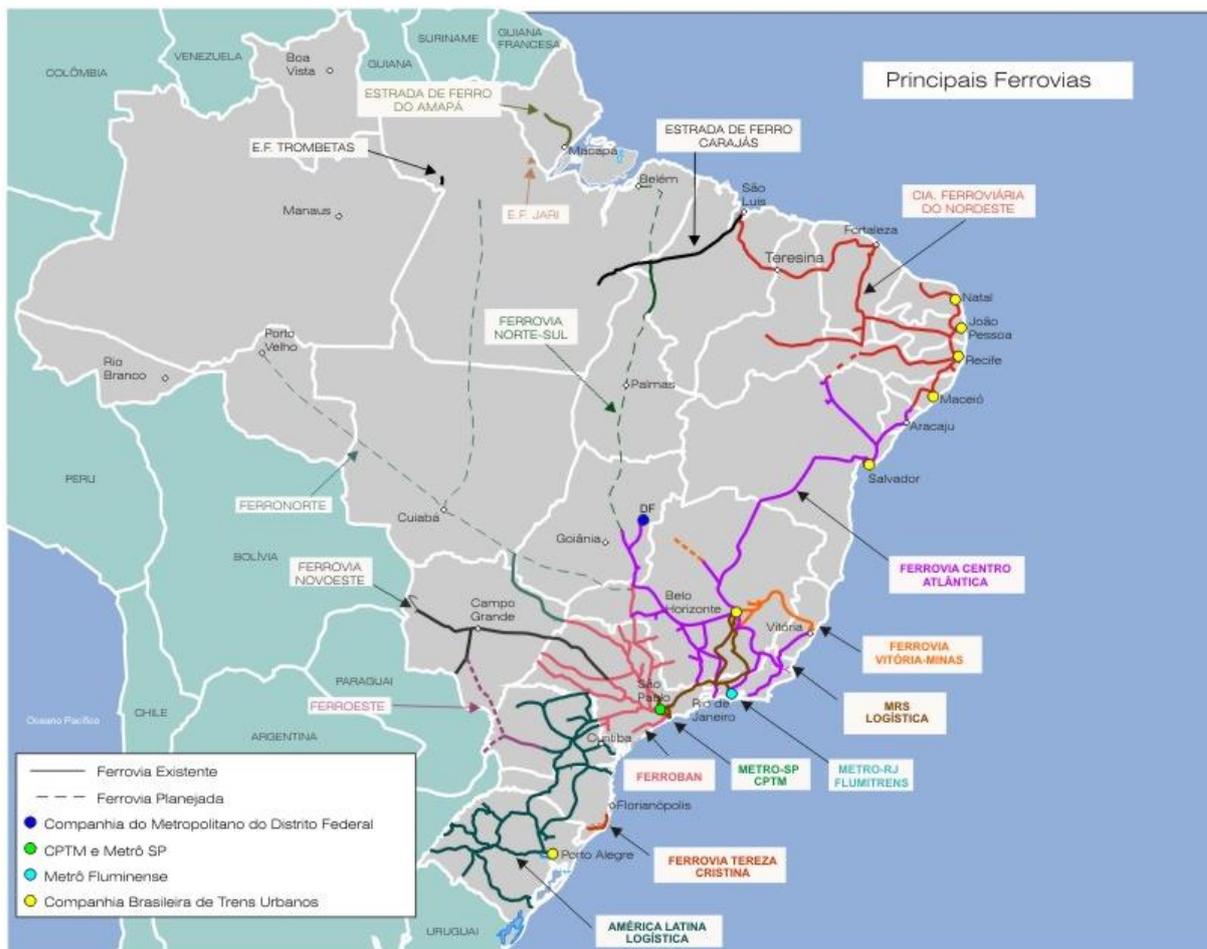
A tabela acima deixa claro que o estado de Santa Catarina está sendo o maior beneficiado com as instalações de novas infraestruturas férreas. Das quatro rodovias em ampliação/construção na Região Sul, três delas estão somente no estado, e a outra é interestadual, beneficiando quatro estados, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Mesmo apresentando crescimento nas malhas ferroviárias da região, a disponibilidade de oferta para o transporte da produção de biocombustíveis através das ferrovias se torna comprometida, pela falta de infraestrutura logística. A utilização desse modal fica condicionada à solução de diversos problemas, tais como a falta de disponibilidade de vagões tanques oferecidos pelas empresas ferroviárias, e em épocas de safra, os contratos de exclusividade com grandes empresas provocam atrasos e inviabiliza o transporte através desse modal.



Mesmo ocorrendo este crescimento, as ferrovias brasileiras sofreram um decréscimo da década de 1950 até o período atual. Passaram de 35,7 mil quilômetros para 28,7 mil em 2012. Na tentativa de fortalecer a logística brasileira, o PAC, disponibilizou para a infraestrutura ferroviária mais de \$46 bilhões para construir mais de cinco mil quilômetros de ferrovia, o que ainda é insuficiente para a logística brasileira. (BRASIL, 2013)

As ferrovias brasileiras estão ilustradas na figura 17, sendo elas: América Latina Logística (ALL); Companhia Ferroviária Nordeste (CFN); Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) esta, opera na a Estrada de Ferro Carajás (EFC) e a Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM); Ferrovia Centro-Atlântica S.A (FCA); Estrada de Ferro Paraná Oeste S.A. (Ferroeste); Ferrovia Tereza Cristina S.A. (FTC), MRS Logística S.A.; Ferrovia Novoeste S.A. e; Ferrovias Bandeirantes S.A. (Ferroban).



**Figura 17: Mapa Ferroviário do Brasil**

Fonte: Agência Nacional de Transportes Terrestres, ANTT (2015)

A maior participação do escoamento do etanol no modal ferroviário em 2008 ocorreu na malha sul da concessionária ALL, onde o produto representou 4,5% da movimentação total dos produtos transportados pela empresa, enquanto a média nacional foi de 0,4%. Neste



mesmo ano, sete dos 10 principais terminais ferroviários de transbordo de combustível do país estava nessa região. As principais origens do etanol movimentado são; Ourinhos (SP), Maringá (PR) e Londrina (PR), são também importantes destinos para os vagões inicialmente planejados para distribuir a gasolina e o óleo diesel produzido na base primária (junto à refinaria) de Araucária (PR) (OLIVEIRA, 2014; ANP, 2015) este fato, demonstra que o modal ferroviário é muito importante para as cargas de biocombustíveis na Região Sul, sobretudo no estado do Paraná, cuja produção de etanol é predominante. As cargas líquidas, geralmente inflamáveis são transportadas em vagões tanques conforme ilustrado na figura 18.



**Figura 18: Vagão Tanque para Transporte de Cargas Inflamáveis**

Fonte: Randon, 2016

A ALL, que inicialmente era denominada de Ferrovia Sul Atlântico S.A., obteve a outorga de concessão para a operação da Malha Sul no início de 1997 e iniciou a operação de serviços de cargas em março do mesmo ano. Desde então a ferrovia atua nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Com uma extensão aproximada de 6,5 mil quilômetros. Sendo suas principais cargas: Farelo de soja; soja; arroz; adubo; álcool e; derivados de petróleo (DALMÁS, 2008). Sendo esta, no modal ferroviário, a principal responsável pelo transporte de soja e de biocombustível da Região Sul.

Outra importante concessionária é a Ferroeste, uma empresa paranaense que detém concessão para construir e operar estradas de ferro entre as cidades de Guarapuava no Paraná e Dourados no Mato Grosso do Sul. As principais cargas transportadas são: soja; farelo de soja; calcário; cimento; adubo e; trigo.

Diante deste cenário, podemos perceber que as ferrovias presente na Região Sul do Brasil, trabalham majoritariamente com o transporte de grãos, principalmente a soja, sendo a ALL a única concessionária no sul do Brasil a transportar cargas líquidas inflamáveis. O transporte de biocombustíveis ainda assim é muito pequeno, prevalecendo então, o modo rodoviário.



### 3.3 - TRANSPORTE DUTOVIÁRIO

O transporte por dutovias é uma das formas mais econômicas para grandes volumes, especialmente quando se compara ao modo rodoviário e o ferroviário (BALLOU, 2001). A movimentação por esses dutos são lentas, porém podem funcionar durante 24 horas por dia com fluxo contínuo e ininterrupto (OLIVEIRA, 2014). O maior problema diante deste cenário, é que a produção de etanol deve ser ainda maior para que haja um custo-benefício compensatório.

Esse tipo de transporte consiste na utilização de um conjunto de tubulações que interligam regiões produtoras, refinarias (no caso do petróleo), terminais marítimos etc., entre si. Possui um elevado custo de implantação, porém apresenta baixo custo de manutenção se comparado com o rodoviário. A implantação desse tipo de transporte revela grandes pontos positivos, dentre os quais, a diminuição dos tráfegos de caminhões na rodovia, além de desafogar os portos. Segundo Figueiredo (2006), o Brasil possui uma densidade de dutovias 24 vezes menor que a dos Estados Unidos. Sendo 5.281 quilômetros de dutovias do Brasil, contra 146.426 quilômetros dos Estados Unidos.

Atualmente, o sistema de dutos para a movimentação do etanol no Brasil é limitado a pequenas rotas de pequenas distâncias, como por exemplo, a ligação entre a refinaria de Paulínia no Rio de Janeiro e a de Araucária a Paranaguá e bases de Santa Catarina. Sendo o sistema de dutoviários responsável por 1,8% dos fluxos totais, inferior aos fluxos de diesel e de gasolina. Neste sentido, a movimentação de etanol contribuirá para a criação de novas estruturas e dos altos custos de carregamento. Sendo os dutoviários inviáveis para pequenas distâncias e volumes baixos (LEITE, 2009). Percebe-se então que o transporte dutoviário é minoritário no transporte de biocombustíveis na Região Sul do Brasil, e este, deveria receber maiores investimentos pelo fato do país ser o segundo maior produtor de biocombustíveis do mundo.

### 3.4 TRANSPORTE HIDROVIÁRIO

O transporte hidroviário é caracterizado pela movimentação de cargas volumosas de baixo valor agregado a baixas velocidades. Divididos em dois subsistemas, o fluvial e o marítimo. Porém, grande parte dos rios de grande porte não são navegáveis. Esse tipo de transporte é mais barato que os demais. Tendo em vista que percorre sobre um recurso natural disponível, dispensando custos de manutenção. Em muitos países desenvolvidos, as hidrovias



representam o principal modo de transporte de longa distância, tanto para sua eficiência operacional e energética, quanto pela comodidade e economia.

O sistema hidroviário agrega vantagens quanto á preservação ambiental e na manutenção de custos inferiores aos demais modais, por conseguir transportar grandes volumes a grandes distancias. No Brasil, esse modal não é muito utilizado, devido a fatores culturais e econômicos, mesmo sendo o país com a maior quantidade de rios navegáveis e com a maior oferta hídrica do mundo, o investimento governamental para o transporte hidroviário é muito baixo, Outro problema encontrado nas hidrovias brasileiras são a grande quantidade de usinas hidroelétricas presentes nestes rios. Em países como os Estados Unidos, China e alguns países da Europa, a hidrovias detém grande porcentagem dos transportes de cargas. Nos Estados Unidos, esse transporte é efetuado principalmente nos rios Mississippi e Illinois, com grandes cargas de milho, soja e trigo destinados á exportação (FULLER, 1998), no Brasil, as principais hidrovias estão detalhadas na figura 19.



**Figura 19: Mapa das Hidrovias do Brasil**  
Fonte: Ministério dos Transportes, 2016

Conforme Oliveira (2014), em 2012, os combustíveis foram responsáveis por 8% de todo volume movimentado nas hidrovias brasileiras. A concentração maior é de cargas agrícolas a granéis, minério de ferro e fertilizantes. A hidrovias Tietê-Paraná, é a principal



hidrovia da Região Sul, movimentou cerca de 6 milhões de toneladas de etanol, equivalente a 24% do total transportado nas hidrovias brasileiras, ficando atrás somente da Hidrovia do Madeira (42%). O transporte de etanol nas hidrovias ainda é baixo, e uma das principais justificativa é o *transit time* (tempo de percurso). Somente na hidrovia Tietê-Paraná, existe oito barramentos construídos para geração de energia elétrica equipados com eclusas, sendo seis no rio Tietê (Barra Bonita, Bariri, Ibitinga, Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos) e duas no Paraná (Jupia e Porto Primavera). A Região Sul, possui duas hidrovias além da Tietê-Paraná, que estão localizadas no Rio Grande do Sul, a Hidrovia do Sul e a Hidrovia Uruguai-Brasil.

Para suprir o mercado brasileiro de transporte de biocombustíveis, a Transpetro tem liderado um projeto na hidrovia Tietê-Paraná chamado de Promef Hidrovia. O projeto prevê a instalação de um estaleiro em Araçatuba – São Paulo, com capacidade para 20 comboios fluviais formados por quatro barcaças e um empurrador. Cada comboio tem a mesma capacidade de carga de 172 carretas ou de 86 vagões ferroviários, ou seja, 7,2 milhões de litros. O projeto viabiliza o escoamento do etanol do Centro-Sul com custo logístico reduzido, além de diminuir a emissão de CO<sub>2</sub> em 75% em comparação com o modal rodoviário (TRANSPETRO, 2013; OLIVEIRA, 2014).

### 3.5 TRANSPORTE MULTIMODAL E INTERMODAL

Conforme a Agência Nacional de Transporte Terrestre – ANTT (2008) o transporte multimodal de cargas é aquele que é regido por um único contrato, utiliza duas ou mais modalidades de transporte, desde a origem até o destino. Segundo Demaria (2004), o transporte multimodal de cargas oferece vantagens, pois permite manipulação e movimentação rápida de carga, maximiza o rendimento operacional, facilita o transbordo de cargas, possui menor índice de roubos de cargas, diminui os custos do transporte, garantindo melhor qualidade de serviço, atendendo a interesses mútuos de usuários e transportadoras.

De acordo com Ballou (1993), nem todas as combinações multimodais mostram ser práticas e, algumas delas, mesmo viáveis não foram bem aceitas. Um dos motivos para esse comportamento pode ser devido ao intercâmbio de equipamentos de um modal para o outro, que exige infraestrutura adequada para calibrar as cargas em relação ao volume e tipo de produto. Uma das utilizações mais comuns é as dos contêineres, o que facilita a multimodalidade.



De qualquer forma, a eficiência e a integração entre os diversos modos de transportes são fatores fundamentais para o crescimento econômico de uma nação, pois permite o deslocamento de pessoas, a acessibilidade à educação, informação, saúde, comercialização de bens, integração social e a criação de polos industriais e de lazer, sendo um forte representante da vida econômica dos países. Porém, enquanto os sistemas de transportes são essenciais à sociedade moderna, com benefícios econômicos significativos para esta, eles trazem impactos negativos ao meio ambiente (FOGLIATTI et al., 2004).



#### 4.0 – IMPACTOS AMBIENTAIS E SOCIOECONOMICOS

A Emissão de gases poluentes como o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), dióxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ), dióxidos de enxofre ( $\text{SO}_x$ ) e metais, consequentes da queima de combustíveis fósseis, é a causa mais evidente da poluição atmosférica. Ela altera a qualidade do ar em centros urbanos, provoca chuva ácida e é uma das principais causadoras de impactos ambientais no mundo (RODRIGUES, 2010; HALL et al., 2005)

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 01 de 23 de janeiro de 1986, no artigo 1º, define impacto ambiental como “(...) 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”. Estes impactos podem ser positivos ou negativos.

A biomassa oferece diversas vantagens que contribuem para a preservação do meio ambiente no futuro, principalmente pela diminuição da emissão de gases poluentes. Segundo Hall et al. (2005), sabe-se que a biomassa poderá tornar-se parte integrante da economia moderna de energia em larga escala, devido às preocupações com o meio ambiente e os impactos causados a ele através da energia fóssil. Ambientalistas e pesquisadores reconhecem que a biomassa desempenha um papel decisivo nas futuras políticas energéticas.

Para Hall et al. (2005), os projetos de silvicultura e reflorestamento de terras degradadas e abandonadas pela agricultura podem ter inúmeros resultados positivos que superam os negativos. Uma terra que antes era inutilizada agora pode servir para plantação energética, sem a necessidade de desmatar uma nova área para o cultivo. Outro ponto a ser considerado é que a utilização dessas terras para esse fim, é que estas, não competem com as terras destinadas para a produção de alimentos. Além do fato de que essas culturas demoram mais para crescer, utilizando assim menos agroquímicos nas lavouras.

O reflorestamento de áreas degradadas e abandonadas pode melhorar e recuperar a estrutura do solo reduz o escoamento superficial, aumenta a infiltração das águas pluviais no solo diminuindo os riscos de erosão e consequentemente de cheias nos rios. E se atrelado à substituição de fontes fósseis, resultam em diversos outros impactos positivos.

Conforme Ab’Saber (1990), a silvicultura e a agricultura devem ter a função de reabilitar o solo, impedir a desertificação, propiciar melhor drenagem do solo e preservar a biodiversidade. Para ele, programas de sustentabilidade a partir da biomassa deveriam



começar partindo de um ponto estratégico, com a incorporação do desafio de melhorar a qualidade do ar e das áreas rurais em todo o país. Infelizmente isso não acontece, por trás da beleza da agricultura, aparecem os impactos ambientais no solo, no ar e na água.

No caso da utilização dos recursos hídricos, devem ser levados em consideração dois pontos: 1) na lavoura de cana-de-açúcar e soja; e 2) no processo produtivo do biocombustível. A água utilizada na irrigação da lavoura pode causar lixiviação de sais e nutrientes (tanto os naturais do solo quanto os de agroquímicos usados nas lavouras) nos cursos d'água ou lençol freático, causando poluição dos reservatórios de água potável para os animais e para as pessoas, além de aumentar o potencial de enchentes devido a fragilidade do solo em absorver as águas pluviais causada pela monocultura (ROTHMAN; FURTADO, 2005)

Os impactos ambientais, relacionados à qualidade do ar, são as emissões de gases na queimada dos canaviais, no uso de combustíveis fósseis nos maquinários agrícolas (principalmente o diesel) e no transporte do bioetanol produzido, além da poeira causada pela movimentação do solo.

Em relação ao solo, os impactos são relacionados não apenas aos insumos agrícolas lançados na agricultura e sua fragilidade, mas também referente à compactação com o deslocamento da mecanização, que provoca alteração na capacidade de retenção de água, aumentando o potencial de enchente. No caso da cana-de-açúcar, com a aplicação da vinhaça, aumenta a salinidade e modifica a composição natural do solo.

As enxurradas é outro problema grave em relação ao solo, estas podem transportar o solo, os agroquímicos e fertilizantes orgânicos e inorgânicos utilizados na agricultura para mananciais próximos, comprometendo a qualidade da água por contaminação, podendo causar assoreamento e até eliminando estes mananciais.

No caso das Regiões Sul e Sudeste do Brasil, devido regime pluvial bem distribuído e suficiente (incluindo o cerrado), as lavouras não necessitam de irrigação, o contrário da Região Nordeste, que a irrigação acontece em todo o desenvolvimento da planta (SOUZA, 2005).

A tabela a seguir (tabela 05), demonstra os impactos causados em toda cadeia produtiva do biocombustível, seja ele de soja ou de cana-de-açúcar. Esta tabela demonstra cada estágio da produção do biocombustível com o prejuízo causado em cada etapa do processo, além dos receptores desses prejuízos e as categorias em que elas se encontram.



**MESTRADO EM  
BIOENERGIA**

**Tabela 05: Esquema dos Impactos dos Ciclos de Biocombustíveis de Biomassa**

<b>Estágio do ciclo de combustível</b>	<b>Prejuízo</b>	<b>Receptores</b>	<b>Categorias dos impactos</b>
Produção de biomassa	Emissões de poluentes no ar devido ao uso de maquinaria	Público e Fauna	Saúde humana e animal, acidificação, mudança climática.
	Barulho devido ao uso de maquinaria	Trabalhadores, Público	Saúde humana e animal
	Riscos ocupacionais devido ao uso de maquinaria	Trabalhadores	Saúde Humana
	Consumo de combustível devido ao uso de maquinaria		Uso dos recursos
	Demanda de mão-de-obra na produção de biomassa		Geração de empregos
	Emissão de substâncias tóxicas no ar, água e solo resultante da aplicação de herbicidas e pesticidas	Trabalhadores, público, flora e fauna	Saúde Humana e animal, ecotoxicidade
	Lixiviação de nutrientes (N, P e K) resultante da aplicação de fertilizantes	Público, fauna e flora	Saúde Humana e animal, eutrofização
	Emissão de compostos de nitrogênio no ar	Trabalhadores, público, fauna e flora	Mudança Climática Saúde humana, ecotoxicidade
	Concentração de metais pesados no solo, substâncias patogênicas no ar, água e solo resultantes da aplicação de esgoto	Público	Amenidades do meio rural
	Odores resultantes da aplicação de esgoto	Público, fauna e flora	Saúde humana, eutrofização
	Lixiviação de Nutrientes (N, P e K) resultante da aplicação de cinzas	Público, fauna e flora	Saúde humana, ecotoxicidade
	Concentração de metais pesados no solo resultante da aplicação de cinzas	Trabalhadores, público	Saúde humana, amenidades do meio rural
	Emissão de particulados no ar resultante da aplicação de cinzas		Qualidade do solo, eutrofização
	Erosão do solo resultante da exploração de energia da biomassa	Público	Amenidades do meio rural
Mudança na paisagem resultante da exploração de energia da biomassa		Uso de recursos	
Consumo de água resultante da exploração de energia da biomassa			



**MESTRADO EM  
BIOENERGIA**

<p>Transporte da Biomassa</p>	<p>Emissões de poluentes no ar</p> <p>Acidentes rodoviários resultantes do uso de veículos</p> <p>Uso de biocombustível</p> <p>Demanda de mão-de-obra</p> <p>Uso de estradas</p>	<p>Público</p> <p>Trabalhadores, público</p>	<p>Saúde humana, acidificação, mudança climática</p> <p>Saúde humana</p> <p>Uso dos recursos</p> <p>Geração de empregos</p> <p>Amenidades do meio rural (barulhos, danos nas estradas e congestionamentos)</p>
<p>Conversão da Biomassa</p> <p>Armazenamento da biomassa</p> <p>Secagem e processamento da biomassa</p> <p>Geração de eletricidade</p> <p>Construção e desativação da planta</p>	<p>Risco de incêndio</p> <p>Degradação biológica</p> <p>Emissão de compostos orgânicos</p> <p>Emissão de poeira</p> <p>Emissões atmosféricas</p> <p>Emissões de águas residuais</p> <p>Demanda de mão-de-obra para operação e manutenção da planta</p> <p>Uso de recursos energéticos renováveis e endógenos</p> <p>Emissões de poluentes no ar resultantes de equipamentos de construção</p> <p>Consumo de combustíveis fósseis</p> <p>Riscos ocupacionais</p>	<p>Trabalhadores</p> <p>Trabalhadores</p> <p>Trabalhadores, público, fauna e flora</p> <p>Trabalhadores, públicos</p> <p>Público, fauna e flora</p> <p>Público, fauna e flora</p> <p>Público</p> <p>Trabalhadores</p>	<p>Saúde humana</p> <p>Saúde humana</p> <p>Saúde humana, eutrofização, amenidades do meio rural (odores)</p> <p>Saúde humana, amenidades do meio rural</p> <p>Saúde humana, acidificação, mudança climática</p> <p>Saúde humana, ecotoxicidade</p> <p>Geração de empregos</p> <p>Uso de recursos, balanço nacional de pagamentos, segurança no fornecimento</p> <p>Saúde humana, acidificação, mudança climática</p> <p>Uso de recursos, balanço nacional de pagamentos, segurança no fornecimento</p> <p>Saúde humana</p>
<p>Recolhimento e reciclagem do lixo</p>	<p>Emissões no ar resultantes do transporte de cinzas</p>	<p>Público</p>	<p>Saúde humana, acidificação, mudança climática</p>



Acidentes rodoviários resultantes do uso de veículos	Trabalhadores, público	Saúde humana
Demanda de mão-de-obra para operação de veículos		Geração de empregos
Uso de estradas		Amenidades do meio rural (barulho, danos nas estradas e congestionamentos)
Aterro sanitário para cinzas	Público, fauna e flora	Saúde humana (lixiviação de substâncias nocivas)
Reciclagem de cinzas		Qualidade do solo, saúde humana (lixiviação de substâncias nocivas)

Fonte: BAUEN, A (2005), In: ROSSILLO-CALLE, F. et al. (2005)

Adaptação: Guimarães, A. F. (2016)

#### 4.1 – CANA-DE-AÇÚCAR

Segundo Rodrigues (2010), a cultura da cana, assim como toda atividade agrícola, gera sempre impactos ao meio ambiente, na medida em que emprega recursos naturais como água e solo e faz uso de insumos e defensivos químicos, como fertilizantes e praguicidas, que mesmo em menor escala que as demais monoculturas, ainda apresentam índices elevados.

O impacto da monocultura da cana-de-açúcar sobre a biodiversidade ainda é intenso, seja por efeito redutor da biodiversidade típico da monocultura, seja pelo avanço das áreas de proteção ambiental (reservas legais, áreas de manancial), além de ser afetada pela queimada, embora uma prática esteja em declínio, segue gerando poluição atmosférica (LANGOWSKI, 2007).

Além dos impactos causados na biodiversidade, a cana-de-açúcar se destaca por utilizar em menor quantidade os pesticidas, herbicidas e fertilizantes como as demais monoculturas. Este fato se deve ao uso da vinhaça e outros resíduos (palha e bagaço) que são utilizados como nutrientes naturais.

Em relação às outras indústrias, a indústria do álcool e do açúcar controlam satisfatoriamente os impactos ambientais providos do processo de produção. Seus principais efluentes, o vinhoto, a torta de filtro e as cinzas das caldeiras são utilizados como fertilizantes nas plantações de cana. Principalmente no uso da água. Atualmente, nas lavouras de cana-de-açúcar, o uso da água tem sido reduzido devido ao reuso nos processos produtivos e na lavoura (fertirrigação) e à eliminação da necessidade de lavagem da cana-de-açúcar devido ao processo mecanizado não necessitar mais da queima da cana-de-açúcar antes da colheita



(ELIA NETO, 2005). Essas práticas reduzem os custos operacionais, assim como as infrações ambientais e do risco regulatório associado.

Ainda que o nível de reuso da água tenha evoluído significativamente no setor sucroalcooleiro nos últimos anos, a lavagem da cana continua provocando elevado impacto sobre a água conforme pode ser visualizado na tabela 06.

**Tabela 06: Uso médio de Água em Usinas com Destilaria Anexa**

Setor	Processo	Uso médio (m <sup>3</sup> /t cana total)	Distribuição (%)
Alimentação	Lavagem de cana	5,33	25,4
Extração (moendas)	Embebição	0,25	1,2
	Resfriamento de Mancais	0,15	0,7
Tratamento de Caldo	Preparo de Leite de cal	0,01	0,1
	Resfriamento na sulfitação <sup>1</sup>	0,05	0,2
	Embebição dos filtros	0,04	0,0
	Condensadores dos filtros	0,30	1,4
Concentração do Caldo	Condensadores/multijatos evaporação <sup>1</sup>	2,00	9,5
	Condensadores/multijatos cozedores <sup>1</sup>	4,00	19,0
	Diluição de méis	0,03	0,1
	Resfriamento cristalizadores <sup>1</sup>	0,05	0,2
	Lavagem de açúcar <sup>1</sup>	0,01	0,0
Geração de Energia	Produção de Vapor	0,50	0,2
	Resfriamento turbogeradores	0,20	1,0
Fermentação	Resfriamento do caldo <sup>2</sup>	1,00	4,8
	Resfriamento de dornas <sup>2</sup>	3,00	14,3
Destilaria	Resfriamento condensadores <sup>2</sup>	4,00	19,0
Outros	Limpeza de pisos e equipamentos	0,08	0,3
Total		21,00	100

**Fonte: Elia Neto (2005, p.113)**

Notas: 1) somente produção de açúcar 2) somente produção de etanol  
Adaptação: Guimarães, A. F. (2016)

Como visualizado na tabela, o maior consumo de água no processo de transformação da cana está atrelado com a lavagem da planta, esse consumo de água com a lavagem se torna ainda menor quando a colheita é totalmente mecanizada. O segundo setor que mais utiliza água é o do resfriamento. Porém, como a água não entra em contato com o produto gerado da cana (açúcar ou etanol) pode ser facilmente reutilizada, já no caso da lavagem da cana, só pode ser reutilizada na irrigação.

Segundo Rodrigues (2010), além da vinhaça, a cultura da cana-de-açúcar também emite efluentes líquidos, como a soda cáustica; e os nitratos, que podem atingir os corpos d'água e causar eutrofização e a contaminação de águas subterrâneas.

Dentre os principais impactos ambientais negativos gerados a partir do cultivo de cana-de-açúcar podemos citar: a redução da biodiversidade, causada pelo desmatamento e pela implantação da monocultura; a expansão da fronteira agrícola para áreas de proteção



ambiental; a contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas por efluentes, devido à prática de adubação química, aplicação de corretivos minerais e de agrotóxicos, herbicidas e defensivos agrícolas; a compactação e desgaste do solo, sobretudo, devido ao tráfego de máquinas pesadas durante o plantio, aplicação de insumos e colheita; o assoreamento de corpos d'água devido à erosão do solo e desmate ilegal de matas ciliares; a alteração da qualidade do ar e clima da região pela prática das queimadas, causando assim a emissão de fuligens e gases poluentes; os danos à flora e fauna causados, sobretudo, por perda de habitat e queimadas fora de controle e; o aumento da poluição devido ao consumo intenso de óleo diesel nas etapas de plantio, colheita e transporte; entre outros (RODRIGUES, 2010).

As perdas de solo devido ao cultivo da cana são inferiores às de outras culturas, como soja, algodão, feijão e milho (BERTONI et al., 1972). Além disso, a presença da palha no campo também reduz a incidência de energia luminosa sobre o solo, retém mais as águas inibindo os processos de fotossíntese e germinação de algumas plantas daninhas, presentes no banco de sementes do solo.

Os impactos na qualidade do ar no caso da cana-de-açúcar estão fortemente ligados com as queimadas, e com o uso de combustível fóssil no maquinário agrícola (preparo da terra, plantio, colheita e também o transporte no bioetanol produzido).

Na cultura da cana-de-açúcar, os herbicidas são os mais utilizados nos canaviais, o consumo dos inseticidas são relativamente baixos e os fungicidas quase nulos. Muitos produtores já praticam o combate às pragas utilizando inimigos naturais, reduzindo o uso de agroquímicos. Mesmo em menor escala, resíduos tóxicos desses produtos contaminam principalmente o solo e as águas. (ANDRADE; DINIZ, 2007).

Conforme Rodrigues (2010), as usinas produtoras de açúcar e álcool apresentam três fontes principais de poluentes. Inicialmente, a queima da lavoura da cana, as emissões atmosféricas a partir da queima do bagaço e os efluentes líquidos – providos da lavagem da cana e do vinhoto proveniente das destilarias.

Contudo, dentre os impactos ambientais gerados pela agroindústria da cana-de-açúcar o mais problemático tem sido sem dúvida a prática da queima da palha com o objetivo de facilitar o corte e a limpeza do terreno e, aumentar o teor percentual de sacarose devido à evaporação de água causada pelo calor da queima. A utilização dessa técnica que já é antiga reduz cerca de 80 a 90% o volume de palha da cana, que além de facilitar o corte manual, diminui os custos de transporte e compensa perdas de até 20% na safra (ASSIS; LASCHEFSKI, 2006). Esta atividade contribui também para uma redução da mão-de-obra e,



consequentemente, dos custos de produção. Os impactos econômicos dessa prática são atreladas à lucratividade e aos empregos gerados, porém, a mecanização da agricultura, aumenta a produtividade, mas, diminui a quantidade de empregos gerados.

Mas não somente impactos negativos são gerados na produção e consumo do etanol. Conforme Coelho (2007), em 2006, a utilização do etanol em substituição à gasolina evitou a emissão de 27,5 milhões de toneladas de CO<sup>2</sup> no Brasil; enquanto que, o emprego do bagaço de cana como combustível nas usinas evitou a emissão de 5,7 milhões de toneladas de CO<sup>2</sup>.

#### 4.1.1 – Queimada

A prática da queimada da cana-de-açúcar causa impactos no solo, na água e no solo. A queimada reduz a quantidade de água do solo devido ao calor intenso, o que altera as estruturas originais do mesmo, consequentemente, desencadeia efeitos erosivos que podem provocar enxurradas devidas à falta de cobertura vegetal. A queimada pode atingir áreas rurais e urbanas como as reservas florestais, as áreas de preservação ambiental, os mananciais, destruir matas ciliares, atingir fiações elétricas, prejudicar a fauna (figura 20) e a flora local, além de liberar gases do efeito estufa como o CO<sub>2</sub> e o CH<sub>4</sub> o que resulta significativamente na qualidade do ar (LEITE, 2009).



**Figura 20: Exemplo de Queimada na Lavoura de Cana-de-açúcar e Impactos à Fauna**

Fonte: ADERJ, 2016

Conforme Rodrigues (2010) a prática da queima da cana antes da colheita foi adotada na década de 1960 em meio ao processo de elevação da capacidade produtiva das usinas. A produtividade que antes era de 2,5 toneladas passou para 4,0 toneladas após a queimada.



Atualmente o valor ultrapassa 12 toneladas/dia. Se por um lado, as queimadas facilitam o corte manual e aumentam a produtividade, por outro, aumentam os problemas à saúde da população além de aumentar as emissões de gases poluentes, resultantes da queima tais como: monóxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), hexafluoreto de enxofre ( $\text{SF}_6$ ), hidrofluorcarbonetos (HFC), perfluorcarbonetos (PFC), metano ( $\text{CH}_4$ ) e óxidos de enxofre ( $\text{SO}_x$ ). Caso a palhada fosse queimada nas caldeiras das usinas, ao invés de queimada no campo, além do aproveitamento da biomassa, haveria produção de energia e redução de 36% na emissão de gases do efeito estufa em relação à palhada deixada no campo (CAMPOS, 2003).

A palhada cana são deixados na lavoura até que perca grande quantidade de água, após isso, grande parte é levada até a usina onde são secas e utilizadas como combustível nas caldeiras, outra parte, fica no campo, este, serve de fertilizante natural, além de proteger a umidade do solo e proteger contra erosão (RODRIGUES, 2010).

A poluição causada pela queima da cana, não atinge apenas a região do entorno, estes poluentes podem se deslocar do local originário e se transportar até longas distâncias, aumentando o potencial de impactos negativos sobre a qualidade do ar e a saúde dos indivíduos (ARBEX et al., 2010).

Apesar da legislação presente no 1º Código Florestal Brasileiro (Decreto Federal N.º 23.793 de 23 de Janeiro de 1934) ter imposto a restrição ao uso de fogo nas matas e outras formas de vegetação, essa prática nunca deixou de ser empregado como método de diminuir o volume dos resíduos sólidos, limpar terrenos, eliminar árvores, controlar e erradicar pragas tanto na agricultura quanto nas áreas urbanas.

Além da redução das emissões de poluentes, do afugentamento dos animais, da perda dos microrganismos, a retirada das queimadas reduz também, o consumo de água utilizada na lavagem das canas na usina antes da moagem.

Assis e Zucarelli (2007) ainda remetem ao incomodo generalizados aos moradores causados pela emissão de fuligem e fumaça atinge núcleos urbanos a quilômetros de distância. Com isso, o consumo de água aumenta para a limpeza das residências. Além dos problemas respiratórios causados pelos gases e os efeitos estéticos da atmosfera.

#### 4.1.2 – Vinhaça

A utilização de grande volume de água no processo de produção do etanol e a própria água contida na cana-de-açúcar gera um grande volume de efluente líquido resultante do



processo de destilação do etanol chamado de vinhoto ou vinhaça. Este é o efluente mais importante na indústria sucroalcooleira, uma vez que é produzido em grande quantidade (10 a 15 litros por litro de etanol), além de possuir elevada carga orgânica, apresenta alto índice de Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e cerca de 2 kg/m<sup>3</sup> de potássio (K), cerca de 2 kg por m<sup>3</sup>, e baixos índices de fósforo (P), nitrogênio (N) e cálcio (SOUZA, 2005; BRAUNBECK; CORTEZ, 2005; BAUEN, 2005). Seu uso na fertirrigação deve ser controlado para evitar impactos ambientais negativos ao solo, nas nascentes e nos lençóis freáticos. Esse efluente é transportado para a plantação por meio de caminhões ou dutos (figura 21).



**Figura 21: Aplicação da Vinhaça na Lavoura por Meio de Dutos**

Fonte: NatureAmbiental, 2016

O vinhoto é lançado nas áreas cultivadas com a finalidade não apenas de irrigação e suprimento de nutrientes, mas também como forma de destinação ambientalmente correta dos resíduos industriais do setor sucroenergético (BAUEN, 2005).

No início do Proálcool é que foram reconhecidos os impactos causados pela vinhaça na contaminação das águas e dos solos quando descartados de forma incorreta e descontrolados (LEITE, 2009). Por décadas, a vinhaça era o resíduo que mais gerava problemas ambientais, devido sua acidez, se lançado no rio, consome todo o oxigênio da água e destrói organismos. Atualmente as usinas tem utilizado este resíduo como fertilizante líquido, que do ponto de vista ambiental, a utilização da vinhaça diminui o uso de agroquímicos. Outra alternativa para a utilização da vinhaça é a biodigestão, podendo este ser utilizado para fins térmicos ou elétricos (MELLO et al., 2007).

Segundo Souza (2005), a porcentagem da fertirrigação depende da topografia da área cultivada. Em algumas usinas pode alcançar índices de até 70%. Entretanto, seu uso deve ser respeitado conforme as legislações ambientais.



## 4.2 SOJA

Os impactos da soja, assim como na cana-de-açúcar, derivam em sua maior parte por serem monoculturas, ou seja, compactação do e impermeabilização dos solos pelo intenso uso de maquinário agrícola, fragilidade do solo, bem como erosões e contaminação de cursos d'água devido à utilização de agrotóxico que no caso da soja, o uso de agroquímicos é muito mais intenso que na cultura canieira. Além desses impactos, vale ressaltar que a monocultura propicia o aparecimento de novas pragas e o aumento das que já são conhecidas (MULLER, 1992) e, risco à sobrevivência de espécies vegetais e animais com a perda de habitat natural devido a expansão agrícola (CUNHA, 1994).

No caso da irrigação, a aspersão feita por pivôs centrais, se não utilizada de forma correta e controlada, provoca grandes perdas de água no lençol freático e compromete o abastecimento futuro da água, inclusive para o consumo humano (SANTOS; CÂMARA, 2002).

## 4.3 TRANSPORTE

Os impactos ambientais causados pelos transportes em todo mundo é muito elevado, seja pela emissão e gases poluidores ou por acidentes provocados aleatoriamente por erros mecânicos ou humanos (USDT, 1994). Dentre os impactos relacionados aos meios de transporte, podemos citar o consumo de energia; o consumo de água; emissão de gases do efeito estufa; poluentes (atmosféricos, térmicos, sonoros, visuais, da água e do solo por meio de resíduos sólidos e líquidos).

Para a denominação dos impactos provocados pelos transportes, foram considerados aspectos variados, contemplando desde o uso e ocupação do solo até os ruídos que são provocados pelos equipamentos de transporte. Esses aspectos são de extrema importância para conciliar a redução de custos com a responsabilidade ambiental como se pode visualizar na tabela 07:

**Tabela 07: Participação dos Modais de Transporte nos Custos Ambientais – em %**

Problemas Ambientais	Participação dos Modais nos custos ambientais				
	Aéreo	Ferrovário	Hidroviário	Rodoviário	Total %
Poluição Atmosférica	2	4	3	91	100
Poluição Sonora	26	10	0	64	100
Ocupação do Solo	1	7	1	91	100





Construção/manutenção	2	37	5	56	100
Total %	7,7	14,5	2,3	75,5	100

**Fonte: United States Department of the Transit - USTD (1994)**

Adaptação: Guimarães, A. F. 2016

Analisando a tabela 07, constata-se que o modal hidroviário é responsável por apenas 2,3% dos custos relacionados ao ambiente, enquanto o rodoviário é responsável por 75,5%. Considerando o custo sonoro, 64% desses custos são referentes ao rodoviário. Enquanto o modal hidroviário não é responsável por nenhum custo.

No que tange a ocupação do solo, o modal rodoviário é responsável por 91% desses custos, enquanto o hidroviário apenas 1%. O rodoviário também é responsável por 91% da poluição atmosférica, seguido pelo ferroviário com 4% e o hidroviário com 3% dos custos totais.

Em termos gerais, o modal hidroviário é o menos poluente, e o mais econômico e o que causa menor impacto ambiental, seguido pelo aéreo, e o ferroviário. O modal rodoviário em todos os quesitos ambientais demonstra ser o mais agressivo e mais caro para saúde humana e para a natureza. Todos os produtos seja ele de origem agrícola ou industrial, utilizam majoritariamente o transporte rodoviário. O fluxo intenso desse modal, geralmente caminhões com peso excessivo arruína a malha asfáltica das rodovias estaduais e federais, além das vias que fazem ligação entre as comunidades rurais nas proximidades das usinas (ASSIS; ZUCARELLI, 2006).

Além destes impactos mencionados, os transportes possuem alto índice de contaminação do ar, da água e do solo devido aos acidentes com os produtos químicos, pois, derramados em rodovias, os líquidos percolam sobre o solo, infiltrando o mesmo, podendo atingir o lençol freático e contaminar a água. Em casos de explosões, emitem diversos tipos de gases e em grandes quantidades. Dentro os modais, o hidroviário e o ferroviário, são os que apresentam menores índices de acidentes.

#### 4.4 – IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS

A agroindústria da cana-de-açúcar e da soja e a infraestrutura de transportes podem causar diversos impactos positivos e negativos, que se refletem não apenas no meio ambiente, mas também em certos aspectos econômicos e sociais.

Na questão da monocultura, por exemplo, Assis e Zucarelli (2006) descreve que a cana-de-açúcar assim como as demais monoculturas em grandes extensões de terra no Brasil,



do ponto de vista social é apontada como grande provedor de desigualdades no campo, gerando impactos, sobretudo, na agricultura familiar. O aumento da produção da agroindústria canavieira está relacionado à expansão de cultivos de novas áreas, concentrando a renda na propriedade fundiária, inviabilizando os usos praticados pelo pequeno agricultor. Muitas vezes, a expansão das áreas de cultivo, está ligada com as áreas destinadas na oferta de alimentos, as áreas de reservas legais e protegidas por leis.

Outro grande problema enfrentado com a monocultura é a inviabilidade do cultivo de hortaliças e frutas por pequenos agricultores, devido ao excesso de agrotóxicos utilizados nos canaviais para combater as pragas que migram e se espalham na região do entorno (ASSIS; ZUCARELLI, 2006).

O aumento da monocultura está ligado com a expulsão das populações nativas e de pequenos agricultores para outras regiões, devido à impossibilidade de competição muitos agricultores vendem suas terras para os grandes latifundiários. Além da perda da terra, há também a perda da identidade histórica do local e conseqüentemente o aumento da migração urbana.

Este modelo foi a popularmente conhecida por modernização conservadora que resultou na modernização dos processos produtivos mantendo a estrutura agrária vigente, ou seja, os latifúndios e a produção patronal (EHLERS, 1994).

Kohlhepp (2010) também corrobora com o fato de que dentre os principais problemas relacionados ao socioeconômico está à monocultura por latifundiário. A concentração de propriedade oprime os pequenos produtores, gera conflitos de terras e conseqüentemente gera maior impacto ambiental com a utilização excessiva de agroquímicos. Além de a mecanização demandar pouca mão-de-obra, diminuindo assim, os postos de trabalho no campo. Que mesmo sendo, muitas vezes, um trabalho insalubre, faz parte de renda de milhares de brasileiros.

No que diz respeito à produção dos biocombustíveis e sua utilização, diversos benefícios e malefícios de cunho social podem ser citados, principalmente na geração de novos empregos na cadeia produtiva, e no desenvolvimento local. Embora segundo Santos e Almeida (2007), as péssimas condições de trabalho e a baixa remuneração dos cortadores de cana é uma das principais questões que se refere aos aspectos sociais. Ao mesmo tempo em que se retiram postos de trabalho do campo e dos cortadores de cana devido à expulsão do pequeno agricultor e da mecanização da agricultura, respectivamente, aumenta os postos de trabalhos na cadeia de produção dos biocombustíveis, incluindo os transportes. Conforme



Instituto Interamericano de Cooperación para a Agricultura - IICA (2007) estima-se que cada usina mista (etanol e açúcar) de porte médio, gera cerca de 2000 empregos, nas áreas industrial, administrativa e agrícola.

Em contrapartida, o Selo Combustível Social, foi criado pelo Decreto N.º 5.297, de 6 de dezembro de 2004, concedido pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA, ao produtor de biodiesel. Para uma usina receber este selo, uma parte de toda matéria-prima adquirida tem que ser provida da agricultura familiar. Este selo favorece a inclusão social, geração de emprego e renda (BIODIESELBR, 2016). Na Região Sul devido a soja ser a matéria-prima mais utilizada, quase que em sua totalidade, provém de grandes produtores.

Pesquisas e estudos realizados pelos Ministérios da integração nacional, Ministério das Cidades e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, mostram que a cada 1% do diesel substituído pelo biodiesel produzido com a participação da agricultura familiar, pode ser gerado em torno de 45 mil empregos no campo. Teoricamente, para cada emprego no campo, são gerados três empregos na cidade, ou seja, 180 mil empregos (HOLANDA, 2004).

Enfim, a intensidade dos impactos socioeconômicos varia conforme o tipo de empreendimento. A implantação de uma usina, por exemplo, pode causar impactos diretos e indiretos em todas as escalas. Nos impactos diretos podemos citar a geração de empregos e a melhoria de infraestrutura em diversos setores da economia na região onde foi ou será instalada e em seu entorno.

A quantificação destes impactos seja ele direto, indireto ou induzido requer o emprego de uma metodologia capaz de representar toda cadeia produtiva da economia podendo atingir diferentes níveis e escalas.

No que tange a área social das usinas, o tratamento com os funcionários variam de uma para outra. Algumas usinas com gestões modernas, principalmente as que pretendem ou já participam do mercado internacional, tem buscado cuidar melhor das condições dos trabalhadores, inserindo programas sociais para a educação, alimentação e preparação física dos empregados, de modo a evitar prejuízos causados por doenças, processos judiciais que e greves que possam gerar quedas na produção e comprometer a imagem corporativa da empresa no exterior (ALVES, 2002).

Em relação aos impactos socioeconômicos, um dos mais notáveis é a eliminação da mão-de-obra humana pela mecanizada, sendo este impacto positivo por evitar doenças respiratórias e também negativas por trocar trabalhadores braçais por máquinas. Mas, com a inserção de maquinário agrícola na lavoura de cana, aumenta-se o potencial de maiores áreas



plantadas e, aumenta o rendimento na colheita e em menor tempo em relação à colheita manual.

#### 4.5 DESENVOLVIMENTO REGIONAL

Segundo Araújo (2006, p.17), “[...] o desenvolvimento regional não é somente resultado de fatores de produção, tais como capital e trabalho, mas também da infraestrutura. Melhorar a infraestrutura conduz a uma maior produtividade dos fatores de produção”. Para a inserção de uma nova usina produtora de biocombustível, por exemplo, faz-se necessário implantar infraestrutura adequada para que ela possa de estabelecer e se desenvolver, tanto no sentido de produção quanto no de escoamento de produção.

Nos países em que as estruturas logísticas são mais eficientes, o padrão de vida é elevado e mantido por longo dos anos, além de se deterem as vantagens competitivas alcançadas pela especializada produção e a exportação de seus produtos (DALMÁS, 2008).

Conforme Hall et al. (2005, p. 65) “Se a pesquisa e o desenvolvimento da bioenergia tiverem uma alta prioridade e se forem adotadas políticas para apoiar o desenvolvimento das indústrias de bioenergia, essas indústrias serão capazes de inovar e diversificar, à medida que crescem e amadurecem”.

A bioenergia utilizada em pequena e larga escala de forma descentralizada traz importantes benefícios tanto para a economia rural quanto para a urbana. A rede de geração de empregos é alta, desde os estudos prévios do cultivo e da inserção de uma nova usina, passando pela produção e transformação até o consumo final. Além do estudo de desenvolvimento de novas tecnologias a serem aplicadas.

Quando se consideram programas de bioenergia em escala local ou global, devem ser levadas em consideração a disponibilidade de terra, a produtividade, as espécies e variedades disponíveis, a sustentabilidade ambiental, os fatores sociais, a viabilidade econômica, os benefícios, as vantagens e desvantagens e os problemas decorrentes (HALL et al., 2005). A disponibilidade de terras agricultáveis ainda é o maior fator limitante para o aumento da produção da biomassa florestal.

O comprometimento local e regional constante nas tomadas de decisões é essencial para a eficiência e sustentabilidade em longo prazo da produção da biomassa energética de uma forma social e ambientalmente aceitável. Suportes técnicos e financeiros deverão ser disponibilizados para as regiões em desenvolvimento, o papel do governo é fundamental para



que isso ocorra. Se isso ocorrer de forma prioritária, as indústrias de bioenergia serão capazes de inovar e diversificar, à medida que vão crescendo e se estabilizando.

Lemos *et al.* (2015) a instalação de uma usina leva o emprego de mão-de-obra direta e indireta, mobiliza o mercado local e regional gerando renda, que se aplicada na mesma região, implica em outros setores da economia. Caso uma usina feche, o efeito será inverso.

Atualmente, as monoculturas são auxiliadas por grandes tecnologias não só nos maquinários, mas também no que diz respeito aos softwares utilizados nas lavouras, principalmente nos canaviais, baseados em sistemas de informações geográficas (SIG), com dispositivos instalados, indicando efeitos de variáveis relacionados à produtividade, fertilidade do solo, doenças, insetos, ervas daninhas, compactação do solo e métodos de colheita, entre outros. Com informações específicas, as aplicações de agroquímicos são diferenciados, controlando e diminuindo os impactos ambientais com o uso excessivo dos mesmos (BRAUNBECK; CORTEZ, 2005)

A expansão dos biocombustíveis no Brasil traz grandes oportunidades e desafios ambientais e socioeconômicos, para o país que possuiu o maior e mais bem sucedido programa de substituição de combustíveis fósseis por combustíveis renováveis, o Proálcool. Os equipamentos empregados nas usinas e destilarias assim como as máquinas usadas nas colheitas são tecnologicamente desenvolvidas e produzidas em solo nacional, essa produção gera empregos diretos, indiretos e renda, além de possuir a maior frota de automóveis flex. Tudo isso faz da pesquisa e produção do biocombustível brasileiro uma referência mundial.

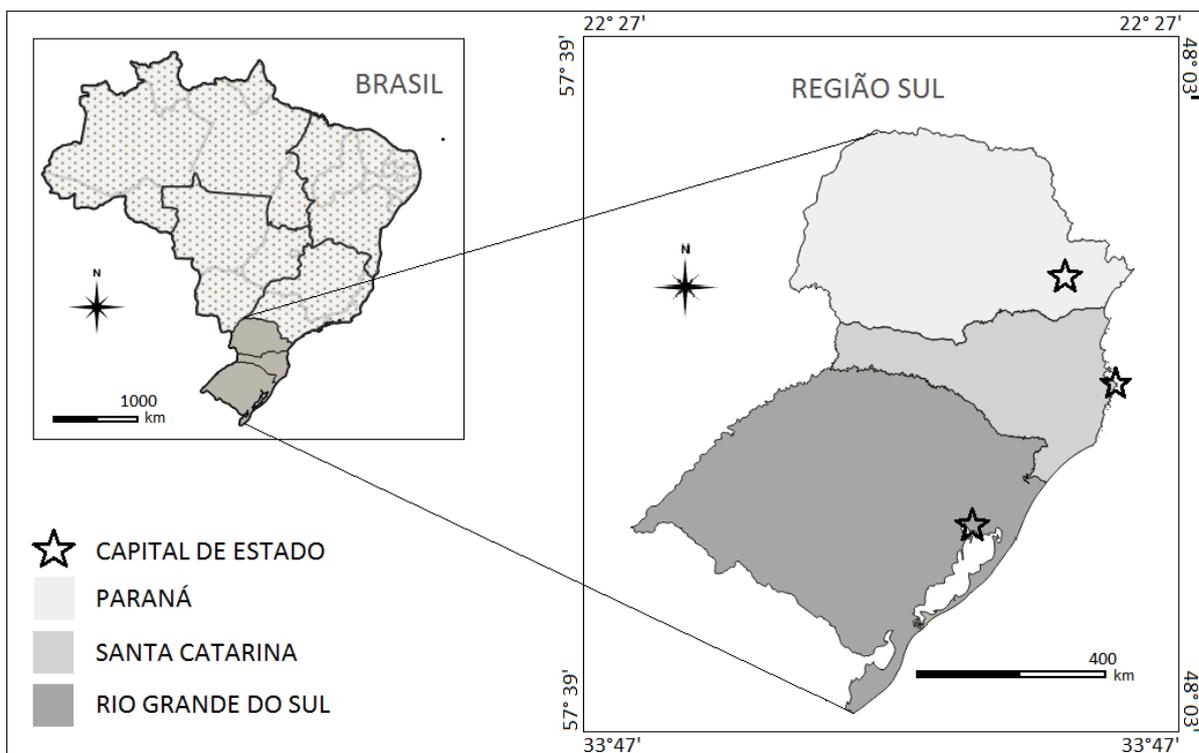
De forma geral, a cadeia dos biocombustíveis implica de forma direta e indireta no desenvolvimento regional: na demanda de mão-de-obra necessária em toda a cadeia produtiva; na modernização da agricultura; no comércio de produtos agrícolas; no estudo para a instalação da usina (envolvendo profissionais de diversas áreas); na construção da usina; na produção dos biocombustíveis; na infraestrutura rodoviária e ferroviária de acesso; no transporte de coleta de matéria-prima e do produto final entre inúmeros outros.



## 5.0 – ÁREA DE ESTUDO

Á área de estudo, Região Sul do Brasil, é composta pelos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, sendo a menor região do país em território, com 576 mil km<sup>2</sup> de área total, sendo sua área menor que a do estado de Minas Gerais. Mesmo sendo a menor, em termos de área, a Região Sul é considerada a segunda economia mais rica do Brasil, atrás somente do Sudeste, mesmo assim, entretanto apresenta o maior IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) do país, em média 0,756 (IBGE, 2014).

A Região Sul (figura 22) é a única região brasileira com parte de seu território localizado ao sul do Trópico de Capricórnio, sendo assim, a região mais fria do país. Sua população segundo o censo do IBGE (2014) é de pouco mais de 20 milhões de habitantes, em sua maior parte, descendentes de europeus. Sendo os Municípios de Curitiba, capital do Paraná e Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul, os mais populosos. Outras regiões metropolitanas com grande destaque são as de Londrina, Maringá, Cascavel, Toledo, Umuarama, Cascavel, Campo Mourão e Apucarana no Paraná, Blumenau, Carbonífera, Chapecó, Joinville, Florianópolis, Itajaí, Lages e Tubarão no estado de Santa Catarina, Serra Gaúcha e Caxias do Sul no Rio Grande do Sul.



**Figura 22: Mapa da Área de Estudo: Região Sul do Brasil**  
Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2014  
Org. por: Guimarães, A. F. (2016)



A Região Sul do Brasil possui um grande potencial energético. Sendo as energias providas da hidroeletricidade, carvão mineral e xisto betuminoso, as principais fontes. Na Região, está localizada a Usina Hidrelétrica de Itaipu, a segunda maior hidrelétrica do mundo, atrás somente da Usina de Três Gargantas na China em capacidade de produção de energia (IBGE, 2014),

Em relação aos aspectos físicos da Região Sul, quase toda a extensão meridional do Brasil é ocupada por planaltos com altitudes variadas, geralmente onduladas. As partes mais altas desses planaltos, chamado de escarpas, são denominadas de áreas serranas, atingindo de 900 a 2000 metros de altitude. Mas, os planaltos de média altitude (400m a 600m) são predominante na Região Sul. Os principais planaltos desta Região são o planalto Meridional e o planalto Atlântico. Os dois apresentam características e estruturas geológicas diferentes.

O Planalto Atlântico ocupa o leste da região atingindo as maiores altitudes e, é constituído por rochas cristalinas do período terciário. Este planalto constitui a Serra do Mar. O Planalto Meridional é o mais importante para a região, pois, ocupa a maior extensão territorial. É constituído por terrenos sedimentares e basálticos das Eras Paleozoica e Mesozoica, com inclinação para o oeste. Este planalto é drenado pela bacia do Paraná-Uruguai.

A Baixada Litorânea é o menor dos relevos da Região Sul, que devido às inclinações da Serra do Mar, tornam o litoral cheio de reentrâncias, alojando praias e costões com falésias.

Em relação à vegetação, a Região Sul é predominada pela Mata de Pinhais ou Araucárias - o que possui um valor econômico para o Brasil - pela Mata Atlântica e, além das vegetações de grande porte, a região também possui grandes Campos, denominados por: Campos Gerais, no Paraná; Campos de Lages, em Santa Catarina e; Campos de Vacaria, no Rio Grande do Sul, também conhecido como Pampa (IBGE, 2014).

Os aspectos socioeconômicos da Região Sul, baseiam-se principalmente na agroindústria. No Paraná, a agricultura se destaca no milho, soja, arroz, cana-de-açúcar, feijão, trigo, mandioca e café. O estado possui 199.370 km<sup>2</sup> e é composto por grande quantidade de agroindústrias, que juntas contabilizam cerca de 21 bilhões de reais anuais. Na agropecuária, o estado é um dos maiores produtores aviários, suínos e bovinos do país. Na indústria, o estado se destaca na produção automobilística, papel e celulose. No turismo, o estado se destaca pelas belas paisagens naturais, como as Cataratas do Iguaçu, o Parque Estadual de Vila Velha, a Ilha do Mel e a Ilha de Superagui (IBGE, 2014).



O estado de Santa Catarina, o menor estado da Região Sul com 95.736 km<sup>2</sup>, tem a agricultura como o setor mais importante da economia. Sendo o milho, soja, tabaco, mandioca, feijão e arroz as principais culturas de plantio. O estado se destaca pela pesca e apresenta papel de destaque no cenário econômico por ser um dos maiores produtores de pescado e crustáceos do Brasil. Na indústria, o estado é um importante polo têxtil, alimentício e mecânico. No turismo conta com o maior parque multitemático da América Latina e possui grande variedade de praias, enseadas e ilhas, além de apresentar diversas cidades com arquiteturas típicas europeias e inúmeras atividades de montanhismos (IBGE, 2014).

O Rio Grande do Sul, maior estado da Região Sul, com 281.748 km<sup>2</sup> se destaca na produção de soja, arroz, milho, cana-de-açúcar e diversas frutíferas. Na pecuária, se destaca na avicultura, bovinocultura e suinocultura. No setor industrial, o estado apresenta forte economia baseada na indústria naval, petroquímica, automobilística e alimentícia. No turismo, o maior destaque é para as cidades serranas, como Canela e Gramado que atraem turistas principalmente na estação do inverno. O estado conta com maior litoral da Região Sul, presente nessa região, a maior praia do mundo, a praia do cassino com 254 quilômetros de extensão (IBGE, 2014). De uma forma geral, a Região Sul apresenta características bem parecidas, seja no setor socioeconômico, ou no setor de turismo.



## 6.0 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Adotou-se o modelo de pesquisa analítica correlacionada pautada em dados qualitativos e quantitativos referentes à disponibilidade de matéria-prima, aos dados de produção e as vias de escoamento de biocombustíveis nos estados da região sul do Brasil.

A pesquisa foi dividida em quatro etapas. A primeira delas abrangeu a pesquisa bibliográfica conceitual e referencial teórico, este, serviu para o embasamento e construção do trabalho. Priorizou-se a apresentação dos diferentes tipos de combustíveis e a importância dos biocombustíveis e dos transportes no desenvolvimento geoeconômico. Foram utilizados na pesquisa, periódicos científicos, livros, dissertações, teses e sites oficiais. Buscou-se nesta etapa, delimitar a área de estudo e compreender os conceitos necessários para a estruturação e desenvolvimento deste trabalho, entre eles aspectos, categorias, atributos, indicadores, medidas entre outras variáveis.

A segunda etapa focou na coleta de dados em órgãos oficiais (ANP, IBGE, DNIT, MAPA e ANTT). Foram coletados os seguintes dados estatísticos:

- Na base da ANP<sup>1</sup> (2015), foram levantados registros relativos às usinas produtoras de biocombustíveis da região sul, tais como: razão social; matéria-prima; cidade; estado e; dados de produção. Foram consideradas no levantamento, as usinas cadastradas na base, com produção ativa, ou não, sendo desconsideradas as que estão em fase de construção. De acordo com o artigo 8º da Lei 9.478/97, cabe a ANP, promover, regular contratar e fiscalizar as atividades relacionadas aos biocombustíveis (ANP, 2013).

- No site oficial do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE foram obtidos dados em três momentos distintos. No primeiro momento foram obtidos os dados estatísticos dos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, tais como: população, PIB (Produto Interno Bruto), IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) e as principais atividades econômicas. No segundo momento, foram obtidos os dados geográficos como: o tipo de relevo, a área, a vegetação e os tipos de clima. E por fim, no terceiro momento foi adquirido um conjunto de imagens em formato ShapeFile, estas, serviram de base para a construção de alguns mapas temáticos presentes neste trabalho, tais como: produção agrícola municipal<sup>2</sup> dos três estados (cana-de-açúcar e soja – séries atuais e históricas) e produção de soja e cana-de-açúcar a nível nacional.

---

<sup>1</sup> <http://www.anp.gov.br/?id=470>

<sup>2</sup> <http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>



- Na base do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT<sup>3</sup>, foram adquiridos as imagens em formato ShapeFile das rodovias federais<sup>4</sup>, da malha ferroviária e dos portos da Região Sul, para a construção do mapa de transportes.

- Na Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT obteve-se os dados referentes aos modais de transportes, as matrizes de transportes do Brasil e o mapa ferroviário com as devidas concessionárias responsáveis.

- Em relação aos dados de produção de carnes, gorduras animais, soja e cana-de-açúcar, foram adquiridas no site do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA.

Em decorrência da quantidade de usinas produtoras de biocombustíveis da Região Sul, a terceira etapa consistiu na elaboração e aplicação de um questionário (apêndice I) para a obtenção de dados não disponíveis nos sites anteriores. Na elaboração do mesmo, buscou responder perguntas referentes à temática deste trabalho, sendo este dividido em três tópicos:

O primeiro tópico aborda os dados gerais da usina e do respondente, bem como, idade, sexo, cargo, grau de escolaridade, tempo de experiência, cidade em que se localiza a usina, porte de produção, se possui ISO 14001, quais as matérias-primas que utilizam para a produção do biocombustível e qual o raio de abrangência para obtenção desta.

O segundo tópico é referente aos modais de transportes. As questões deste tópico buscou responder: os tipos de modais utilizados; quais os tipos de veículos em cada modal; se os veículos utilizados são próprios ou fretados; quais os tipos de frete (caso seja fretado); se a usina exporta ou não e; quais os destinos da produção seja ela nacional ou internacional.

O terceiro e último tópico foi elaborado com questões abertas, destinadas à opinião do respondente em relação à importância do conteúdo, os principais problemas encontrados no escoamento da safra e possíveis sugestões.

O questionário de acordo com Lakatos e Marconi (1991, p. 197), “é aquele em que o entrevistador segue um roteiro previamente estabelecido; as perguntas feitas ao indivíduo são pré-determinadas [...] e é efetuada de preferência com pessoas selecionadas de acordo com um plano”, ou critérios específicos ou, através de questionários padronizados e uniformizados elaborados previamente, com perguntas claras e objetivas, a fim de obter os resultados esperados. Devem ser limitados em extensão, acompanhados de instruções que esclareçam a importância da aplicação do mesmo, bem como a colaboração dos questionados.

---

<sup>3</sup> <http://www.dnit.gov.br/mapas-multimodais/shapefiles>

<sup>4</sup> <http://www.dnit.gov.br/mapas-multimodais/shapefiles>



A princípio, foram acessados os sites oficiais de todas as usinas da Região Sul do Brasil para a obtenção do número de telefone para um primeiro contato. Em ligação, das 48 usinas presente na região, apenas 40 atenderam, oito delas, o número encontrado nos sites é inexistente. Em decorrência deste fato, obteve-se o e-mail destas usinas nos mesmos sites oficiais e encaminhado um pedido de contato, o mesmo foi negado pelas usinas.

Em relação às usinas que atenderam ao telefone, apenas 30 aceitaram participar do questionário, e enviaram um e-mail de um profissional capaz de responder as questões, porém, apenas três encaminharam o questionário respondido. Com a falta de informações, um segundo contato foi realizado novamente por telefone nas usinas que não enviaram o questionário respondido, com isso, somente uma usina respondeu. No total, apenas quatro usinas responderam o questionário. Por conta disso, cada questionário foi analisado individualmente. Esta falta de informação foi a maior dificuldade encontrada na elaboração desta pesquisa, tendo em vista que o tempo destinado à execução desta atividade foi de aproximadamente cinco meses e as informações adquiridas no mesmo era de grande importância para as análises deste trabalho, principalmente relacionados aos modais de transportes e suas rotas.

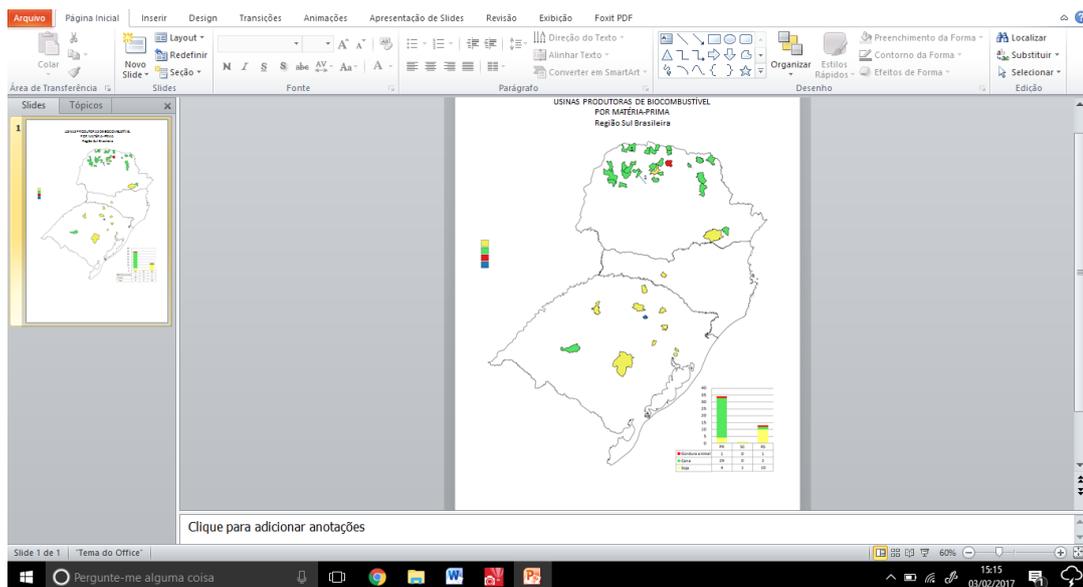
Por fim, a quarta e última etapa deste trabalho, ocorreu a análise preliminar do processo de escoamento da produção dos biocombustíveis dessas usinas analisando as principais rotas utilizadas, bem como os modais de transportes, para que, com as etapas anteriores, pudesse agrupar os dados e elaborar um conjunto de mapas, tabelas e gráficos temáticos.

Para a elaboração do mapeamento utilizou-se ferramentas e programas computacionais específicos, que conferiram suporte à elaboração de tabelas, quadros e gráficos, além da construção de mapas com temas diversificados, com a finalidade de facilitar a interpretação e a análise das informações coletadas, tais como, Excel, Qgis, CorelDraw e Power Point, além de dados estatísticos complementares obtidos nas plataformas discutidas anteriormente.

O primeiro mapa a ser produzido foi o da área de estudo (figura 22), este serviu para ilustrar a abrangência da análise desta pesquisa. Para sua elaboração foram utilizados dois softwares. O Qgis foi utilizado para produzir o mapa em si, nele foram atribuídas duas camadas, sendo a primeira das Macrorregiões do Brasil, e a segunda dos estados da Região Sul, esta serviu para destacar a área de estudo (ambas as camadas em formato ShapeFile). O CorelDraw foi o segundo software utilizado e serviu para o aprimoramento e a junção do mapa do Brasil e o da Região Sul. Neste mapa, não houve tabelas de atributos.



O segundo mapa foi o de Localização das Usinas Produtoras de Biocombustíveis da Região Sul (figura 27). Neste mapa foram utilizados os softwares Qgis, Power Point e Excel. No Qgis foram atribuídas quatro camadas, sendo a primeira dos estados da Região Sul do Brasil, o mesmo utilizado no mapa anterior e, a segunda, terceira e quarta camadas referentes aos municípios dos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, respectivamente. Neste mapa foram lançadas na tabela de atributos três colunas distintas: coluna dos municípios onde estão localizadas as usinas; coluna das usinas que produz biodiesel a partir de gordura animal; coluna das usinas que produzem etanol de cana-de-açúcar e; coluna das usinas que produz biodiesel a partir da soja. Para cada tipo de matéria-prima utilizada pelas usinas foi atribuída uma cor diferente, amarelo para soja, verde para cana-de-açúcar e vermelho para gordura animal. Os dados da quantidade de usinas por matéria-prima foi lançado no programa Excel com intuito de produzir o gráfico. Por fim, o mapa foi exportado para o programa Power Point (figura 23), juntamente com o gráfico pronto, para que os elementos gráficos como a escala, direção, título e legendas pudesse ser inseridos.



**Figura 23: Print do Programa Power Point**

O terceiro mapa a ser produzido (figura 29) foi o da participação por estado na produção de soja em 2015, em porcentagem, este serviu para demonstrar que a soja é de grande importância na agricultura na Região Sul do Brasil. Assim como o mapa anterior, para a construção deste mapa foram utilizados três softwares: Qgis; Excel e Power Point. No Qgis foi atribuída apenas a camada dos estados do Brasil. Na tabela de atributos foi lançada a quantidade de soja produzida em cada estado. Com os mesmos dados, foi produzido um gráfico de pizza no programa Excel e por fim, com o mapa e o gráfico pronto, foram exportados para o programa Power Point para atribuir os elementos gráficos.



O quarto mapa, o de produção de cana-de-açúcar no estado do Paraná por toneladas (figura 30), foi produzido para ilustrar que a maior produção de biocombustível do estado é a partir da cana-de-açúcar, ao contrário dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul que utilizam da soja como a principal matéria-prima para a produção do biocombustível. Para sua construção foram utilizados os programas Qgis e CorelDraw. No primeiro software foram lançadas duas camadas vetoriais, sendo uma do estado do Paraná e outro de seus municípios. Na tabela de atributos (figura 25) apenas os dados da produção municipal de cana-de-açúcar foi utilizada. Para finalizar o mapa, o mesmo foi exportado para o CorelDraw (figura 24).

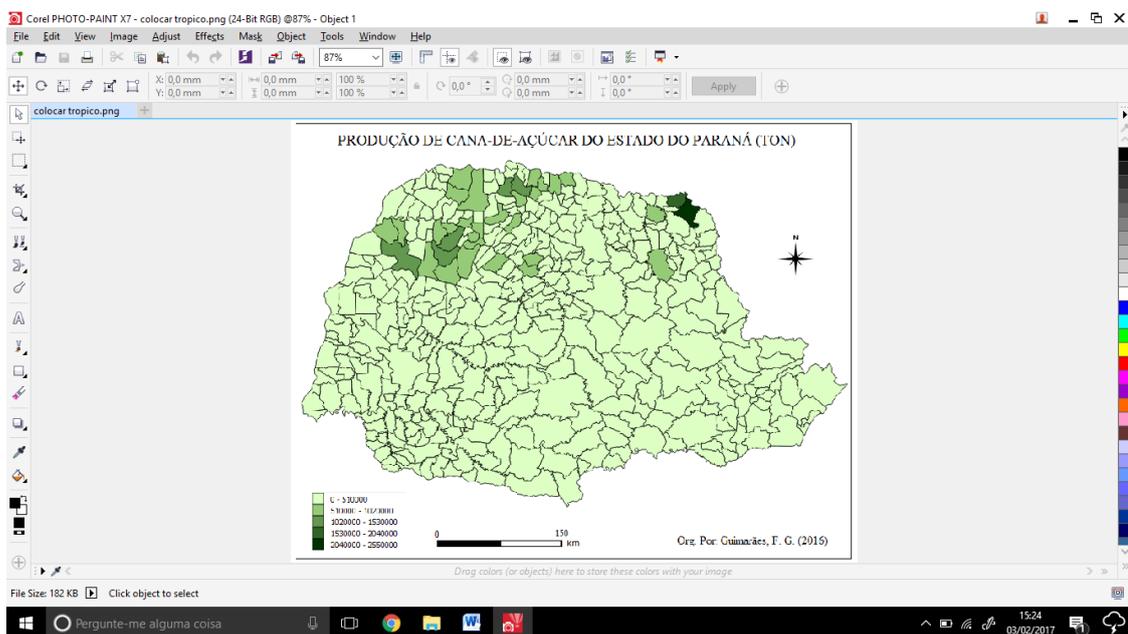


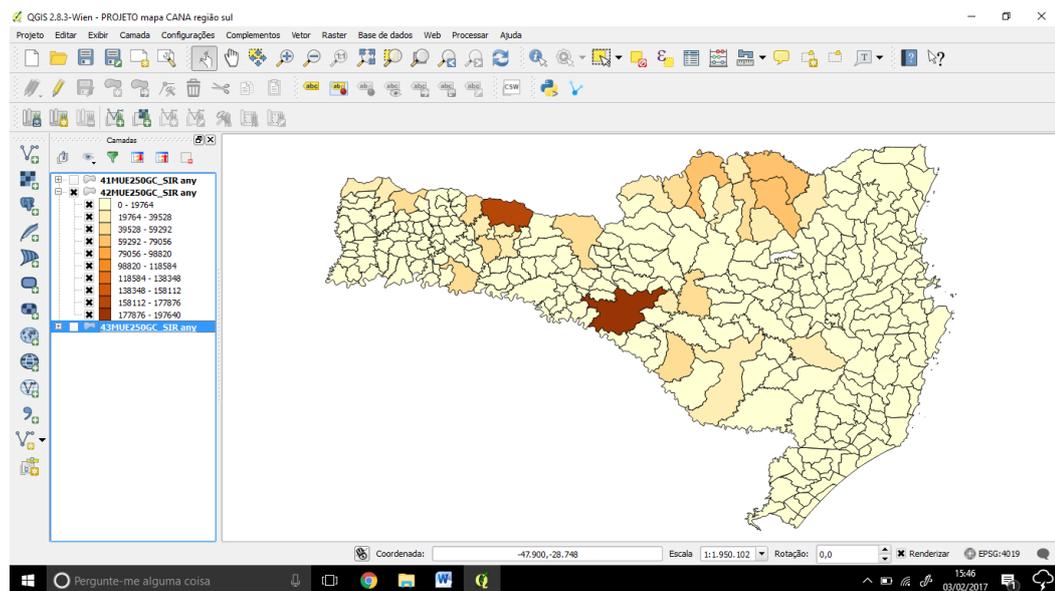
Figura 24: Print do Programa CorelDraw

ID	CO_GEOCODM	NH_MUNICIP	Usinas	PRODUCAO	M.Prima	CANA 2015
0	178 4100103	ABATIÁ	0	63000	0	648
1	179 4100202	ADRIANÓPOLIS	0	18900	0	0
2	180 4100301	AGULHOS DO SUL	0	0	0	4495
3	181 4100400	ALMIRANTE TAM...	0	0	0	0
4	182 4100459	ALTAMIRA DO PA...	0	0	0	3350
5	183 4100509	ALTÔNIA	0	0	0	229
6	184 4100608	ALTO PARANÁ	0	204952	0	33
7	185 4100707	ALTO RIQUIRI	0	311143	0	4350
8	186 4100806	ALVORADA DO SUL	0	31785	0	1104
9	187 4100905	AMAPORÁ	0	458416	0	5526
10	188 4101002	AMPÉRE	0	900	0	382
11	189 4101051	ANÁHY	0	2400	0	161
12	190 4101101	ANDARAÍ	0	405000	0	12059
13	191 4101150	ÂNGULO	0	15075	0	3685
14	192 4101200	ANTONINA	0	2500	0	0
15	193 4101309	ANTÔNIO OLINTO	0	0	0	3547
16	194 4101408	APUCARANA	0	1200	0	216
17	195 4101507	ARAPONGAS	0	25848	0	15000
18	196 4101606	ARAPOTI	0	350	0	11610
19	197 4101655	ARAPUÁ	0	26100	0	4350
20	198 4101705	ARARUNA	0	35000	0	2800
21	199 4101804	ARACÁRIA	1	0	CANA-DE-AÇÚCAR	9000
22	200 4101853	ARIRANHA DO I...	0	2400	0	105
23	201 4101903	ASSAÍ	0	62700	0	140
24	202 4102000	ASSIS CHATEAU...	0	3350	0	364364
25	203 4102109	ASTORIGA	1	307672	CANA-DE-AÇÚCAR	88356
26	204 4102208	ATALAIA	0	59524	0	5951
27	205 4102307	BALSA NOVA	0	0	0	64560
28	206 4102406	BANDEIRANTES	1	765000	CANA-DE-AÇÚCAR	8750
29	207 4102505	BARBOSA FERRAZ	0	65700	0	9447
30	208 4102604	BARRAÇÃO	0	2200	0	51690

Figura 25: Print da Tabela de Atributos do Mapa da Produção de Cana-de-açúcar no Paraná



O quinto e o sexto mapa (figuras 31 e 32) foram produzidos para ilustrar a produção de soja nos estados de Santa Catarina (figura 26) e no Rio Grande do Sul, a partir destes foi possível verificar se as usinas encontram-se próximas as regiões produtoras ou não. Ambos os mapas foram feitos de formas semelhantes, porém cada um com seus respectivos municípios. Utilizaram-se apenas três camadas no programa Qgis: do estado; de todos os municípios e dos municípios que possuem usinas. Na tabela de atributos foram lançados os dados de produção municipal de soja. Para terminar o mapa, o mesmo foi exportado para o programa CorelDraw.



**Figura 26: Print do Programa Qgis na produção de soja do Estado de Santa Catarina**

O sétimo mapa foi produzido para ilustrar a situação atual das usinas produtoras da Região Sul em relação aos meios de transportes. Para a construção do mapa rodoviário e ferroviário (figura 36), foi necessário a utilização de dois softwares, o Qgis e o CorelDraw. No Qgis, foram criadas sete camadas vetoriais: estados do sul; municípios do Paraná; municípios de Santa Catarina; Municípios do Rio Grande do Sul; malha ferroviária; malha rodoviária e; portos. Na tabela de atributos, foram lançados os dados de produção de biocombustível dos três estados da Região Sul. Depois de estabelecida a ligação entre a localidade das usinas com as malhas de transportes, o mapa foi exportado para o programa CorelDraw para a finalização do mesmo.

O oitavo e ultimo mapa, é referente as usinas que responderam o questionário (figura 37). Este demarca os municípios em que as usinas estão localizadas e as malhas rodoviárias e ferroviárias, tendo como objetivo a análise do escoamento dos biocombustíveis produzidos nessas usinas. Para sua elaboração foi necessário o uso do Qgis e CorelDraw. No Qgis, foram criadas as mesmas camadas do mapa anterior, com exceção da camada dos portos. Na tabela



de atributos, foi criada uma coluna para a inserção dos municípios onde se localizam as usinas. Por fim, foram exportados para o CorelDraw e finalizados.

Para melhor compreensão do conteúdo presente neste trabalho, além dos mapas foram elaborados diferentes gráficos e tabelas. A importância dessa ferramenta está ligada à agilidade, facilidade e rapidez da interpretação e compreensão das informações contidas nelas. Todos os gráficos e tabelas presentes nesta pesquisa foram produzidos no Software Excel.



## 7.0 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

A matéria-prima para a produção de biocombustíveis no Brasil é altamente diversificada e cada região do país se destaca na produção a partir de uma determinada matéria-prima. A Região Norte se destaca pela produção de biodiesel a partir do Dendê e do Babaçu, o Nordeste produz biodiesel a partir do algodão e da mamona, o Centro-Oeste pela soja e o Sudeste produz bioetanol a partir da Cana-de-açúcar. Já a Região Sul apresenta características climáticas e relevos que propiciam a produção de bioetanol a partir cana-de-açúcar nas proximidades do Trópico de Capricórnio e do biodiesel, a partir da soja no restante do território da Região Sul. Esta Região apresenta também um grande potencial para a produção de biodiesel a partir da gordura animal, considerando que a mesma, é a maior produtora de carne do país (especialmente suínos e aves).

A implantação de uma usina de biocombustível, independente da matéria-prima utilizada exige o atendimento aos regulamentos e às normas vigentes. No Brasil, a atribuição de regularizar e fiscalizar as atividades relativas à produção, controle de qualidade, distribuição, revenda e comercialização do biodiesel é da ANP, sendo essa agencia a responsável e detentora dos dados estatísticos de produção e comercialização do biocombustível no nível nacional através de leilões.

Com base nos dados da ANP, constatou-se que a região sul do Brasil apresenta 48 usinas produtoras de biocombustíveis cadastradas, conforme pode ser visto na tabela 08, detalhados a Razão Social, matéria-prima, cidade e unidade federativa de cada uma delas. Segundo a agência, as usinas citadas na tabela já estão em operação, em sua base outras usinas estão em construção e outras plantas pilotos estão sendo elaboradas, não tendo sido consideradas nesta pesquisa. Algumas usinas utilizam mais de uma matéria-prima para a produção de biocombustível, porém, foram consideradas a mais usada.

**Tabela 08: Usinas de Biocombustíveis na Região Sul**

	USINA	MATÉRIA-PRIMA	CIDADE	UF
1	OLFAR INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE ÓLEOS VEGETAIS LTDA	SOJA	ERECHIN	RS
2	BSBIOS INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE BIODIESEL SUL BRASIL S/A	SOJA	PASSO FUNDO	RS
3	BSBIOS MARIALVA INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE BIODIESEL SUL BRASIL LTDA	SOJA	MARIALVA	PR
4	CAMERA AGROALIMENTOS S.A	SOJA	IJUÍ	RS
5	OLEOPLAN S.A. - ÓLEOS VEGETAIS PLANALTO	SOJA	VERANÓPOLIS	RS
6	OLEOPLAN S.A. - ÓLEOS VEGETAIS PLANALTO	SOJA	SÃO LEOPOLDO	RS
7	BIANCHINI S/A - INDÚSTRIA, COMÉRCIO E AGRICULTURA	SOJA	CANOAS	RS



8	FUGA COUROS	GORDURA BOVINA	CAMARGO	RS
9	BOCCHI IND COM TRANSP E BENEFICIAMENTO DE CEREAIS LTDA	SOJA	IBIRAIARAS	RS
10	ADM DO BRASIL LTDA	SOJA	JOAÇABA	SC
11	POTENCIAL BIODIESEL LTDA	SOJA	LAPA	PR
12	OLEOPLAN S.A. - ÓLEOS VEGETAIS PLANALTO	SOJA	PONTA GROSSA	PR
13	GRANOL INDÚSTRIA, COMÉRCIO E EXPORTAÇÃO S.A.	SOJA	CACHOEIRA DO SUL	RS
14	BIOPAR - BIOENERGIA DO PARANÁ LTDA	SOJA	ROLÂNDIA	PR
15	TRES TENTOS AGROINDUSTRIAL S/A	SOJA	IJUÍ	RS
16	CAMERA AGROALIMENTOS S.A	SOJA	ESTRELA	RS
17	BIG FRANGO INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE ALIMENTOS LTDA	GORDURA DE FRANGO	ROLÂNDIA	PR
18	SABARALCOOL SA AÇÚCAR E ÁLCOOL	CANA-DE-AÇÚCAR	PEROBAL	PR
19	COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL NOVA PRODUTIVA	CANA-DE-AÇÚCAR	ASTORGA	PR
20	DACALDA AÇÚCAR E ÁLCOOL LTDA	CANA-DE-AÇÚCAR	JACAREZINHO	PR
21	USI - USINAS SOCIAIS INTELIGENTES DESTILARIAS SUSTENTÁVEIS S/A	CANA-DE-AÇÚCAR	SÃO VICENTE DO SUL	RS
22	USINA DE AÇÚCAR SANTA TEREZINHA LTDA (USACUCAR)	CANA-DE-AÇÚCAR	CIDADE GAÚCHA	PR
23		CANA-DE-AÇÚCAR	MARINGÁ	
24		CANA-DE-AÇÚCAR	PARANACITY	
25		CANA-DE-AÇÚCAR	RONDON	
26		CANA-DE-AÇÚCAR	TAPEJARA	
27		CANA-DE-AÇÚCAR	IVATÉ	
28		CANA-DE-AÇÚCAR	TERRA RICA	
29		CANA DE AÇÚCAR	SÃO TOMÉ	
30	AMERICANA S.A	CANA-DE-ACÚCAR	NOVA AMÉRICA DA COLINA	PR
31	RENUKA VALE DO IVAÍ	CANA-DE-AÇÚCAR	S. PEDRO DO IVAÍ	PR
32		CANA-DE-AÇÚCAR	MARIALVA	
33	COOPerval COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL VALE DO IVAÍ LTDA	CANA-DE-AÇÚCAR	JANDAIA DO SUL	PR
34	COMPANHIA AGRÍCOLA USINA JACAREZINHO	CANA-DE-AÇÚCAR	JACAREZINHO	PR
35	USINA ALTO ALEGRE S/A - AÇÚCAR E ÁLCOOL	CANA-DE-AÇÚCAR	COLORADO	PR
36		CANA-DE-AÇÚCAR	FLORESTÓPOLIS	
37		CANA-DE-AÇÚCAR	SANTO INÁCIO	
38	USINA DE AÇÚCAR E ÁLCOOL GOIOERE LTDA	CANA-DE-AÇÚCAR	MOREIRA SALES	PR
39	AÇÚCAR E ÁLCOOL BANDEIRANTES S.A	CANA-DE-AÇÚCAR	BANDEIRANTES	PR
40	USINA CENTRAL DE PARANÁ S/A AGRICOLA INDUSTRIAL E COMERCIAL	CANA-DE-AÇÚCAR	PORECATU	PR
41	MELHORAMENTOS S/A	CANA-DE-AÇÚCAR	NOVA LONDRINA	PR
42	COSTA BIOENERGIA LTDA – ME	CANA-DE-AÇÚCAR	UMUARAMA	PR
43	COOPERATIVA AGRICOLA REGIONAL DE PRODUTORES DE CANA LTDA (COOPCANA)	CANA-DE-AÇÚCAR	PARAÍSO DO NORTE	PR
44	MELHORAMENTOS S/A	CANA-DE-AÇÚCAR	JUSSARA	PR
45	CLARION S/A AGROINDUSTRIAL	CANA-DE-AÇÚCAR	IBAITI	PR
46	INDÚSTRIAS DE BEBIDAS REUNIDAS MORRO AZUL LTDA – EPP	CANA-DE-AÇÚCAR	VENTANIA	PR
47	IMCOPA - IMPORTAÇÃO, EXPORTAÇÃO E INDÚSTRIA DE ÓLEOS S/A	CANA-DE-AÇÚCAR	ARAUCÁRIA	PR
48	CANEX BIOENERGIA LTDA	CANA-DE-AÇÚCAR	S VICENTE DO SUL	RS

**Fonte: Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP (2015)**

Adaptação: Guimarães. A. F. 2016.



Das 48 usinas da Região Sul, cadastrado na ANP, 31 produz etanol pela cana-de-açúcar, sendo estas representantes de 64,59% do total das usinas produtoras de biocombustíveis da região sul, 14 usinas transformam a soja em biodiesel, representando 29,17% das usinas, e apenas três delas produzem biodieseis através de gordura, sendo uma usina de gordura bovina, uma usina de gordura de frango, e outra usina com gordura residual representando 6,22% do total, conforme a tabela 09, estas usinas estão autorizadas a produzir, porém nem todas produzem todos os anos, como no caso da gordura residual. Conforme os relatórios semestrais da Agência, a produção total de biocombustíveis diminuiu entre 2014 e 2016, por mais que a produção de biodiesel tenha aumentado, a produção do etanol que é mais expressivo diminuiu, interferindo fortemente no resultado de produção total.

**Tabela 09: Produção Diária em Metros Cúbicos (m<sup>3</sup>) por Matéria-prima:**

	2014	2015	2016	USINAS	%
Gordura Bovina	300	300	300	1	2,08%
Gordura de frango	6	6	6	1	2,08%
Gordura residual	0	0	0	1	2,08%
Soja	6.484	7.064	7.296	14	29,17%
Cana-de-açúcar	18.304	17.604	14.771	31	64,59%
TOTAL	25.094	24.974	22.373	48	100%

**Fonte: Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), 2016**

Adaptação: Guimarães, A. F. (2016)

Para melhor compreender a distribuição espacial das usinas de biocombustíveis por estado, estas foram espacializadas no mapa exposto na figura 27, levando em consideração a matéria-prima mais utilizada para a produção de biocombustível nos municípios em que se localizam mais de uma usina, ou que a usina produza biocombustível com matérias-primas diferentes. Com base nisso, são tecidas as seguintes considerações:

- Grande parte da produção de biocombustíveis na Região Sul é compreendida pelo etanol, provido da cana-de-açúcar. Com base nos dados de 2015, foram produzidos 22.313,33 m<sup>3</sup> diários de biocombustível, dos quais 66,19% de etanol e 33,81% de biodiesel (óleos vegetais e gordura animal).
- O estado do Paraná agrega o maior número de usinas da Região Sul. Em 2016 o estado possuía 35 unidades produtoras de biocombustíveis, sendo 29 unidades produzindo etanol a partir da cana-de-açúcar, quatro unidades produzindo biodiesel a partir da soja, e duas unidades com produção de biodiesel a partir da gordura de frango. No estado, a região norte e noroeste (localizado ao norte do trópico de capricórnio), se destacam na produção de etanol, região esta, com forte influência do clima tropical. O



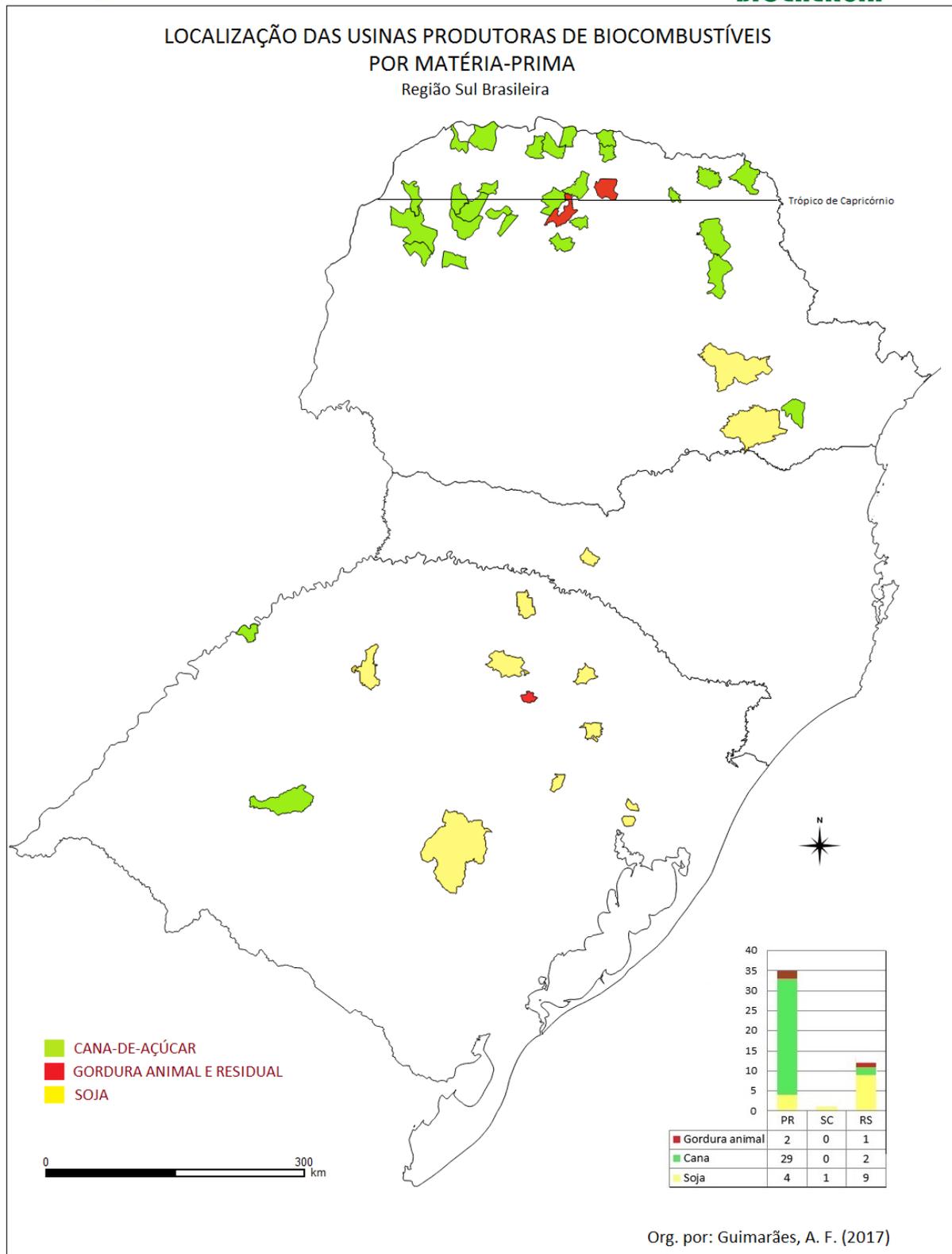
Paraná, além de ser o estado com o maior número de usinas, também é o maior produtor de etanol do sul do Brasil.

- O estado do Rio Grande do Sul possuía 12 unidades produtoras de biocombustíveis em 2016, sendo este, o maior produtor de biodiesel da Região Sul a partir da soja, com 9 usinas, além da soja, o estado também produz biodiesel a partir da gordura animal, com uma unidade produtora a partir do sebo bovino. O Rio Grande do Sul e o Paraná são os únicos estados que produzem biodiesel e etanol. Porém, o Rio Grande do Sul apresenta apenas duas usinas de etanol, enquanto o Paraná apresenta 29 usinas.

- Santa Catarina é o estado que menos produz biocombustível da Região Sul, possui apenas uma usina de biodiesel a partir da soja. O estado apresenta as menores temperaturas da Região Sul do Brasil, seu território, quase que em totalidade, está localizado no clima Cfb da classificação de Köppen (descritos na sequência). Além da maior parte do estado apresentar temperaturas próximas de 0°C na maior parte do inverno, também possui o relevo mais acidentado da região. Estes fatores interferem diretamente na produção agrícola, pois, o relevo propício para a monocultura se torna reduzido e o inverno intenso atrapalha o desenvolvimento das plantas. No caso da cana-de-açúcar, a cultura exige grande quantidade de luz e calor durante todo o estágio, desde o período de brotação, até o período de maturação (acúmulo de sacarose na planta). Por valores econômicos, o estado produz outros cultivares que se tornam mais rentáveis e favoráveis ao clima. A economia de Santa Catarina se destaca em outros setores, principalmente na indústria têxtil e alimentícia, na pesca e no turismo.

- Em relação à matéria-prima, a cana-de-açúcar é a mais usada para a produção de biocombustíveis na Região Sul, sendo o estado do Paraná líder de produção com 29 usinas. O Rio Grande do Sul apresenta duas unidades produtoras de etanol, e em Santa Catarina, a produção de etanol é inexistente.

- A soja, a gordura animal e a residual são as únicas matérias-primas utilizadas para a produção de biodiesel na Região Sul do Brasil. A produção de biocombustível a partir da gordura animal se resume em uma usina de gordura de frango no Paraná e uma usina de gordura bovina no estado do Rio Grande do Sul, e uma de gordura residual no Paraná, porém, não houve produção em 2016. Mesmo com três. Na produção de biodiesel de soja, o estado do Paraná apresenta quatro usinas produtoras, Santa Catarina uma unidade e, o Rio Grande do Sul possui nove usinas.



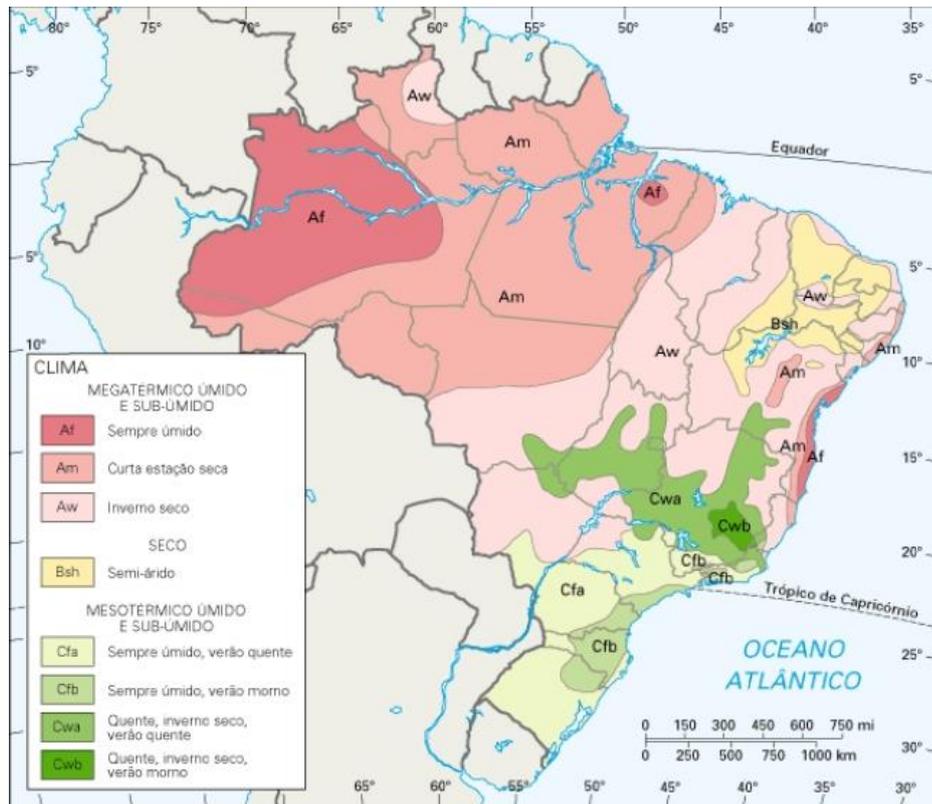
**Figura 27: Mapa da Localização das Usinas**

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2016)  
Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível – ANP (2016)

Com essa pesquisa ficou evidenciada que os fatores morfoclimáticos interferem diretamente no tipo de matéria-prima produzida e utilizada para a produção de



biocombustíveis em cada Região do Brasil, sendo mais evidente na produção de etanol a partir da cana-de-açúcar. Na Região Sul, o macroclima é dividido em Tropical, na porção norte do estado do Paraná (ao norte do Trópico de Capricórnio), e Subtropical, da Região Central do Paraná em direção ao sul. Em outra classificação climática, de Wilhelm Köppen (figura 28), a Região Sul também possui duas divisões, o Cfa e o Cfb.



**Figura 28: Mapa da Classificação Climática Segundo Köppen**

Fonte: Geografalando 2016

O clima Cfa, segundo Köppen, possui características tropicais com verões quentes e chuvas bem distribuídas durante todo o ano com temperaturas médias anuais acima de 22° C, abrangendo quase todo o estado do Paraná, oeste de Santa Catarina, e grande parte do território do Rio Grande do Sul, exceto nordeste. Já o clima Cfb segundo Köppen, é temperado e caracterizado por possuir verões amenos, geadas frequentes em meses de inverno e temperaturas médias anuais não ultrapassando 18° C, abrangendo as microrregiões de Curitiba, Ponta Grossa, Guarapuava, União da Vitória e Palmas no Paraná, porção central e oeste de Santa Catarina e nordeste do Rio Grande do Sul. (IAPAR, 1998).

Além do clima, o relevo da Região Sul, de uma forma geral, corresponde com a classificação climática de Köppen. As regiões de maior altitude e maior declividade estão localizadas nas áreas de clima Cfb e as regiões de menores altitudes com relevos menos acidentados como nos Planaltos e Planícies dos estados onde o clima é classificado como Cfa.



Em decorrência destes fatores, as regiões mais propícias ao cultivo da cana-de-açúcar estão presentes no clima Cfa, ou seja, norte e noroeste do Paraná, oeste de Santa Catarina (onde há plantações de cana-de-açúcar, porém não destinados à fabricação de etanol) e na porção central e oeste do Rio Grande do Sul, onde se localizam as usinas de etanol deste estado. Mesmo com as características climáticas não favoráveis para produção de cana-de-açúcar no clima Cfb, o município de Araucária possui uma usina de etanol, porém a sua produção é relativamente baixa quando em comparação com as demais usinas localizadas no clima Cfa.

Em decorrência dos fatores latitude, altitude e clima, nas regiões de clima Cfb a produção de outros cultivares como frutas, arroz, mandioca, entre outros, é mais propício do que a cultura de cana-de-açúcar. A soja, por se adaptar facilmente em relevos e climas diferentes, aparece presente em ambos os climas, porém, em maior abundância no clima Cfa, pelo fato do relevo ser mais plano e haver maior facilidade para a movimentação dos maquinários agrícolas.

A cultura canavieira necessita de grande irradiação solar e altas temperaturas, por isso, o estado do Paraná por ser o único estado da Região Sul a possuir território no clima tropical (na classificação macroclimática) e clima Cfa (classificação de Köppen) em maior parte, é o maior produtor de cana-de-açúcar e de etanol dos estados da Região Sul, sendo a produção de etanol considerada baixa no Rio Grande do Sul e inexistente em Santa Catarina.

Em relação à soja, mesmo sendo o Paraná o segundo maior produtor da planta do país, a produção de biodiesel a partir dela, é bem inferior à produção gaúcha, já que 80% da produção paranaense são destinadas à exportação, sendo este, o segundo estado que mais exporta soja no Brasil.

## 7.1 BIOETANOL E BIODIESEL DE SOJA

A região Sul do Brasil é a segunda maior produtora de soja do país, atrás somente da região Centro-Oeste, como pode ser visualizado na tabela 10. Em relação à cana-de-açúcar, mesmo sendo o estado do Paraná o segundo maior produtor de etanol do país, a região sul está em quarto lugar na produção da cana e com valores muito distantes da produção do sudeste que é o maior produtor, demonstrando a importância dessa matriz energética para a região e especialmente para o estado do Paraná. A Região Sudeste, é pouco expressiva na produção de soja, pois a maior parte de suas terras agricultáveis é destinada à cana-de-açúcar e outros tipos de cultivos que melhor se adaptam ao clima e ao relevo dos estados. As regiões Norte e



Nordeste possuem características edafoclimáticas que não propiciam a produção da cultura, a região Norte por sofrer com altos níveis de umidade providas da Amazônia, e a região Nordeste pelas altas temperaturas e o baixo regime de pluvial, típico do clima semiárido.

**Tabela 10: Produção de Soja e Cana-de-açúcar por Região do Brasil em 2013**

PRODUÇÃO DE SOJA E CANA-DE-AÇÚCAR POR REGIÃO (2013) (POR MILHÕES DE TONELADA)		
REGIÃO	SOJA	CANA-DE-AÇÚCAR
NORTE	2.692.506	3.768.334
NORDESTE	5.268.170	68.125.806
CENTRO-OESTE	38.262.612	131.498.315
SUDESTE	5.220.641	514.623.424
SUL	30.280.548	50.074.565
TOTAL	81.724.477	768.090.444

**Fonte: Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento – SEAB, 2015**

Org. por: Guimarães, A. F. (2016)

Em relação à cana-de-açúcar, fica notório que as regiões que mais produzem açúcar e etanol no Brasil, estão localizadas nas porções territoriais que possuem os climas mais quentes, e com regime pluvial equilibrado durante todo o ano. O sudeste é o maior produtor de açúcar do Brasil seguido da região Centro-oeste. A região Nordeste é a terceira na produção canavieira, ganhando destaque a Zona da Mata, porém, a maior parte de sua produção também é destinada ao açúcar e não ao etanol. A Região Norte apresenta altas taxas de umidade, o que não favorece a cultura da cana-de-açúcar. Já a Região Sul do Brasil, mesmo sendo a segunda Região que menos produz cana, é a que mais se destaca na produção de etanol, atrás somente do Sudeste.

A tabela 11, demonstra a produção de soja e cana-de-açúcar por tonelada no ano de 2013 por estado da Região Sul do Brasil.

**Tabela 11: Total de Produção de Soja e Cana-de-açúcar por Estado em 2013**

PRODUÇÃO DE SOJA E CANA-DE-AÇÚCAR POR ESTADO POR TONELADA (2013)		
ESTADO	SOJA (2013)	CANA-DE-AÇÚCAR (2013)
PARANÁ	15.937.620	48.449.908
SANTA CATARINA	1.586.351	498.535
RIO GRANDE DO SUL	12.756.577	1.126.122
TOTAL	30.280.548	50.074.565

**Fonte: Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento – SEAB, 2015**

Org. por: Guimarães, A. F. (2016)

Como pode ser percebido, o Paraná é o maior produtor de soja e cana-de-açúcar da Região Sul do Brasil. Na safra de 2013, obteve mais de 15 milhões de toneladas de soja e quase 50 milhões de toneladas de cana. E mesmo sendo o maior produtor de soja, da região, a produção de biodiesel a partir dela é baixa, já que maior parte de sua produção é exportada. O



Rio Grande do Sul possui a segunda maior produção de soja e cana-de-açúcar da Região Sul, porém, mesmo sem segundo lugar na produção de soja, o estado é líder na produção de biodiesel a partir desta. Santa Catarina produz a menor produção de cana-de-açúcar dos três estados, mas esta é destinada à extração de açúcar e não fabricação do etanol. Em produção de soja, o estado é menor produtor, e possui apenas uma usina de biodiesel de soja.

Na produção de soja, a tabela 12, apresenta os estados brasileiros que mais produzem soja no Brasil. Mesmo o país sendo o segundo maior produtor do grão, grande parte da produção é destinado à exportação, principalmente para o mercado Chinês.

**Tabela 12: Maiores produtores de Soja (Estados)**

ESTADOS QUE MAIS PRODUZIRAM SOJA ENTRE 2013 E 2015 (EM MILHOES DE TONELADAS)			
ESTADO	2013	2014	2015
MATO GROSSO	26,44	28,02	28,96
PARANÁ	15,93	16,96	17,98
RIO GRANDE DO SUL	12,75	14,88	14,42
GOIÁS	8,99	8,63	10,32
MATO GROSSO DO SUL	6,15	7,01	6,97
BAHIA	3,31	4,18	4,68
MINAS GERAIS	3,33	3,51	4,12
TOCANTINS	2,06	2,48	2,53
SÃO PAULO	1,69	2,37	2,51

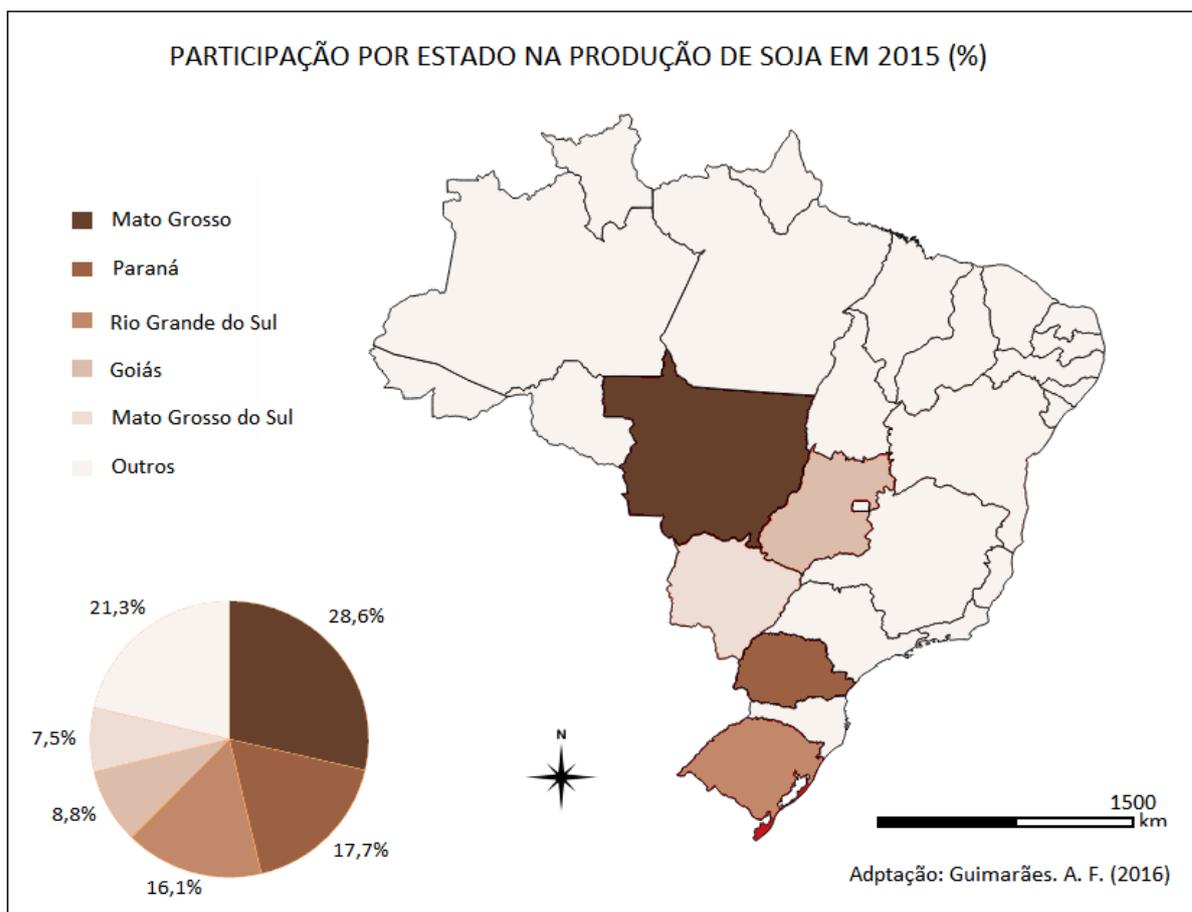
**Fonte: Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento – SEAB, 2015**

Org. por: Guimarães, A. F. (2016)

Como visualizado na tabela anterior, o estado do Mato Grosso é o maior produtor de soja do Brasil, seguido pelo Paraná, e Rio Grande do Sul. Ou seja, dos três estados da Região Sul, dois são líderes de produção. Para melhor compreensão da tabela foi elaborado o mapa dos estados e sua produção (figura 29). A amplitude da produção de soja no estado do Mato Grosso é tão alta que, a somatória da produção dos estados do Paraná e Rio Grande do Sul são quase a mesma, ultrapassando apenas em 3,42 milhões de toneladas a mais que o Mato Grosso em relação ao ano de 2015.

Como pode ser visualizada no mapa, a Região Centro Oeste, é a maior produtora de soja do Brasil, a Região é composta por três estados e o Distrito Federal, e os três estados aparecem na lista dos cinco maiores produtores, juntos somam 44,9% de toda a produção nacional do grão. A Região Sul é a segunda maior produtora, apresentando 33,8% de toda a produção.

O estado do Mato Grosso lidera a produção nacional com 28,6% e toda a produção, seguido pelo Paraná e Rio Grande do Sul com 17,7% e 16,1% respectivamente, e Goiás com 8,8% e Mato Grosso do Sul com 7,5%.



**Figura 29: Mapa da Produção de Soja por estado em 2015**

No estado do Paraná, o município de Campo Mourão é o líder na produção do grão, o município que está localizado na Mesorregião Centro Ocidental Paraense, conta com a maior cooperativa agroindustrial da América Latina, e a terceira maior cooperativa do mundo, a COAMO – Agroindustrial Cooperativa, além de possuir também um dos maiores entroncamentos rodoviários do sul do Brasil. Na tabela 13, apresentam-se os municípios paranaenses que mais produziram soja entre 2013 e 2015.



**Tabela 13: Maiores Produtores de Soja (Municípios do Paraná)**

PRODUÇÃO DE SOJA NO ESTADO DO PARANÁ POR TONELADA ENTRE 2013 E 2015			
MUNICÍPIO	2013	2014	2015
Campo Mourão	1.930.768	2.013.000	2.176.000
Cascavel	1.910.835	1.962.795	2.092.914
Ponta Grossa	1.595.913	1.894.706	2.003.688
Toledo	1.563.810	1.649.238	1.704.384
Pato Branco	857.855	990.000	1.029.600
Ivaiporã	868.930	912.240	918.383
Guarapuava	786.338	879.405	937.020
Francisco Beltrão	709.479	839.850	948.500

**Fonte: Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento – SEAB, 2015**

Org. por: Guimarães, A. F. (2016)

Como visualizado na tabela 13, os municípios de Campo Mourão, Cascavel, Ponta Grossa e Toledo, são os maiores produtores de soja do estado, respectivamente. Na produção de soja os municípios do Paraná que mais produzem encontram-se em ambas as regiões climáticas de Koppen, tanto Cfa quanto Cfb. Neste caso, o relevo interfere mais que o clima, tendo em vista que estes municípios são predominantemente planos.

Mesmo sendo o Paraná o maior produtor de soja da Região Sul, a produção de biodiesel a partir desta, é muito baixa. O Rio Grande do Sul é responsável pela produção de 76,73% de toda produção de Biodiesel da Região Sul do Brasil, enquanto o Paraná produz 16,57% e Santa Catarina apenas 6,7%. Com esses dados é possível compreender que no estado do Paraná, grande parte de sua produção é exportada e tem na cana-de-açúcar a alternativa para a produção de biocombustível. O mesmo não ocorre com Santa Catarina, em que a produção de soja é baixa e a de cana-de-açúcar é praticamente nula, ou seja, a oferta de matéria-prima no estado é muito baixa para a produção de biocombustível. Já no Rio Grande do Sul, a produção de soja é alta e devido à inexistência da produção em larga escala de cana-de-açúcar, a soja é alternativa mais viável para a produção de biocombustível.

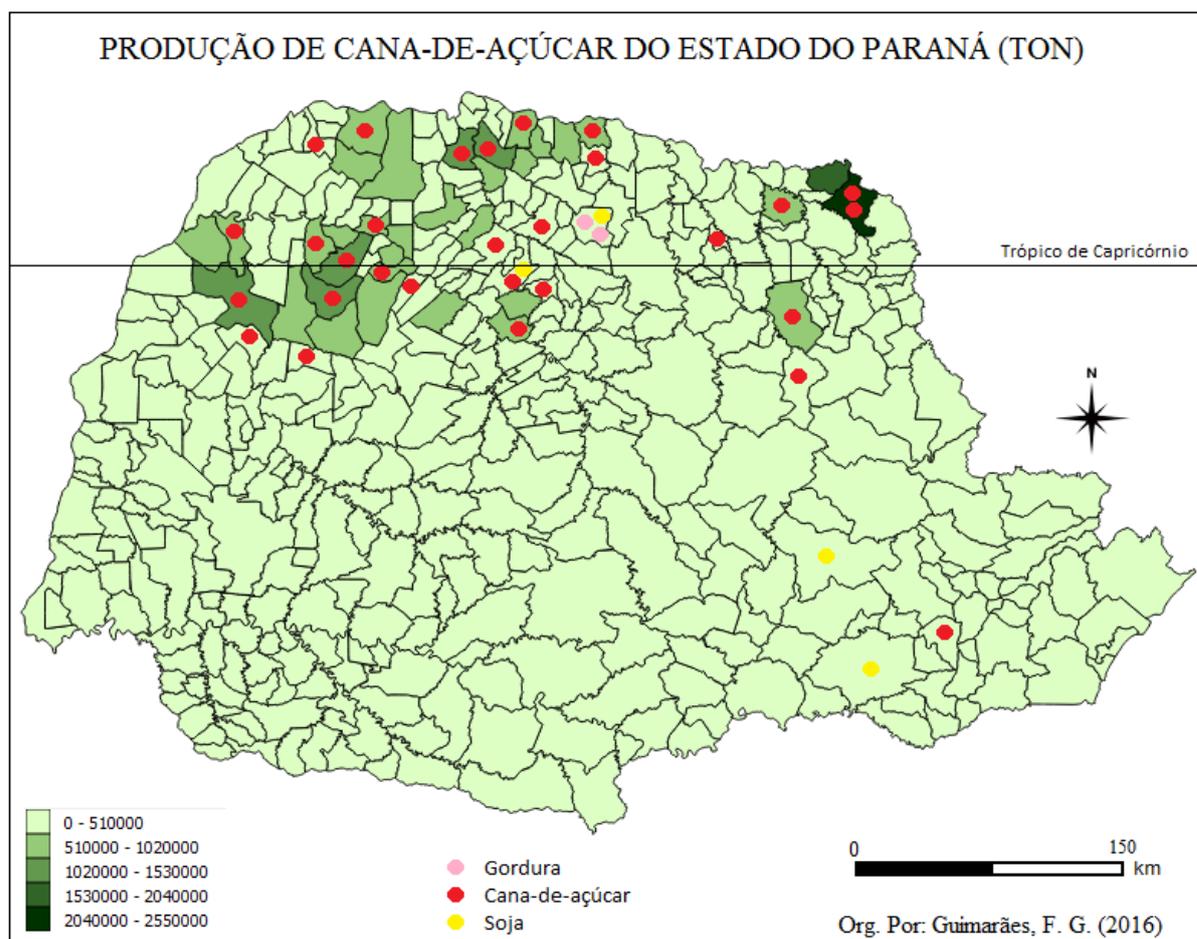
Em relação à produção de etanol, o Paraná produz 99,58% do total produzido no sul do Brasil, o Rio Grande do Sul produz somente 0,42%, e no estado de Santa Catarina a produção é inexistente, ressaltando o fato da interferência climática na produção da cana-de-açúcar e o quão importante é esta atividade no setor econômico do estado. É visível a discrepância entre a produção de bioetanol e biodiesel na Região Sul do Brasil que, assim como no restante do país, o etanol engloba a maior parte dos biocombustíveis.

Já em relação aos biodieseis, a soja é a matéria-prima mais utilizada para esse fim, responsável por 95,98% de toda a produção. Enquanto as gorduras representam apenas 4,02%.



O Brasil se destaca na produção de biocombustíveis, sobretudo através da cana-de-açúcar e da soja, porém, gorduras animais estão sendo cada vez mais utilizada para produzir biodiesel no Brasil e no mundo, a gordura que antes gerava gastos para o descarte correto, agora está se transformando em biocombustível. A carne suína, por exemplo, é a mais consumida no mundo, o Brasil, é o quarto maior produtor, atrás apenas da China, União Europeia e Estados Unidos, possuindo assim grande disponibilidade de gordura (ABIPECS, 2006).

A cana-de-açúcar necessita de grande quantidade de luz, temperaturas médias, invernos amenos e disponibilidade de umidade, características típicas do clima tropical, presente na região norte do Paraná. Em decorrência desses fatores, o estado do Paraná é o único da Região Sul do Brasil a possuir usinas produtoras de etanol (exceto o município de São Vicente do Sul – RS), desta forma, elaborou-se um mapa específico da produção de cana-de-açúcar do estado (figura 30), contendo a produção em toneladas para cada município, e a localidade de todas as usinas produtoras de biocombustíveis do estado com intuito de analisar a disponibilidade de matéria-prima para as usinas produtoras.



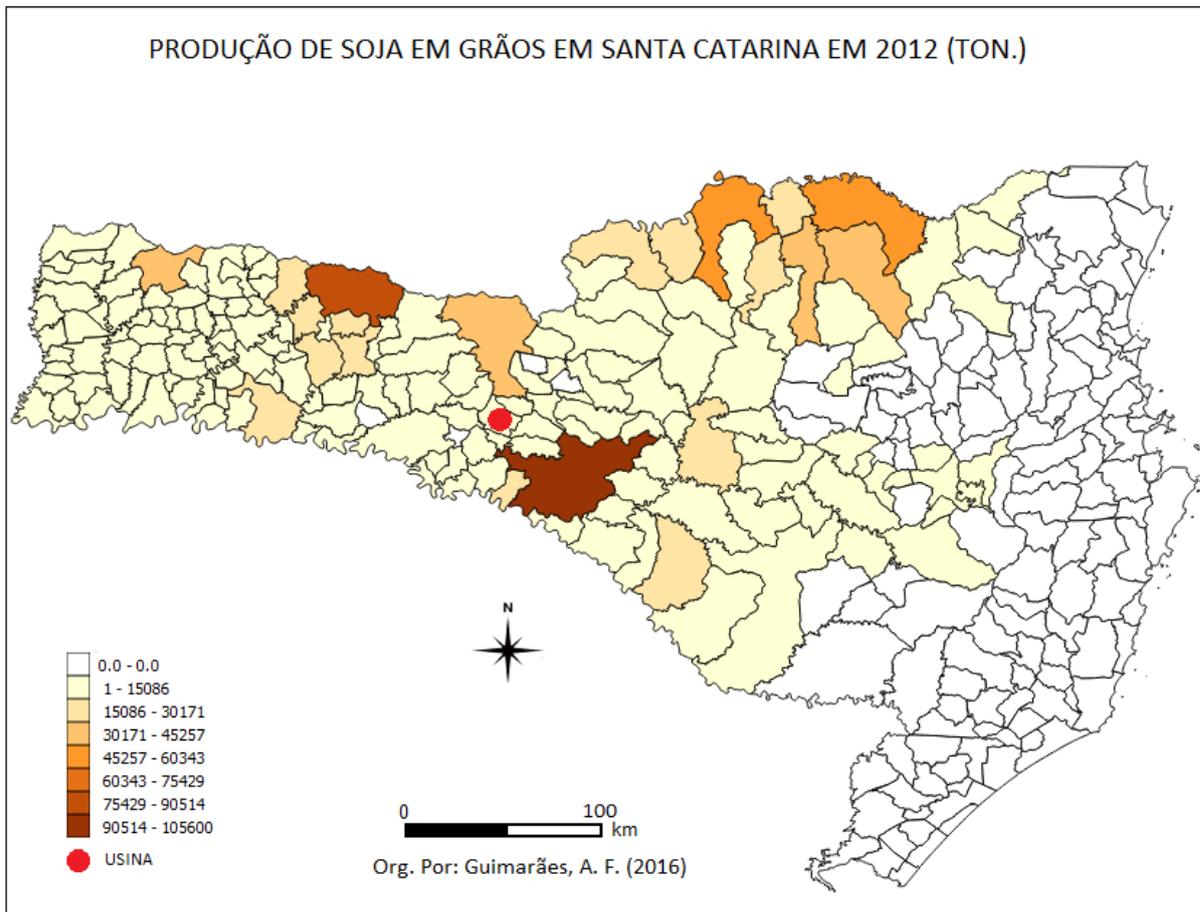
**Figura 30: Mapa de Produção de Cana-de-açúcar no Estado do Paraná por Tonelada**

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2016



Conforme visualizado no mapa anterior é notável que a maior produção de cana-de-açúcar do estado do Paraná se encontra próxima às usinas produtoras de bioetanol, sobretudo, na região nordeste e noroeste próximo ao trópico de capricórnio, sendo o município de Jacarezinho o maior produtor do estado com mais de 2,5 milhões de toneladas por ano, seguido por Cambará, Rondon, Colorado, Umuarama, Tapejara e Paranacity, essas por sua vez, produzem entre 100 milhões e 200 milhões de toneladas anualmente. Esta região possui o clima mais quente dos três estados, com temperaturas elevadas o ano todo e regime pluvial regular durante todas as estações.

Enquanto o Paraná lidera a produção de cana-de-açúcar da região sul, e esta é a matéria-prima mais expressiva para a produção de biocombustível, o estado de Santa Catarina é o menor produtor tanto de cana-de-açúcar, quanto de soja, a qual é a única matéria-prima utilizada por ela para produzir biodiesel. Na figura 31, percebe-se a produção de soja em grãos em todo o estado, e o destaque maior para o município de Campos Novos quase limítrofe com Joaçaba, onde se localiza a única Usina de biocombustíveis do estado, esta região se encontra na faixa de transição entre os climas Cfa (mais quente e úmido) e Cfb (mais frio e seco). A região oeste do estado, localizada no clima Cfa é caracterizada pela agropecuária, bem diferente da região leste, onde estão os maiores parques industriais e o litoral com os atrativos turísticos, sendo notável que a produção de soja na área litorânea é inexistente.



**Figura 31: Mapa de Produção de soja em grãos em Santa Catarina em 2012 por Toneladas**  
Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2016)

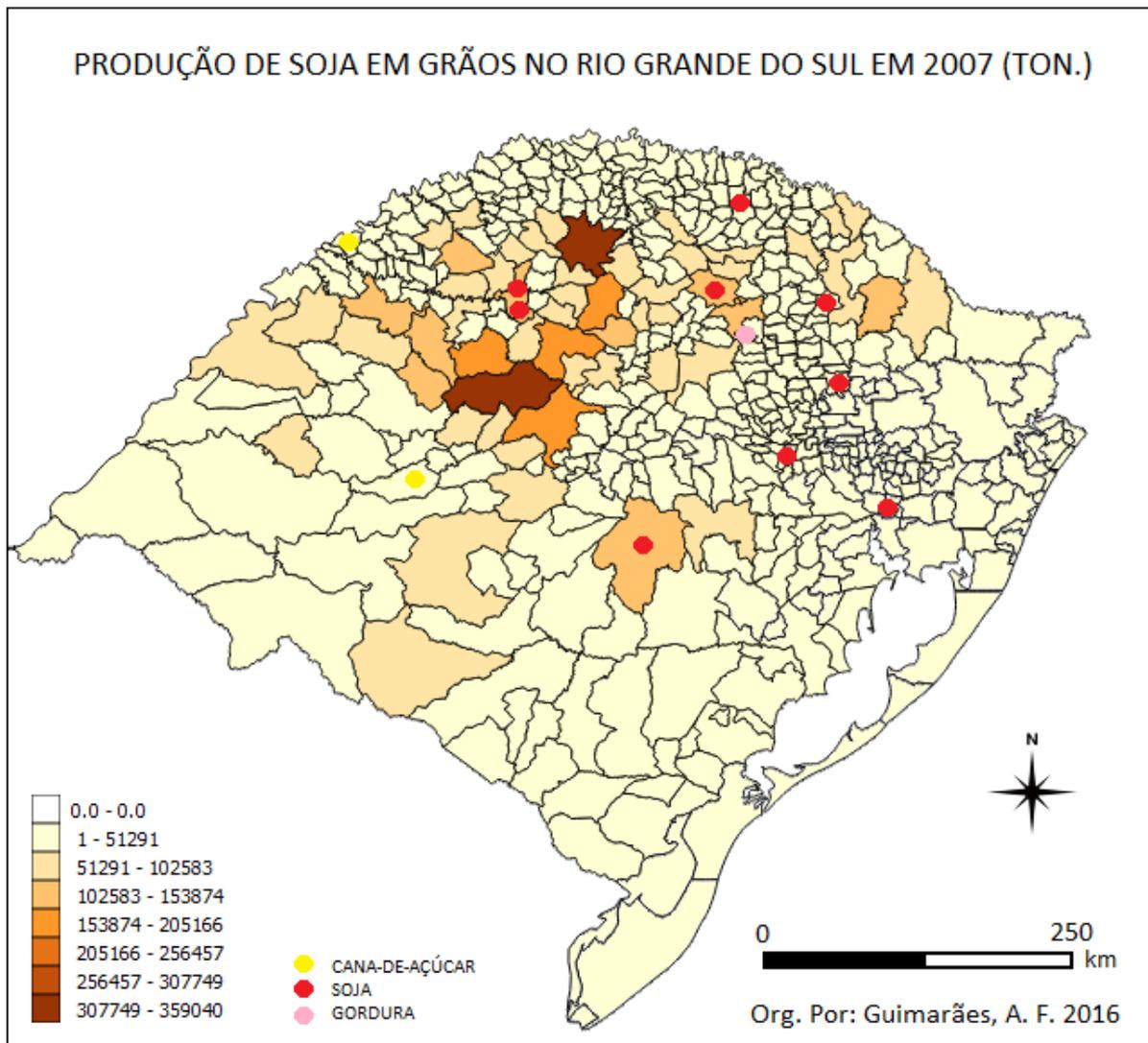
O estado do Rio Grande do Sul é o segundo maior produtor de soja da região sul, por este fator, em quase sua totalidade, as usinas produtoras de biocombustíveis do estado utilizam o grão como matéria-prima, como pode ser percebida na figura 32, que apenas uma parte das usinas estão localizadas onde a produção de soja é mais intensa. Na classificação climática de Köppen, a maior região produtora de soja se encontra no Cfa (quente e úmido). E no nordeste do estado, a produção de soja é menos expressiva, esta região está localizada no clima Cfb (frio e seco), porém, é nesta área que se encontra o maior número de usinas produtoras de biodiesel do estado.

Ao contrário da cana-de-açúcar que as usinas necessitam estar próximo às lavouras de cana, o mapa do cultivo de soja no estado do Rio Grande do Sul demonstra claramente que o mercado consumidor do grão (neste caso a usina produtora de biodiesel), não necessita estar próxima às lavouras.

Em relação à produção de etanol no Rio Grande do Sul está localizada na região oeste do estado, próximas as lavouras de cana-de-açúcar. Esta região, como percebido no



zoneamento agroecológico, é a mais propícia para o cultivo da planta. Neste caso, as usinas estão próximas ao cultivo, assim como ocorre na maior parte do estado do Paraná.



**Figura 32: Mapa de Produção de Soja em grãos no Rio Grande do Sul em 2007 Por Toneladas.**

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2016)

## 7.2 BIODIESEL A PARTIR DA GORDURA ANIMAL

A Região Sul do Brasil se destaca na produção de carnes. O estado do Paraná é o primeiro maior produtor aviário do Brasil, Santa Catarina ocupa o segundo lugar e o Rio Grande do Sul o terceiro, ou seja, a Região Sul é a maior produtora de aves do Brasil, porém, o investimento na gordura aviária como matéria-prima para a produção de biodiesel é muito pequena.

Em relação à carne suína, o Rio Grande do Sul é o maior produtor nacional da carne, seguido de Santa Catarina, nesta lista, o Paraná ocupa a sexta posição. De qualquer forma, dois dos três estados da Região Sul são os maiores produtores da carne suína do Brasil. Sendo



assim, com a quantidade de gordura aviária somada com a gordura suína, o potencial de produção de biocombustível a partir da gordura não é totalmente explorado.

Na carne bovina, ao contrário da carne suína e de frango, a região sul não está entre os primeiros lugares no ranking dos dez maiores produtores, mas mesmo assim, dois dos estados da Região Sul, estão entre os dez maiores, o Paraná ocupa o nono lugar e o Rio Grande do Sul em décimo, enquanto Santa Catarina não aparece na lista.

Grande parte dos resíduos do abate dos animais é destinada à produção de sabão, indústria de cosméticos, ração e suplemente para granjas entre outros produtos.

Com esses dados é possível perceber que a região sul é a segunda maior produtora de soja do Brasil e a maior em produção aviária e suína, apresentando grande potencial para a produção de biodiesel a partir de gordura vegetal e animal.

A região Oeste do Paraná é a maior em produção de frangos e suínos do estado. Levando em consideração que maior parte da gordura retirada dos animais abatidos não é destinada de forma correta. O Paraná possui grande potencial de produção de biodiesel através da gordura animal. Conforme a tabela a seguir (tabela 14), quase dois bilhões de animais é abatida anualmente somente no estado.

**Tabela 14: Número de Abates Por Ano no Paraná**

TIPO DE ANIMAL	2014 (N.º DE ABATES)	2015 (N.º DE ABATES)
BOVINOS	1.450.453	1.246.716
SUÍNOS	6.920.787	7.716.969
AVES (FRANGO)	1.643.383.540	1.772.546.336
TOTAL	1.651.754.780	1.781.510.021

**Fonte: Secretaria da Agricultura e Abastecimento (2015)**

Adaptação: Guimarães, A. F. 2016

Conforme a Empresa Brasileira de Estudos Agropecuários (EMBRAPA), cerca de 355 mil toneladas de graxa suína são provenientes de abatedouros todos os anos no Brasil, essa graxa é destinada principalmente à produção de ração animal e pequena parcela é destinada à produção de biodiesel, embora esse subproduto apresente alta rentabilidade, em média, cada suíno produz cerca de oito quilos de banha, e cada quilo pode ser convertido em até 750 ml de biodiesel, ou seja, cada suíno pode gerar até seis litros de biocombustível. Levando em consideração o número de abates em 2015 de 7.716.969 de cabeças, o rendimento de biodiesel provido das granjas de suínos ultrapassaria 46 milhões de litros no ano.

A carne bovina é a segunda carne mais consumida no mundo, cada animal gera cerca de 18 quilos de sebo após o abate, cada quilo de sebo pode ser transformado em até 800 ml de biodiesel, sendo assim, 14,4 litros por cabeça. Considerando que no Paraná foram 1.246.716



abates em 2015, se todo o sebo tivesse sido convertido em biocombustível, o sebo bovino teria rendido 17,5 milhões de litros no ano. Já as aves, 218 mil toneladas de óleo são provenientes de suas gorduras, porém, o potencial dessas gorduras não é totalmente explorado. A cada frango, 30% em média do seu peso total são descartados, dos quais cerca de 12% são gorduras e o restante são penas e vísceras.

Nota-se que a produção biodiesel através da gordura, é muito pequena quando comparada à produção a partir da soja. Apenas uma usina no Paraná utiliza a gordura de frango como matéria-prima para a produção. A usina faz parte de um grande abatedouro de aves, que passou a produzir biocombustível da gordura que antes era descartada, o que gerava inclusive um passivo ambiental, na atualidade a sua produção é de seis metros cúbicos (6m<sup>3</sup>) de combustível por dia. O mesmo ocorre com a usina gaúcha que utiliza da gordura bovina para produzir biocombustível, produzindo a partir dos animais abatidos cerca de 300 m<sup>3</sup> de biocombustível diariamente.

Em relação à gordura residual, se mostra inexistente nos dados obtidos, pois, o registro na ANP autoriza que uma determinada usina produza uma quantidade de biocombustível relacionada com a capacidade de produção instalada.

Em relação à produtividade, nos últimos três anos são perceptíveis à queda na produção de etanol devido às condições morfoclimáticas da região centro-sul, características típicas do fenômeno El niño, que é o alto índice de chuvas no inverno, período que coincide com o pico da moagem nesta região. Devido à safra da soja ser em períodos diferentes ao da cana-de-açúcar, o aumento da produção e bioetanol pode ser percebido na tabela 15 e na figura 33:

**Tabela 15: Produção por Usina entre 2014 e 2016**

USINA	MATÉRIA-PRIMA	CIDADE	UF	2014	2015	2016
BIODIESEL						
BIG FRANGO	GORDURA DE FRANGO	ROLANDIA	PR	6	6	6
BIOLIX	GORDURA RESIDUAL	ROLANDIA	PR	-	-	-
BIOPAR	SOJA	ROLANDIA	PR	120	120	120
BSBIOS	SOJA	MARIALVA	PR	-	580	580
POTENCIAL	SOJA	LAPA	PR	477	477	553
ADM	SOJA	JOAÇABA	SC	510	510	510
GRANOL	SOJA	CACHOEIRA DO SUL	RS	933,33	933,33	933,33
BSBIOS	SOJA	PASSO FUNDO	RS	444	444	600
CAMERA	SOJA	IJUÍ	RS	650	650	650
OLEOPLAN	SOJA	VERANÓPOLIS	RS	1.050	1.050	1.050
OLFAR	SOJA	ERECHIN	RS	600	600	600
BIACHINI	SOJA	CANOAS	RS	900	900	900



**MESTRADO EM  
BIOENERGIA**

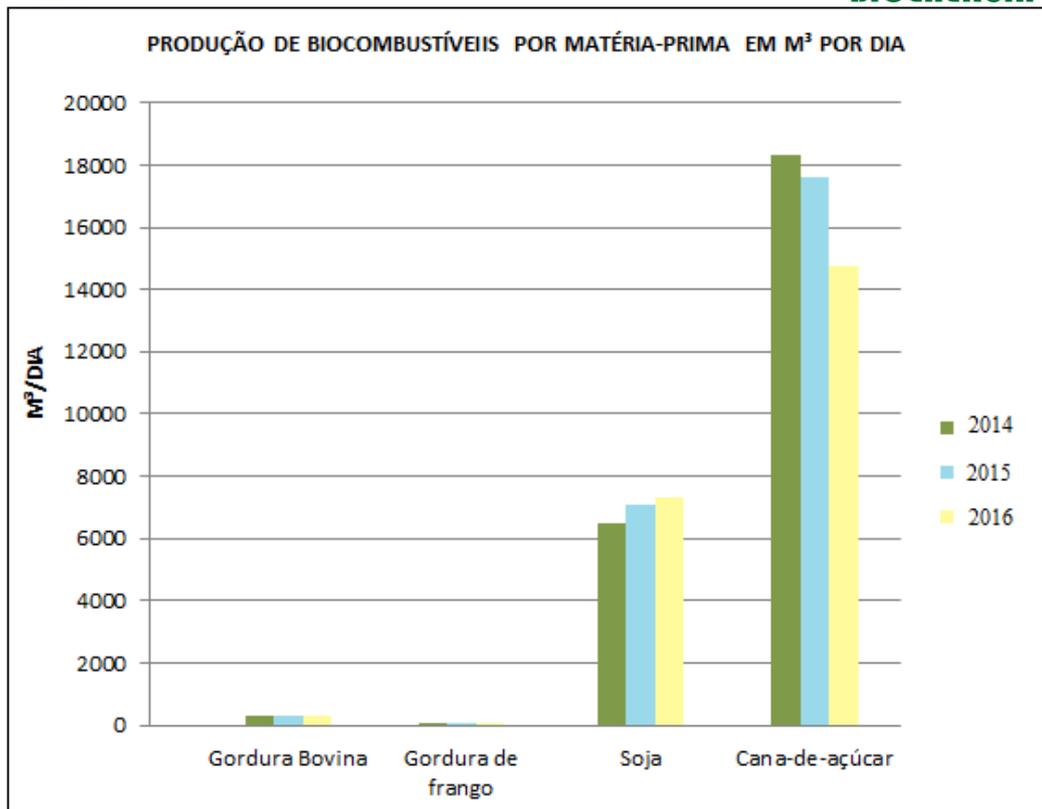
BOCCHI	SOJA	IBIRAIARAS	RS	300	300	300
FUGA COUROS	GORDURA BOVINA	CAMARGO	RS	300	300	300
TRÊS TENTOS	SOJA	IJUÍ	RS	500	500	500
TOTAL				6.790,33	7.370,33	7.602,33

ETANOL (ANIDRO E HIDRATADO)

ALTO ALEGRE	CANA-DE-AÇÚCAR	FLORESTÓPOLIS	PR	600	600	600
	CANA-DE-AÇÚCAR	COLORADO	PR	750	750	-
	CANA-DE-AÇÚCAR	SANTO INÁCIO	PR	700	-	-
AMERICANA	CANA-DE-AÇÚCAR	NOVA AMÉRICA DA COLINA	PR	320	320	320
BANDEIRANTES	CANA-DE-AÇÚCAR	BANDEIRANTES	PR	1.000	1.000	1.000
CLARION	CANA-DE-AÇÚCAR	IBAITI	PR	980	980	980
COOPCANA	CANA-DE-AÇÚCAR	PARAÍSO DO NORTE	PR	2.100	2.100	2.100
COOPER NOVA PRODUTIVA	CANA-DE-AÇÚCAR	ASTORGA	PR	500	500	500
COOPerval	CANA-DE-AÇÚCAR	JANDAIA DO SUL	PR	600	600	600
COSTA	CANA-DE-AÇÚCAR	UMUARAMA	PR	200	200	200
DACALDA	CANA-DE-AÇÚCAR	JACAREZINHO	PR	570	570	570
GOIOERÊ	CANA-DE-AÇÚCAR	MOREIRA SALES	PR	230	230	230
IMCOPA	CANA-DE-AÇÚCAR	ARAUCÁRIA	PR	8	8	8
JACAREZINHO	CANA-DE-AÇÚCAR	JACAREZINHO	PR	450	450	450
MELHORAMENTOS	CANA-DE-AÇÚCAR	JUSSARA	PR	1.833	1.833	-
	CANA-DE-AÇÚCAR	NOVA LONDRINA	PR	440	440	-
RENUKA	CANA-DE-AÇÚCAR	MARIALVA	PR	630	630	630
	CANA-DE-AÇÚCAR	SÃO PEDRO DO IVAÍ	PR	750	750	750
REUNIDAS MORRO AZUL	CANA-DE-AÇÚCAR	VENTANIA	PR	12	12	12
SABARÁLCOOL	CANA-DE-AÇÚCAR	ENGENHEIRO BELTRÃO	PR	570	570	570
	CANA-DE-AÇÚCAR	PEROBAL	PR	250	250	250
SANTA TEREZINHA	CANA-DE-AÇÚCAR	CIDADE GAÚCHA	PR	300	300	300
	CANA-DE-AÇÚCAR	MARINGÁ	PR	300	300	420
	CANA-DE-AÇÚCAR	PARANACITY	PR	550	550	550
	CANA-DE-AÇÚCAR	RONDON	PR	350	350	400
	CANA-DE-AÇÚCAR	TERRA RICA	PR	650	650	650
	CANA-DE-AÇÚCAR	IVATÉ	PR	470	470	490
	CANA-DE-AÇÚCAR	TAPEJARA	PR	1.100	1.100	1.100
UCP ANP	CANA-DE-AÇÚCAR	PORECATU	PR	480	480	480
COOPER. PORTO XAVIER	CANA-DE-AÇÚCAR	PORTO XAVIER	RS	60	60	60
USI	CANA-DE-AÇÚCAR	S. VICENTE DO SUL	RS	1	1	1
TOTAL				18.304	17.604	14.771

Fonte: Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível- 2016

Org. por: Guimarães, A. F. 2016

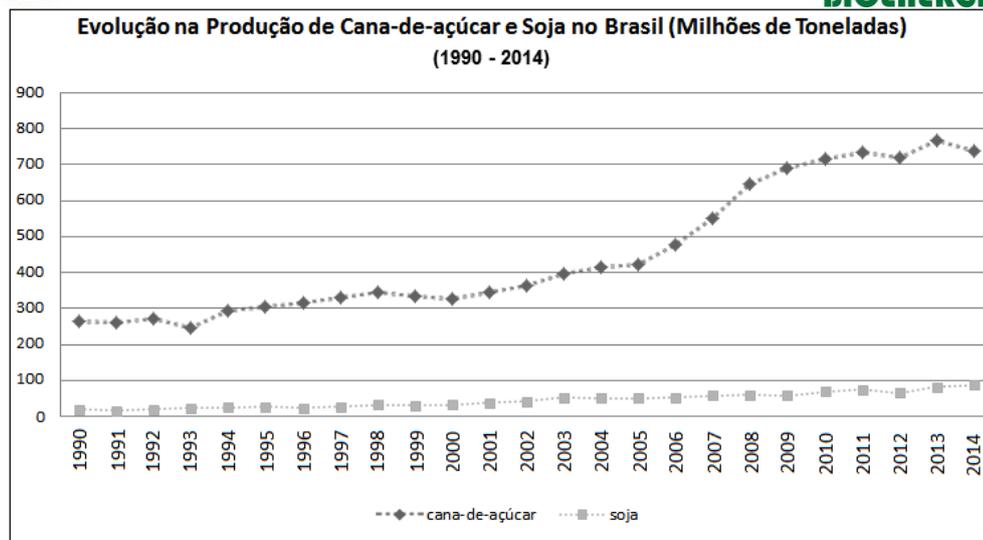


**Figura 33: Produção por Matéria-prima no Período de 2014 a 2016**

Adaptação: Guimarães, A. F. 2016

Fonte: Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível – ANP (2016)

É visível a diferença entre a produção de bioetanol e biodiesel na região sul do Brasil, a cana-de açúcar lidera o mercado nacional de biocombustíveis. Em escala regional, não é diferente com o sul do país. Já em relação aos biodieseis, a soja é a matéria-prima mais utilizada para esse fim, responsável por 95,98% de toda a produção. Enquanto as gorduras representam apenas 4,02%. Sendo a cana-de-açúcar predominante no norte do estado do Paraná, e a soja no estado do Rio Grande do Sul. Em comparação com a cana-de-açúcar e a soja no Brasil e na Região sul foi construído dois gráficos (figuras 34 e 35) com intuito de apresentar a diferença de produção entre as duas matérias-primas.

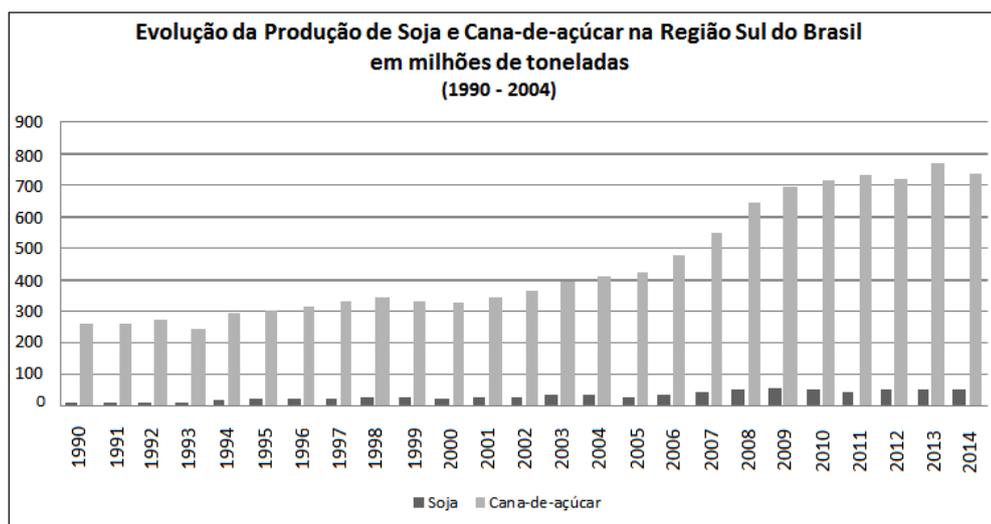


**Figura 34: Gráfico da Evolução da Cana e da Soja no Brasil**

Adaptação: Guimarães, A. F. (2016)

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015)

Na figura anterior, podemos visualizar a escala de produção da soja e da cana-de-açúcar no Brasil desde 1990 até 2014. O gráfico demonstra claramente que a expansão da cana se deu a partir dos primeiros anos do novo milênio, fato este marcado pela nova legislação proibitiva da queimada da cana e pelo surgimento e popularização dos veículos *flex fuel*. O álcool a partir desse momento teve um acréscimo de consumo significativo, justificando o aumento da produção. A soja teve um leve aumento neste período. O mesmo ocorreu com a Região Sul (figura 35).



**Figura 35: Gráfico da Evolução da Cana e da Soja na Região Sul do Brasil**

Adaptação: Guimarães, A. F. (2016)

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015)



### 7.3 ESCOAMENTO DA PRODUÇÃO



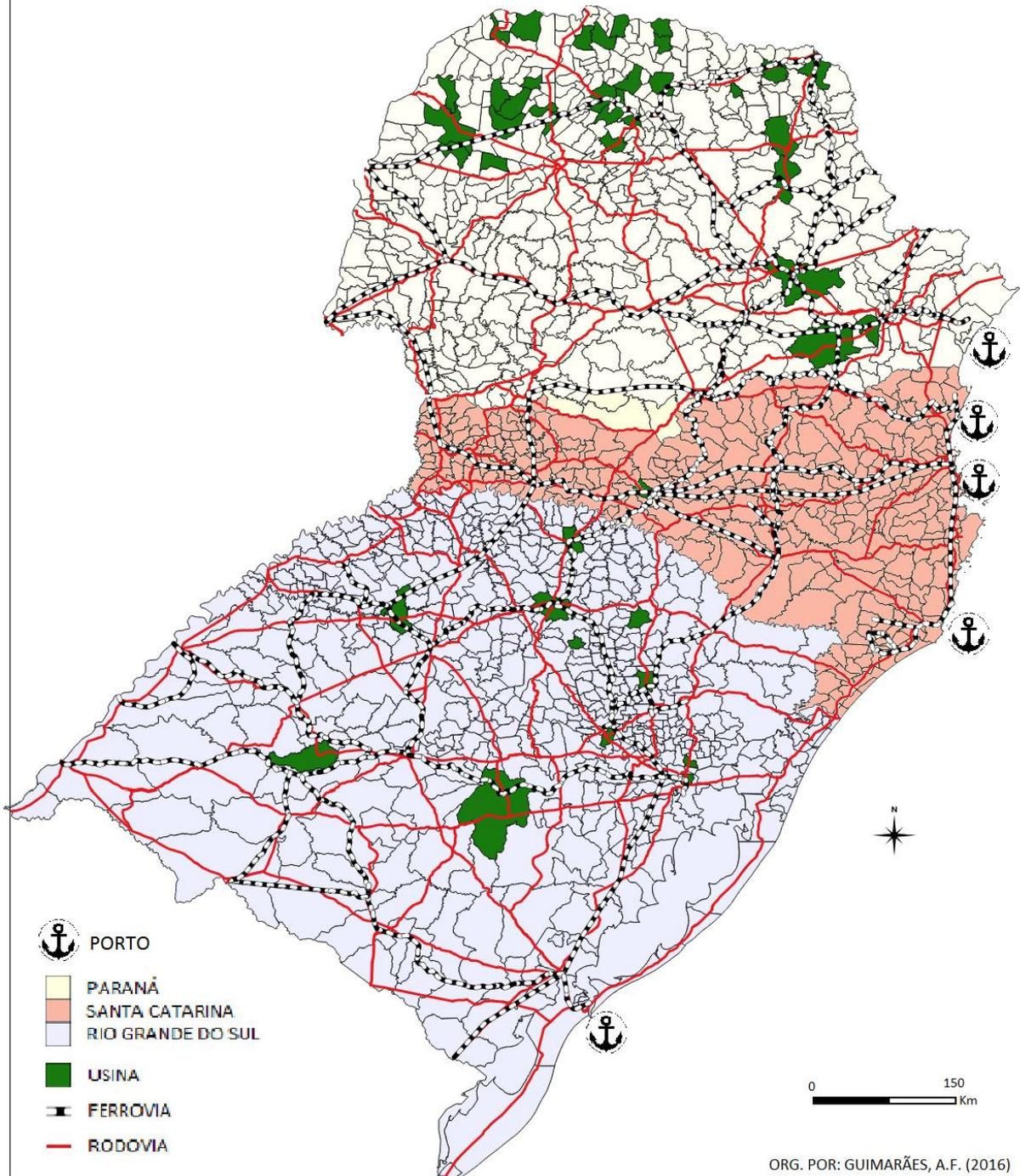
Em relação à logística aplicada ao etanol e as outras usinas de biocombustível, esta se inicia em cada uma das usinas/destilarias próximas a áreas rurais produtoras da matéria-prima, no caso da Região Sul, a cana-de-açúcar e a soja. Os produtos são transferidos e armazenados nos centros coletores, quase em sua totalidade pelo modal rodoviário (BARROS; WANKE, 2012). Após o recebimento nos centros coletores, o transporte até as bases pode ser feito via dutos, hidrovias ou ferrovias. O mesmo ocorre com o etanol que destinado para o mercado externo. Para distribuição do mercado consumidor interno, o produto é enviado por meio de transporte rodoviário por caminhões.

Para a compreensão do escoamento da produção dos biocombustíveis produzidos nos estados do sul do Brasil é necessário fazer um levantamento das rodovias e ferrovias existentes. Conforme o DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2016), o estado do Paraná conta com 18 rodovias federais, Santa Catarina com sete e Rio Grande do Sul com 20 rodovias.

Em relação ao transporte ferroviário, o estado do Paraná possui duas concessionárias que cuidam das linhas férreas, sendo elas: ALL – América Latina Logística e Ferroeste. Santa Catarina conta além da ALL, com a ferrovia Tereza Cristina, a menor ferrovia da Região Sul, com apenas 164 km de extensão. O Rio Grande do Sul possui a malha férrea mais densa dos três estados, porém apenas a ALL opera em suas linhas. (Figura 36).



MAPA RODOVIÁRIO E FERROVIÁRIO DO SUL DO BRASIL COM DESTAQUE  
NAS USINAS PRODUTORAS DE BIOCOMBUSTÍVEIS



**Figura 36: Mapa Rodoviário e Ferroviário com a Localização das Usinas Produtoras de Biocombustíveis da Região Sul do Brasil.**

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2016)  
Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte – DNIT (2016)



Como visualizado, o mapa anterior demonstra a malha rodoviária (Rodovias Federais) e ferroviária da Região Sul do Brasil, bem como a localização das usinas produtoras de biocombustíveis. Todas as usinas estão localizadas próximas de alguma linha férrea e de alguma rodovia federal.

Outra característica que pode ser percebido no mapa anterior, é que todas as malhas ferroviárias dos estados da Região Sul terminam nos principais portos: Paranaguá; Itajaí; São Francisco e; Rio Grande. Como constatado anteriormente, o estado de Santa Catarina é o que mais recebeu investimentos em infraestrutura ferroviária, em contrapartida é o menor produtor de biocombustíveis da Região Sul.

O escoamento de uma produção qualquer e a localização estratégica de uma usina ou indústria são de extrema importância para os custos finais dos produtos que as mesmas fabricam/produzem.

Em relação às hidrovias, é utilizado a multimodalidade e a intermodalidade. E devido a falta de ferrovias próximos aos portos do Rio Paraná é notável que a produção de etanol no Paraná não utiliza do modal ferroviário para o escoamento das safras até estes portos. Sendo este então, escoado pelo modal rodoviário. Conforme Oliveria (2014) dos combustíveis escoado nas hidrovias brasileiras, 24% estão na hidrovia Paraná-Tietê. Esta carga é originária dos estados do Paraná, Mato Grosso do Sul e São Paulo que é atualmente o maior produtor de etanol do Brasil. Vale ressaltar a construção da Promef Hidrovia, construído pela Transpetro, sendo este um desenvolvimento regional ocasionado pela produção de etanol no estado de São Paulo.

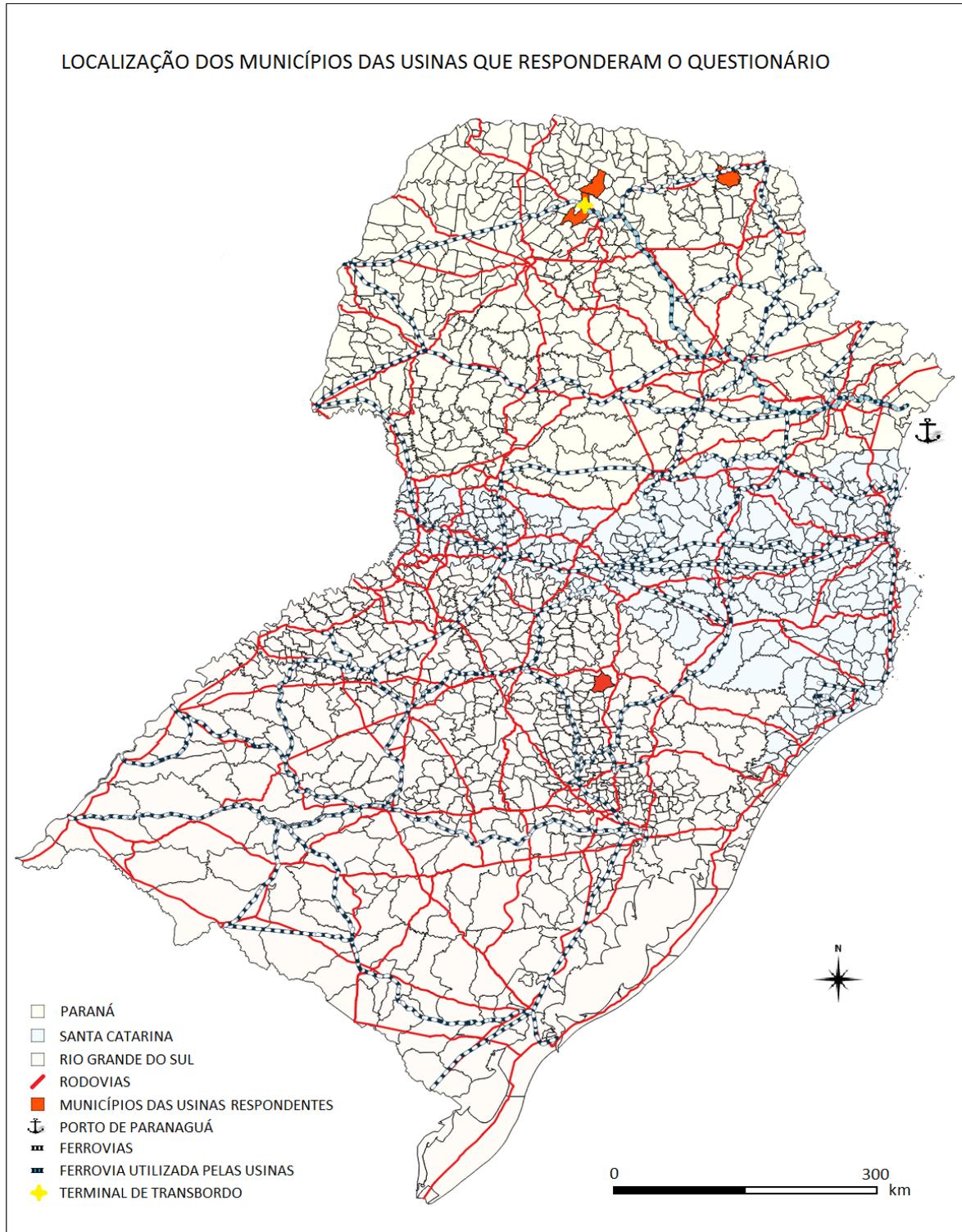
#### 7.4 ANÁLISES DOS QUESTIONÁRIOS

O questionário (apêndice I) foi aplicado em todas as usinas produtoras de biocombustíveis da Região Sul do Brasil. Das 48 usinas, apenas quatro responderam (8,33%), três delas no estado do Paraná, e uma no Rio Grande do Sul. Sendo duas Usinas de etanol, e duas de biodiesel. Os municípios onde estão localizadas as usinas respondentes estão destacados no mapa (figura 37). Sendo a Usina Bandeirantes – USIBAN, localizada no município de Bandeirantes – PR, a Usina BSBios em Marialva – PR, a Cooperativa Nova Produtiva em Astorga e a Usina Bocchi Industria e Comércio de Cereais Ltda. em Ibiraiaras – RS.

Das usinas respondentes, todas estão próximas a importantes vias de acesso e utilizam do modal rodoviário como principal ou único meio de transporte. As usinas BSBios



(Marialva) e Cooperativa Nova Produtiva (Astorga) são as únicas a utilizarem o modal ferroviário (América Latina Logística - ALL) em sua matriz de transporte, sendo que as duas possuem terminal próprio de transbordo.



**Figura 37: Mapa de Localização dos Municípios das Usinas Respondes do Questionário**

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2016  
Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte – DNIT, 2016



1) A USIBAN – Usina Bandeirantes (figura 38), localizada no município homônimo, no estado do Paraná, foi fundada em 1940, e atualmente possui capacidade de produção liberada pela ANP de 1000m<sup>3</sup>/dia de etanol a partir da cana-de-açúcar, cujo raio de abrangência é 10 a 50km. A usina não possui a normativa ISO 14001.

- O questionário foi respondido por Maurício Pacheco de 34 anos, supervisor de produção agrícola, com mais de seis anos de experiência. É formado em Engenharia Agrícola, especialista em Gestão e Tecnologia Sucroalcooleira, e MBA em Economia e Gestão Empresarial.

- A USIBAN, utiliza apenas o modal rodoviário fretado para o escoamento de sua produção, através de Carretas, Bitrem e Rodotrem. Sua produção é destinada somente para as Regiões Sul e Sudeste. A usina não exporta.

- Como principais rotas utilizadas, destacam-se as rodovias regionais, a BR369, a Rodovia Raposo Tavares e Castelo Branco.



**Figura 38: Usina Bandeirantes - USIBAN**  
Fonte: Victória Brasil (2016)

2) A BSBios, localizada no município de Marialva, foi fundada em 2010, e possui capacidade de produção liberada pela ANP de 580m<sup>3</sup>/dia de biodiesel a partir da soja e de gordura animal, com raio de abrangência para obtenção de matéria-prima de 100 km ou mais. A usina não possui a normativa ISO 14001.

- O questionário foi respondido por Miguel Neto de 37 anos, analista de logística, com mais de 15 anos de experiência.

- A BSBios, utiliza os modais rodoviários, ferroviários, hidroviários e o multimodal para o escoamento de sua produção.

- Os principais destinos da produção desta usina são as Regiões Sul e Sudeste, no Brasil, e países do continente asiático.



- No modal Rodoviário, o escoamento ocorre através de Carretas, Bitrem, Rodotrem, Treminhão e Tritrem, com veículos fretados. As principais vias de escoamento são as rodovias locais e a BR376 e BR 369.
- No modal Ferroviário, a usina possui terminal próprio (destaque na figura 39) no município em que está localizada e a carga por esse modal, segue em direção ao porto de Paranaguá.
- No modal hidroviário, a usina utiliza a multimodalidade. Ou seja, o modal rodoviário é utilizado entre a usina e as regiões portuárias do Rio Paraná, e a carga são transferidas para as embarcações do modal hidroviário.



**Figura 39: BSBios – Marialva – com destaque ao terminal ferroviário anexo**  
Fonte: Jornal do Comércio (2015)

3) A Cooperativa Nova Produtiva (figura 40), localizada no município de Astorga, foi fundada em 1999, e atualmente possui capacidade de produção liberada pela ANP de 500m<sup>3</sup>/dia de etanol a partir da cana-de-açúcar, cujo raio de abrangência para obtenção de matéria-prima é de 10 a 50km. A normativa ISO 14001 também está empregada nesta usina.

- O questionário foi respondido por Leonardo Justino Gonçalves de 40 anos, gerente comercial com mais de seis anos de experiência, e formado em Comércio Exterior.
- A usina utiliza os modais rodoviários e ferroviários para o escoamento de sua produção.
- No modal rodoviário, as principais rotas utilizadas, são as rodovias locais e a BR369.



- No modal ferroviário, a carga é transportada até o porto de Paranaguá, e encaminhado para os países asiáticos.



**Figura 40: Nova Produtiva em Astorga**  
Fonte: COONAGRO (2015)

4) A quarta usina (figura 41) Bocchi Industria de Comércio e Cereais Ltda., está localizada no município de Ibiraiaras, no estado do Rio Grande do Sul, foi fundada em 1985, e possui atualmente capacidade de produção liberada pela ANP de 300m<sup>3</sup>/dia de biodiesel a partir da soja e da gordura animal. A abrangência de origem de matéria-prima para a produção do biodiesel é de 100km ou mais, fato este que confirma a análise do mapa de produção de soja no Rio Grande do Sul (figura 32) de que a usina não necessita estar próximo ao cultivo da soja. Assim como as demais, esta usina também não adere ao ISO 14001.

- O questionário foi respondido pela gerente administrativa.

- A usina em questão, utiliza apenas o modal rodoviário fretado para o escoamento de sua produção através de Carretas, Bitrem e Rodotrem. Sua produção é destinada somente para as Regiões Sul e Sudeste. A usina não exporta.

- Como principais rotas utilizadas, destacam-se as rodovias regionais, a BR470 e a BR116.

De forma geral, o principal problema no processo produtivo citado pelos questionados foi, a falta de infraestrutura nos modais de transportes de forma geral e o alto valor de frete cobrado. Ou seja, o alto custo logístico, interfere diretamente no valor do produto final.

Das usinas que responderam o questionário, nenhuma delas possui o ISO14001, que é responsável por especificar os requisitos da gestão ambiental de uma organização, o que lhes permite desenvolver e praticar políticas e metas ambientalmente sustentáveis.



**Figura 41: Bocchi Indústria e Comércio de Cereais Ltda em Ibiraiaras**  
Fonte: BOCCHI (2016)

Nas questões abertas do questionário, todos os respondentes disseram que o estudo é pertinente a comunidade acadêmica e científica. E as mesmas não aceitariam uma eventual visita técnica. Em relação às maiores dificuldades encontrada pelas usinas, as respostas foram unânimes ao citar os custos logísticos e a situação atual das malhas rodoviárias e ferroviária como sendo o principal empecilho para o desenvolvimento das usinas.



## 8.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção dos biocombustíveis a partir da biomassa traz benefícios em termos de produção de energia e menor emissão de CO<sub>2</sub>, se a fase agrícola for bem gerenciada e os subprodutos derivados da produção do bioetanol e do biodiesel forem utilizados em seu potencial, os benefícios serão de cunho ambiental, social e econômico.

Os resultados positivos da produção de biocombustíveis superam os impactos negativos. Iniciando com o potencial de reflorestamento das áreas degradadas ou abandonadas pela agricultura; melhoria da estrutura do solo; redução do escoamento superficial; redução dos potenciais erosivos; aumento da captação de água pelo solo; aumento da precipitação atmosférica local e diminuição das temperaturas; maior armazenamento de carbono; diminuição das emissões gasosas; diminuição da necessidade de combustíveis fósseis e reaproveitamento da biomassa outrora descartada de forma irregular ou não aproveitada.

A possibilidade de aumento da participação de fontes renováveis na matriz energética brasileira é positiva do ponto de vista ambiental, mas uma série de fatores deve ser considerada para que os benefícios potenciais sejam alcançados, entre eles a eficiência energética e a redução das emissões atmosféricas e efluentes líquidos. Entretanto, não são apenas os impactos ambientais que preocupam, pois a produção do álcool baseada na monocultura da cana-de-açúcar tem provocado uma reorganização do espaço, expulsando o pequeno produtor do campo, acirrando os conflitos por terra, explorando mão-de-obra indígena, entre outros fatores. A expansão dos plantios de cana nas regiões Sudeste e CentroOeste, por exemplo, tem alterado toda a dinâmica territorial, provocando novos desmatamentos, diminuindo a oferta de gêneros alimentícios, inviabilizando a permanência de pequenos agricultores no campo, bem como travando o avanço do programa brasileiro de reforma agrária.

Portanto, a cultura da cana-de-açúcar voltada, sobretudo, à produção de etanol apesar de encontrar-se num cenário com vários projetos de desenvolvimento em andamento, apresenta-se tanto como uma oportunidade quanto como também uma ameaça, pois é preciso considerar que o processo de produção do etanol a partir da cana-de-açúcar incluindo a monocultura canavieira, ainda envolve grandes impactos socioambientais, positivos e negativos, direta ou indiretamente associados ao plantio, colheita e a toda a logística do setor, diante deste cenário, o Zoneamento Agroecológico se torna uma ferramenta de extrema importância no cultivo da cana. Com a inclusão do zoneamento, há de ocorrer uma redução



nos impactos ao meio ambiente pelo desmatamento, além da proteção de áreas de preservação ambiental.

Contudo, a partir de planejamento sustentável, ocupação criteriosa do solo agrícola e emprego de técnicas de conservação ambiental, de acordo com cada cultura e região, podem se reduzir muito os impactos ambientais gerados, assegurando proteção aos recursos ambientais e atendimento aos padrões de qualidade.

Além disso, por outro lado, havendo uma efetiva conscientização ecológica partindo tanto das ações governamentais como, sobretudo, da própria população poderia haver uma redução no consumo de combustíveis e na demanda por etanol, conseqüentemente minimizando a necessidade de expansão da cultura da cana e seus impactos no meio ambiente, principalmente a partir de investimentos numa rede coletiva de transportes públicos de melhor qualidade, substituição em determinados casos do modal rodoviário pelo ferroviário e hidroviário, entre outras alternativas.

A Região Sul do Brasil possui 48 usinas cadastradas na Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (ANP). Dessas usinas, 34 estão no Paraná, sendo quatro usinas de Biodiesel de soja, 29 usinas de Etanol de cana-de-açúcar e uma usina de biodiesel a partir da gordura animal. Santa Catarina possui apenas uma usina produtora de biodiesel de soja e, o Rio Grande do Sul, apresenta 10 usinas de biodiesel a partir da soja, duas usinas de etanol de cana-de-açúcar e uma usina de biodiesel de gordura animal.

A produção de biocombustíveis na Região Sul do Brasil, utilizam basicamente a soja e a cana-de-açúcar como matérias-primas, a gordura animal e residual a produção é muito baixa, não apresentando escala comercial. O Paraná é o maior produtor de etanol a partir da cana-de-açúcar dos três estados, e o Rio Grande do Sul o maior produtor de biodiesel a partir da soja. Santa Catarina é o estado que menos se destaca no cenário energético, com apenas uma usina de biodiesel de soja.

Quanto ao clima, ficou visível que o mesmo interfere diretamente na produção da cana-de-açúcar. No caso da soja, o relevo interfere mais na produção do grão do que o clima. Em relação à localização das usinas, a soja não necessita estar próxima a elas, ao contrário da cana-de-açúcar que devido o curto tempo necessário entre a colheita e a moagem, a lavoura necessita estar próxima à usina.

No que tange a produção de biodiesel a partir de gordura animal, além de reutilizar os resíduos sólidos resultante do abate, não compete com os alimentos como no caso da cana-de-açúcar e da soja, o sebo que antes era um passivo ambiental, agora é utilizado como matéria-



prima de baixo custo e com características semelhantes aos óleos vegetais, no que diz respeito as suas propriedades químicas. A Região Sul dispõe de um amplo mercado do subproduto animal oriundo dos abates em frigoríficos, porém, é um mercado pouco explorado.

O Brasil de forma geral é um grande produtor de animais, essa produção gera grande quantidade de gordura animal após o abate que poderia ser convertido em biocombustível. O que torna preocupante é a falta de incentivo às indústrias e profissionais que sejam capazes de produzir em grandes quantidades esse combustível ecologicamente correto e sustentável.

No sentido logístico, por falta de informações, a análise deste tópico se torna preliminar, mas, com a construção dos mapas entendeu-se que as usinas estão instaladas em locais estratégicos, próximas da oferta de matéria-prima e das malhas rodoviárias federais e ferrovias, facilitando assim, o escoamento da produção. Entende-se dessa forma, que se houvesse uma malha de transporte mais densa, a presença de usinas na Região Sul poderia ser maior.

Quanto ao transporte, o país todo sofre com a falta de infraestrutura de transporte adequada. No transporte rodoviário, a falta de manutenção das rodovias e alto custo dos pedágios, principalmente no Paraná, encarece o custo do frete, aumentando dessa forma, o valor do produto final.

A Região Sul é altamente desenvolvida e a segunda região do Brasil no setor industrial, por esse motivo, a infraestrutura de transporte deveria ser mais bem equipada e desenvolvida, com o intuito de aperfeiçoar o escoamento das safras agrícolas, produtos industrializados e cargas líquidas, como os biocombustíveis.

O sistema de transporte é algo essencial para o desenvolvimento de um país, e sua importância é ainda maior quando se trata de um país com a extensão do Brasil. Como foi constatado no estudo realizado, cada tipo de produto se adequa melhor a determinado modelo de transporte, sendo assim não é interessante para um país desenvolver somente um tipo.

Na região sul, praticamente toda mercadoria escoada através do transporte ferroviário, é de origem agrícola com destino aos portos, poucos são os vagões destinados à carga líquida de produtos inflamáveis como os biocombustíveis, resultando assim, em maior quantidade de caminhões nas rodovias.



## 9.0 – REFERÊNCIAS



Ab'Saber, A. Um Plano Diferencial Para o Brasil. **Estudos Avançados**, n.4, 1990, p.19-62

ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?id=2808>> Acessado em: 18 de Julho de 2016

\_\_\_\_\_. **Produção anual de Biodiesel**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=81532&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&1468328475564>> Acessado em: 15 de Julho de 2016

\_\_\_\_\_. **Produção anual de Etanol**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=81188&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&1468329121783>> Acessado em: 15 de Julho de 2016.

ALVARENGA, A. A. **A ascensão dos Recursos Energéticos Não Convencionais de Folhelho: Mudanças e Perspectivas Dentro da Geopolítica Energética Mundial**. 2015. 155f. Dissertação (Mestrado em Economia Política Internacional). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015

ALVES, F.J.C. Diagnóstico e Propostas de Políticas Públicas para o Complexo Agroindustrial Canavieiro na Macro Região de Ribeirão Preto. In: MORAES, M.A.F.D.; SHIKIDA, P.F.A. **Agroindústria Canavieira no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2002

ANDRADE, J. M. F.; DINIZ, K. M. **Impactos Ambientais da Agroindústria da Cana-de-açúcar: Subsídios para a Gestão**. 2007. 131f. Monografia (Especialização em Gerenciamento Ambiental) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007

ANTT. Agência Nacional de Transporte Terrestre. 2008. **Transporte de Carga. Transporte Rodoviário**. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br/carga/rodoviario.asp>> Acessado em: 27 de Novembro de 2015

Aprosoja Brasil. **Usos da Soja**. Disponível em: <<http://aprosojabrasil.com.br/2014/sobre-soja/uso-da-soja/>> Acessado em: 25 de Outubro de 2016

ARAÚJO, G. de S. **Produção de Biodiesel a Partir de Óleo de Coco (*Cocos Nicifera l.*)**. 2008. 105f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008

ARAÚJO, M. P. (org.). **Construindo o social através da ação e da responsabilidade**. Novo Hamburgo, Feevale, 2006



ARBEX, M. A. et al.. Queima da Biomassa e os Efeitos sobre a Saúde. **SciELO**. v.30, n.2, p.18, 2004

ASSIS, W. F. T.; ZUCARELLI, M. C. **Despoluindo Incertezas - Impactos Territoriais da Expansão de Agrocombustíveis e Perspectivas para uma Produção Sustentável**. Belo Horizonte: O Lutador, 2006. 72 p.

ABIQUIM. Associação Brasileira da Indústria Química. **Maiores produtores químicos do mundo**. 2009. Disponível em: <<http://www.abiquim.org.br>> Acessado em: 01 de Julho de 2015

ABIPECS. Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína. **Exportação de Suína**. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/institucional>> Acessado em: 18 de Maio de 2016

ADERJ. Associação Defensores da Represa Jurumirim. **Queima da Cana-de-açúcar**. Disponível em: <<http://www.aderjurumirim.org/site/>> Acessado em: 07 de Novembro de 2016

ALL. América Latina Logística. **Vagão Hopper para Transporte de Grãos**. Disponível em: <<http://shopferreo.com.br/produto/vagao-hopper-hft-da-vli-frateschi-2040/15144>> Acessado em: 29 de Outubro de 2016

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. Tradução: Elias Pereira. 4. Ed. Bookman, Porto Alegre, 2001.

BALLOU, R. H. **Logística empresarial: Transportes, administração de materiais e distribuição física**. Atlas. São Paulo, 1993.

BARBOSA, M. Z. & ASSUMPCÃO, R. Ocupação Territorial da Produção e da Agroindústria da Soja no Brasil, nas Décadas de 80 e 90. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 31, n.11, p.7-16, 2001

BARROS, C. C. C.; WANKE, P. F. Logística de Distribuição de Etanol: Uma Proposta de Avaliação Para a Viabilidade na Construção de Alcoolodutos a Partir do Centro-Oeste do Brasil. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, Lavras, v.14, n.3, p.343-355. 2012

BATISTA, A. C. F. **Biodiesel no Tanque**, 2007. Disponível em: <[http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/index.html&conteudo=./energia/artigos/oleo\\_vegetal.html](http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/index.html&conteudo=./energia/artigos/oleo_vegetal.html)>. Acessado em: 20 de novembro de 2015



BAUEN, A. Avaliação das Questões Relativas às Externalidades e à Sustentabilidade. In: ROSSILO-CALLE, F; BAJAY, S. V; ROTHMAN, H. (Org); **O Uso da Biomassa para a Produção de Energia na Indústria Brasileira**; Campinas; Unicamp, 2005

BERTAGLIA, P. R. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. São Paulo. Saraiva, 2005.

BIODIESELBR. **História do Biocombustível**. Disponível em: <  
<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/historia/biodiesel-historia.htm>> Acessado em: 08 de Julho de 2016

BOCCHI. **Usinas em Ibiraiaras**. Disponível em: <  
<http://bocchiag.wix.com/bocchi#!biodiesel>> Acessado em: 28 de Janeiro de 2017

BORGES, J. M. M. Energy from BioResources: the case of the Brazilian Alcohol Program (PROÁLCOOL), **BioResources**, n.94. Bangalore, 1994

BOWERSOX, D. J; CLOSS, D. **Logística empresarial: o processo de integração na cadeia de suprimentos**. São Paulo. Atlas, 2001.

BRASIL. Congresso Nacional. **Decreto n. 23.793 de 23 de janeiro de 1934**. Poder Executivo, Brasília, DF, 1934

BRAUNBECK, O. A.; CORTEZ, L. A. B. **O Cultivo da Cana-de-açúcar e o Uso dos Resíduos**. In: ROSSILO-CALLE, F; BAJAY, S. V; ROTHMAN, H. (Org.); **O Uso da Biomassa para a Produção de Energia na Indústria Brasileira**; Campinas; Unicamp, 2005

BRESSAN FILHO, A. **A Geração termoelétrica com a queima do bagaço da cana-de-açúcar no Brasil**. Brasília: Conab, 2011

BROWN, R.; BROWN, T. **Why are we producing Biofuels**. Paper back, Brownia LC, Library of Congress, Ames, IOWA, USA. 2012

CAIXETA FILHO, J. V. Transporte e logística no sistema agroindustrial. **Preços agrícolas: mercados agropecuários e agrobusiness**. Piracicaba, v.10, n.119, 1996, p.2-7

CAMPOS, D. C. de. **Potencialidade do Sistema de Colheita sem Queima da Cana-de-açúcar para o Sequestro de Carbono**. 2003. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003



CASTRO, N. J.; BRANDÃO, R.; DANTAS, G. de A. **O potencial da bioeletricidade, a dinâmica do setor sucroenergético e o custo estimado dos investimentos.** Gesel – Grupo de Estudos do Setor Elétrico – UFRJ, Rio de Janeiro, 2010.

COELHO, S. T. **Energias renováveis: biomassa e biocombustíveis.** Especialização em Gestão Ambiental e Negócios no Setor Energético. São Paulo: IEE/USP, 2007

COONAGRO. **Nova Produtiva em Astorga.** Disponível em : <  
<http://coonagro.coop.br/nossas-cooperativas/>> acessado em : 28 de Janeiro de 2017

CNI. Confederação Nacional Das Indústrias. **Bioetanol – o futuro renovável.** Cadernos setoriais Rio+20. Brasília, 2012

CNT. Confederação Nacional Do Transporte. **Boletim Estatístico.** 2013. Disponível em:  
<<http://www.cnt.org.br/Paginas/Boletins.aspx>> Acesso em: 24 de setembro de 2016

CORTEZ, L. A. (Coord.) **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade.** São Paulo: Blucher, 2010.

COSTA, P.; VIDEIRA, S. L. A Evolução da Atividade de Refino no Brasil e a presença do Estado: a criação do Conselho Nacional do Petróleo e da Petrobrás. In: **Anais do I Simpósio Nacional de Geografia Política, Território e Poder.** Curitiba: Unicuritiba, 2009.

COY, M.; LUCKER, R. Der brasilianische Mittelwesten. Wirtschafts- und sozialgeographischer Wandel eines peripheren Agrarraumes. **Tübinger Geographische Studien.** n.108. Tübingen, Alemanha, 1992

CUNHA, A. S. (coord.) Uma avaliação da sustentabilidade da agricultura nos cerrados. Brasília: IPEA, 1994.

CUNHA, W. C. **Análise do Transporte de Produtos Perigosos no Brasil.** Wallace de Castro Cunha. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2009. 201f. Tese (doutorado em Engenharia do Transporte) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2009

DALMÁS, S. R. S. P. **A logística de transporte agrícola multimodal da Região Oeste Paranaense.** 2008. 115f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Toledo, 2008

DEMARIA, M. **O operador de transporte multimodal como fator de otimização da logística.** 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção e Sistemas) – universidade de Santa Catarina, Florianópolis, 2004



DNIT. Departamento Nacional De Infraestrutura De Transportes. **Matriz de Transporte de Cargas Brasileira**. Disponível em: <<http://transportes.gov.br>> Acessado em: 24 de Setembro de 2016

EHLERS, E. M. **O que se entende por agricultura sustentável?**. 1994. 161 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ELIA NETO, A. Aspectos da legislação ambiental para o setor da cana-de-açúcar. In: MACEDO, I. C. (Org.) **A energia da cana-de-açúcar – doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade**. São Paulo, 2005

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar**. 2009. Disponível em: <[http://www.cnps.embrapa.br/zoneamento\\_cana\\_de\\_acucar/1BR\\_ZAE\\_Cana.pdf](http://www.cnps.embrapa.br/zoneamento_cana_de_acucar/1BR_ZAE_Cana.pdf)> acessado em: 25 de setembro de 2016

ENCARNAÇÃO, A. P. G. **Geração de biodiesel pelos processos de transesterificação e hidroesterificação, uma avaliação econômica**. 2008. 164 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008

FERRARI, A. R.; OLIVEIRA, V. S.; SCABIO, A. **Biodiesel de soja – taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia**. Scielo, v.28, n.1, p.19-23, 2005

FIGUEIREDO, R. Gargalos Logísticos na Distribuição de Combustíveis Brasileira. **Centro de Estudos em Logística**, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006

FOGLIATI, M.C.; FILIPPO, S.; GOUDARD, B. **Avaliação de impactos ambientais: aplicação aos sistemas de transporte**. Rio de Janeiro. Interciência, 2004

FREITAS, E. M. **Avaliação da Qualidade dos Estudos Ambientais de Pequenas Centrais Hidrelétricas na Bacia Hidrográfica do Rio Grande, em Minas Gerais**. 143f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Estadual de Lavras, Lavras, 2014

FUKUDA H., KONDO A., NODO H.; Review - Biodiesel fuel production by transesterification of oils. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v. 92, p. 405- 416, 2001

FULLER, S, F.W.G. **The Upper Mississippi/Illinois Rivers and Grain/Soybean Transpotation: Na Analysis of Transportation Capacities**. Texas A&M University, Department of Agricultural Economics. 1998



GOLDEMBERG, J. Pesquisa e desenvolvimento na área de energia. **São Paulo em Perspectiva**, v.14, n.3, p.91-97. 2000

GOLDEMBERG, J; NIGRO, F. E. B., COELHO, S. T. **Bioenergia no Estado de São Paulo: Situação Atual, Perspectivas, Barreiras e Propostas**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2008

HALL, D. O; HOUSE, J. I; SCRASE, I. Visão Geral de Energia e Biomassa. In: ROSSILO-CALLE, F; BAJAY, S. V; ROTHMAN, H. (Org); **O Uso da Biomassa para a Produção de Energia na Indústria Brasileira**; Campinas; Unicamp, 2005

HALL, D. O; HOUSE, J. **Biomass Energy in Western Europe to 2050**. Land Use Policy, 12, 1995 p. 37-48

HOLANDA, A. (Relator). **Biodiesel e Inclusão Social**. Brasília. Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2004.

IAPAR. Instituto Agrônomo do Paraná. **Classificação climática do Paraná**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>> Acessado em: 18 de Agosto de 2016

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Bases cartográficas**; Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>> Acessado em: 25 de Maio de 2016

\_\_\_\_\_. **Produção de soja por município – RS**; Disponível em:

<<http://cidades.ibge.gov.br/comparamun/compara.php?lang=&coduf=43&idtema=18&codv=v56&search=rio-grande-do-sul|sao-borja|sintese-das-informacoes-2007>> Acessado em 15 de Agosto de 2016

\_\_\_\_\_. **Produção de Cana entre 1990 e 2015**. Disponível em:

<<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=1&op=0&vcodigo=PA3&t=lavoura-temporaria-quantidade-produzida>> Acessado em: 15 de Agosto de 2016

\_\_\_\_\_. **Produção de Soja entre 1990 e 2015**. Disponível em:

<<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=1&op=0&vcodigo=PA3&t=lavoura-temporaria-quantidade-produzida>> Acessado em: 15 de Agosto de 2016

\_\_\_\_\_. **Bases cartográficas estaduais**; Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>> Acessado em: 25 de Maio de 2016.



\_\_\_\_\_. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em:  
<[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Producao\\_Agricola\\_Municipal\\_\[anual\]/2013/pam2013.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal_[anual]/2013/pam2013.pdf)> acessado em: 27 de Setembro de 2016.

\_\_\_\_\_. **Produção de soja por município em Santa Catarina**. Disponível em:  
<<http://www.cidades.ibge.gov.br/comparamun/compara.php?lang=&coduf=42&idtema=123&codv=v131&search=santa-catarina|curitibanos|sintese-das-informacoes-2012>> Acessado em: 05 de setembro de 2016.

\_\_\_\_\_. **Produção de soja por município no estado do Rio Grande do Sul**. Disponível em:  
<<http://cidades.ibge.gov.br/comparamun/compara.php?lang=&coduf=43&idtema=18&codv=v56&search=rio-grande-do-sul|sao-borja|sintese-das-informacoes-2007>> Acessado em: 05 de Setembro de 2016.

\_\_\_\_\_. **Região Sul**. 2014. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)> acessado em: 30 de Novembro de 2016

IICA. Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. **Informe sobre a Situação e Perspectivas da Agroenergia e dos Biocombustíveis no Brasil**. 2007

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Por uma nova matriz energética**, Disponível em:  
<[http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=9895&catid=12&Itemid=2](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=9895&catid=12&Itemid=2)> acessado em: 05 de Janeiro de 2016.

Jornal do Comércio. **BSbios – Marialva**. Disponível: <<http://jcrs.uol.com.br/site/noticia.php?codn=66594>> Acessado em: 28 de Janeiro de 2017

KNOTHE, G. **Perspectivas históricas de los combustibles diesel basados em aceites vegetales**. Revista A&G, 47, n. 2, 2001

KOHLHEPP, G. Análise da Situação da produção de Etanol e Biodiesel no Brasil; **Estudos Avançados**, São Paulo, vol.24, n.68, 2010

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 1991.

LANGOWSKI, E. **Queima da Cana: Uma Prática Usada e Abusada**. Cianorte, 2007. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/publicacoes/etanol/efeitosDaQueimaDeCana.pdf>> Acessado em: 24 de setembro de 2016.



LANZOTTI, C. R. **Uma Análise Emergética de Tendências do Setor Sucroalcooleiro**. 106f. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2000

LEITE, R. C. C. (Coord.) **Bioetanol Combustível: uma oportunidade para o Brasil**. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Brasília, 2009

LEMO, P.; MESQUITA, F.; DAL POZ, M. E.; SOUZA, L.G.A. **Panorama e Desempenho Recente do Setor Sucroenergético: Condições para um Novo Ciclo?**. In: SALLES-FILHO, S. (Org.); **Futuros do Bioetanol: O Brasil na Liderança?** Rio de Janeiro. Elsevier, 2015

MACHADO, R. R., SILVA, M. L., MACHADO, C.C.; LEITE, H. G., 2006, **Avaliação do desempenho logístico do transporte rodoviário de madeira utilizando rede de petri em uma empresa florestal de Minas Gerais**. Revista árvore, Viçosa – MG, v.30, n.6, p. 999-1008. 2006

MANZATTO, C. V.; ASSAD, E. D.; BACCA, J. F. M.; ZARONI, M. J.; PEREIRA, S. E. M. **Zoneamento Agroecológico da cana-de-açúcar: Expandir a Produção, Preservar a Vida, Garantir o Futuro**. Rio de Janeiro. EMBRAPA, 2009

MAPA - Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano nacional de agroenergia**. 2010. Disponível em: <[www.agricultura.gov.br+pls+portal/docs/PAGE/MAPA/PRINCIPAL/DOCUMENTOS/AGROENERGIA.PDF](http://www.agricultura.gov.br/pls+portal/docs/PAGE/MAPA/PRINCIPAL/DOCUMENTOS/AGROENERGIA.PDF)>. Acessado em: 06 de Janeiro de 2015

MATTOS, A. R. **Açúcar e Alcool no Brasil**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1942

MELLO, E. B.; CANEPA, E. L.; COSTA, M. M. **Visões Ambientais para o Financiamento de Biocombustíveis no Brasil**. Departamento de Meio Ambiente do BNDES. 2007

MME - Ministério de Minas e Energia. **Matriz Energética Brasileira**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/1138787/1732840/Resenha%2BEnerg%25C3%25A9tica%2B-%2BBrasil%2B2015.pdf/4e6b9a34-6b2e-48fa-9ef8-dc7008470bf2>> Acessado em: 25 de Outubro de 2016

MME. Ministério De Minas e Energias. **Matriz Energética Mundial em 2014**. 2014. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/1138787/1732840/Resenha+Ener%C3%A9tica+-+Brasil+2015.pdf/4e6b9a34-6b2e-48fa-9ef8-dc7008470bf2>> Acessado em: 12 de Dezembro de 2016



Ministério do Planejamento. **Publicações Nacionais**. Disponível em:  
<<http://www.pac.gov.br/sobre-o-pac/publicacoesnacionais>>. Acessado em: 24 de setembro de 2016

MISSÃO, M.R. Soja: Origem, Classificação, Utilização e uma Visão Abrangente do Mercado. Maringá Management: **Revista de Ciências Empresariais**, v.3, n.1, p.7-15. 2016

MUELLER, C. C. **Dinâmica, Condicionantes e Impactos Socioambientais da Evolução da Fronteira Agrícola no Brasil**. Instituto Sociedade, População e Natureza – Documento de Trabalho n.7, 1992

Nature Ambiental. **Aplicação da vinhaça**. Disponível em:  
<<http://www.natureambiental.com.br/site/plano-de-aplicacao-de-vinhaca-pav/>> Acessado em: 07 de Novembro de 2016.

NEVES, M. F.; CONEJERO, M. A. Sistema agroindustrial da cana: cenários e agenda estratégica, **Economia Aplicada**, v.11, n.4, 2007

NOMAMOTORS. **Caminhão Romeu e Julieta**. Disponível em: <<http://www.caminhoes-e-carretas.com/2010/07/noma-reboque-julieta-para-cana-picada.html>> Acessado em: 25 de Outubro de 2016

ONU. Organização das Nações Unidas. **Classificação de produtos perigosos**. Disponível em: <<http://200.144.30.103/siipp/arquivos/manuais/Manual%20de%20Produtos%20Perigosos.pdf>> Acessado em: 25 de Dezembro de 2014

OJIMA, A. L. R. O. **Análise da movimentação logística e competitividade da soja brasileira: uma aplicação de um modelo de equilíbrio espacial de programação quadrática**. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2004

OLIVEIRA, A. L. R. A logística do Agronegócio: Para Além do Apagão Logístico. In: BUANAIN, A. M; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M. F. J.; NAVARRO, Z. (Org.). **O Mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. 1ed. Brasília: EMBRAPA, v.1, p.337-370, 2014

OSAKI, M.; BATALHA, M. O. **Produção de Biodiesel e Óleo Vegetal no Brasil: Realidade e Desafio**. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – SOBER, São Carlos, 2008

OTTMANN, G. J. F. (2003). **Potencial das indústrias de óleo vegetal para a impulsão de um programa nacional de biodiesel**. Disponível em: <<http://www.iapar.br>> Acessado em: 05 de Janeiro de 2015



PASTRE. **Bitrem para cargas de cereais em grãos**. Disponível em:  
<[http://www.pastre.com.br/index.php?p=null&m=4&pag=prod&id\\_produto=9](http://www.pastre.com.br/index.php?p=null&m=4&pag=prod&id_produto=9)> Acessado em  
25 de Outubro de 2016

POZO, H. **Administração de recursos materiais e patrimoniais**. 6. Ed. São Paulo, Atlas, 2010

RANDON. **Tipos de Transportes**. Disponível em:  
<<http://www.randonimplementos.com.br/pt/products/v/implementos-rodoviaros/tanque>>  
Acessado em: 25 de Outubro de 2016

RODRIGUES, D.; ORTIZ, L. Em Direção à Sustentabilidade da Produção de Etanol de Cana-de-açúcar no Brasil. **VitaeCivilis**, São Paulo, 2006.

RODRIGUES, L. D. **A cana-de-açúcar como matéria-prima para a produção de Biocombustível: Impactos Ambientais e Zoneamento Agroecológico como ferramenta para mitigação**. TCC (Especialização em Análise Ambiental). Faculdade de Engenharia da UFJF. Juiz de Fora, 2010

ROSSILO-CALLE, F; BAJAY, S. V; ROTHMAN, H. **O Uso da Biomassa para a Produção de Energia na Indústria Brasileira**; Campinas; Unicamp, 2005

ROTHMAN, H.; FURTADO, A. A possível Contribuição da Avaliação Tecnológica para os Programas de Bioenergia. In: ROSSILO-CALLE, F; BAJAY, S. V; ROTHMAN, H. (Org); **O Uso da Biomassa para a Produção de Energia na Indústria Brasileira**; Campinas; Unicamp, 2005

SANTOS, D. R. **O perfil do transporte rodoviário de produtos perigosos no Distrito Federal – Uma proposta metodológica**, Distrito Federal, 2006

SANTOS, T. C. C.; CÂMARA, J. B. D. (orgs.) **Geo Brasil 2002 – Perspectivas do meio ambiente no Brasil**. Brasília: IBAMA: PNUMA: MMA, 2002.

SANTOS, Z.N.E.; ALMEIDA, L.T. **Etanol: Impactos Socioambientais de uma Commodity em Ascensão**. In: VII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. Fortaleza, 2007

SASTRY, S. V. A. R.; MURTHY, C. V. Ramachandra. Prospects of biodiesel for future energy security. **Elixir International Journal**. 2012.

SEAB. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. Produção Nacional. Disponível em:  
<<http://www.agricultura.pr.gov.br/>> Acessado em: 14 de Março de 2016



SEVERGNINI, K.; LANGER, M. Gordura Animal: Um Novo Destino; Um novo Combustível. **UNOESC & CIENCIA**. Joaçaba, v.2, n.2, p. 157-169, 2011

SILVA, O; FISCHETTI, D. Etanol: a Revolução Verde e Amarela. 1ª ed. São Paulo; Bizz Editorial, 2008.

SOUZA, R. (2006). **Biodiesel – o Paraná investindo no combustível do futuro**. Disponível em: < [http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/qas/uploads/95/girassol\\_04mai2006.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/qas/uploads/95/girassol_04mai2006.pdf)> Acessado em: 05 de Janeiro de 2015

SUAREZ, P. A. Z; SANTOS, A. L. F.; RODRIGUES, J.P.; ALVES, M.B. **Biocombustíveis a partir de óleos e gorduras: desafios tecnológicos para viabilizá-los**. Quím. Nova, Vol. 32, No 3, 768-775, 2009

TOMASEVIC, A. V.; SILER-MARINKOVIC, S. S.; Methanolysis of used frying oil, Fuel Processing Technology, v. 81, p. 1-6, 2003.

TRANSPETRO. **Projeto Promef Hidrovia**. Disponível em: [http://www.transpetro.com.br/pt\\_br/imprensa/releases/releases-detalhes-35.html](http://www.transpetro.com.br/pt_br/imprensa/releases/releases-detalhes-35.html). Acessado em 24 de Setembro de 2016

UNICA. União Das Indústrias Da Cana-De-Açúcar. **Setor Sucroenergético: mapa da produção**. 2009. Disponível em < <http://www.unica.com.br>> Acessado em: 23 de Julho de 2016

United States Department Transformation (USDT). **Environmental Advantages of Inland Barge Transportation. Maritime Administration**. Final Report. August 1994. Disponível em: <[http://www.uppermon.org/visions/DOT\\_environ\\_barge.htm](http://www.uppermon.org/visions/DOT_environ_barge.htm)> Acessado em: 27 de Novembro de 2015

VENTURA, C. S. S. **Biodiesel Obtido de Gordura Animal: Caracterização e Utilização como Combustível**. 2010. 143f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, 2010

Victoria Brasil. **USIBAN – Usina Bandeirantes**. Disponível em : < <http://www.victoriabrasilemp.com.br/empreendimento/17/destilaria-de-alcool-e-acucar--usiban>> Acessado em 28 de Janeiro de 2017

VILAÇA, R. **Ferrovias registram resultado positivo em 2010**. Disponível em: < [ttp://pt.all-logistica.com/all/web/conteudo\\_pti.asp?idioma=0&tipo=27244&conta=45&id=128524](http://pt.all-logistica.com/all/web/conteudo_pti.asp?idioma=0&tipo=27244&conta=45&id=128524)>. Acessado em: 01 de Maio 2015.



APÊNDICE  
QUESTIONÁRIO



Mestrado em Bioenergia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE -Campus de Toledo – Toledo – PR

Dissertação: “DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E CONJUNTURA ATUAL DAS USINAS DE BIOCOMBUSTÍVEIS DA REGIÃO SUL DO BRASIL”

Mestrando: Adriano Ferreira Guimarães

Questionário: Levantamento de dados sobre a logística de transportes aplicada às usinas de biocombustíveis do Sul do Brasil.

Caro Respondente,

Este questionário é parte integrante de uma pesquisa sobre atributos/indicadores que buscam avaliar o transporte de produtos de biocombustíveis na região sul do Brasil. Contamos com a participação de V. S.<sup>a</sup> e agradecemos sua colaboração. Ficaremos gratos se puderem reservar alguns minutos de seu tempo para preencher o questionário. O mesmo faz parte de um levantamento de dados para a elaboração da dissertação de mestrado.

OBS: Os dados serão somados juntamente com os outros questionários a fim de análise de quantificação e qualificação, por isso, os dados pessoais não serão divulgados.

Desde já agradecemos a colaboração.

Atenciosamente,

Programa de Mestrado em Bioenergia – UNIOESTE – Toledo – PR

- Responda as questões abaixo:

DADOS GERAIS:

1. Nome: \_\_\_\_\_
2. Sexo:  Masculino  Feminino
3. Idade: \_\_\_\_\_
4. Cargo: \_\_\_\_\_
5. Formação: \_\_\_\_\_
6. Mestrado:  Sim  Não  
Se sim, qual a área: \_\_\_\_\_
7. Doutorado:  Sim  Não  
Se sim, qual a área: \_\_\_\_\_
8. Experiência na área:  1 a 5 anos  6 a 10  10 a 15  15 ou mais
9. Empresa: \_\_\_\_\_
10. Cidade/UF: \_\_\_\_\_
11. Ano de Fundação: \_\_\_\_\_
12. Porte de Produção:  até 200m<sup>3</sup>/dia  200 a 800m<sup>3</sup>/dia  mais que 800 m<sup>3</sup>/dia
13. ISO 14001:  Sim  Não
14. Em relação à matéria-prima, qual(is) são utilizadas pela usina?  
 cana-de-açúcar  soja  Gordura Animal  outros  
Quais? \_\_\_\_\_
15. Qual o raio de abrangência da origem da matéria-prima  
 10km a 50km  50km 100km  100km ou mais

Referente ao transporte e destino RESPONDA:



16. Recursos de Transportes:  
 Fretados  Próprios  Próprios e fretados
17. Tipo de Frete:  
 CIF (frete pago pelo vendedor)\*  FOB (frete pago pelo comprador)\*\*
18. Modal(is) utilizado(s):  
 Rodoviário  Ferroviário  Hidroviário  Multimodal  Intermodal   
Outros, quais: \_\_\_\_\_
19. No modal Rodoviário, quais os tipos de veículos utilizados?  
 Carreta  Bitrem  Rodotrem  Treminhão  Tritrem
20. No modal ferroviário, possui terminal próprio?  
 Sim  Não
21. Exporta:  Sim  Não
22. Principais destinos da produção:  
 nacional  internacional
23. Nacional:  
 Região Sul  Região Centro-Oeste  Região Sudeste  Região Norte  
 Região Nordeste
24. Se o destino for Nacional, quais as principais rotas do escoamento?  
\_\_\_\_\_
25. Se o destino for Internacional quais os continentes?  
 América  África  Ásia  Europa  Oceania  Não exporta
26. Qual porto/via  
\_\_\_\_\_

- Após preencher o questionário, responda às questões que seguem:
- Em sua opinião, qual a maior dificuldade com o transporte dos biocombustíveis?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- Solicitamos que você escolha uma das alternativas a seguir:  
 Gostaria de participar dos outros questionários.  
 Estou disposto, mas não ansioso em participar dos outros questionários.  
 Eu prefiro não participar dos outros questionários.
- Caso tenha vontade, faça as observações que desejar:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- Possui alguma informação a mais a ser acrescentada que seja importante para a comunidade científica e não consta no questionário?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- Em eventual necessidade de visita técnica para estudo de caso:  
 Receberia  Não receberia
- Em sua opinião, faltou alguma questão importante para esse questionário?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



**MESTRADO EM  
BIOENERGIA**

- Em sua opinião, qual o grau de pertinência do assunto que trata esse questionário, tanto para o meio acadêmico, quanto para o meio profissional?

Alto  
 Médio  
 Baixo  
 Muito baixo

- Posso divulgar somente o nome da Usina nos resultados?

Sim  Não

\*Frete CIF (Cost, Insurance and Freight – Custo, Seguro e frete) (o fornecedor arca com os custos, seguro e riscos).

\*\*Frete FOB (Free on Board – Livre a bordo) (o comprador arca com as despesas de frete, seguros e riscos).