

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISISONAL EM AGROECOLOGIA

GISIANE JULY STRÖHER

**Desempenho e custo horário de um trator agrícola utilizando
biocombustível extraído de óleo de soja**

MARINGÁ
2016

GISIANE JULY STRÖHER

**Desempenho e custo horário de um trator agrícola utilizando
biocombustível extraído de óleo de soja**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Mestrado Profissional, do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Área de concentração: Agroecologia.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Pinheiro Neto.

MARINGÁ
2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

S919d Ströher, Gisiane July, 1985-.
Desempenho e custo horário de um trator agrícola utilizando biocombustível extraído de óleo de soja / Gisiane July Ströher. -- Maringá, 2016.
86 f. : il. col., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Pinheiro Neto.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, 2016.

1. Tratores agrícolas - Óleo de soja - Custo horário. 2. Tratores agrícolas - Óleo de soja - Desempenho. 3. Tratores agrícolas - Óleo diesel comercial - Custo horário. 4. Tratores agrícolas - Óleo diesel comercial - Desempenho. 5. Tratores agrícolas - Patinagem. 6. Óleo de soja - Biocombustível. 7. Agroecologia I. Pinheiro Neto, Raimundo, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia. III. Título.

CDD 21.ed. 631.372

ECSL-003195

GISIANE JULY STRÖHER

**DESEMPENHO E CUSTO HORÁRIO DE UM TRATOR AGRÍCOLA
UTILIZANDO BIOCOMBUSTÍVEL EXTRAÍDO DE ÓLEO DE SOJA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de mestre.

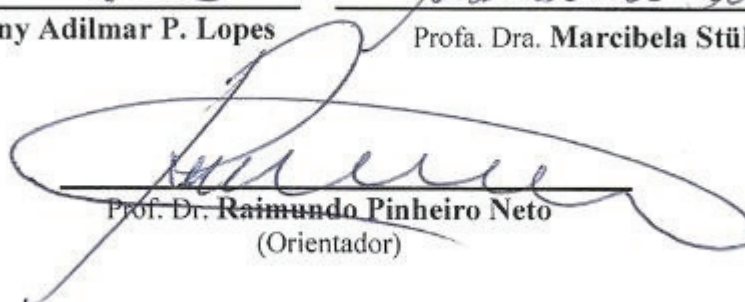
APROVADO em 29 de fevereiro de 2016.



Prof. Dr. **Reny Adilmar P. Lopes**



Prof. Dra. **Marcibela Stülp**



Prof. Dr. **Raimundo Pinheiro Neto**
(Orientador)

*“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é
senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria
menor se lhe faltasse uma gota”.*

(Madre Tereza de Calcutá)

AGRADECIMENTOS

A Deus, que nos criou e foi perfeito nesta tarefa. Seu sopro de vida deu-me forças e bravura para questionar realidades e propor sempre um novo mundo de possibilidades. Sem Ele, jamais alcançaria a coragem para concluir mais esta etapa. Obrigada, Deus, por permitir que tudo acontecesse. És o maior mestre que alguém pode ter.

À Universidade Estadual de Maringá (UEM), pelo ambiente criativo, amigável e, principalmente, por proporcionar a realização do curso de Mestrado.

Ao Programa de Mestrado Profissional em Agroecologia desta Universidade. A todo seu corpo docente, direção e administração. Vocês oportunizaram a janela na qual hoje vislumbro um horizonte superior, dominado pela mais pura confiança no mérito e na ética.

À minha mãe, Nadir Zanardo Ströher, verdadeiro exemplo de perseverança e que sempre me apoiou em tudo o que me propus a fazer.

Ao meu querido pai, Arnildo Werner Ströher (*in memorian*), que infelizmente não pode estar presente durante esta caminhada nem participar deste momento tão feliz da minha vida. Se cheguei até aqui, devo a ele pelos ensinamentos e valores transmitidos. Saudades eternas.

Às minhas irmãs, Grisiely e Gisely, e em especial ao meu irmão Gylles, que nunca mediu esforços em me ajudar durante esta jornada. Obrigada por todo incentivo e pelo exemplo de determinação.

Aos Mestres deste curso de Mestrado, que transmitiram seus conhecimentos. Um agradecimento singular ao prezado Prof. Dr. Raimundo Pinheiro Neto, um profissional brilhante e admirável, que me orientou neste trabalho.

Ao Prof. Dr. Reny Adilmar Prestes Lopes que, com uma inestimável colaboração, auxiliou durante a realização dos experimentos, sempre com total dedicação, atenção e gentileza.

Aos colegas de trabalho pela amizade, companheirismo e por terem vivenciado comigo todas as etapas deste trabalho, sempre me incentivando e apoiando, numa relação fraterna e respeitosa.

Aos colegas de turma, pela troca de experiências.

A todos que, direta ou indiretamente contribuíram para a concretização deste trabalho, meu muito obrigada.

Desempenho e custo horário de um trator agrícola utilizando biocombustível extraído do óleo de soja

RESUMO

O uso da mecanização agrícola tornou-se indispensável para o desenvolvimento da agricultura, seja nas pequenas ou grandes propriedades, nas bases convencionais ou agroecológicas. A energia utilizada para mover as máquinas, em grande parte, é extraída de reservas petrolíferas. Sabe-se que estas se encontram limitadas e se tornarão finitas em um futuro bem próximo. Além deste empecilho, outro obstáculo para uma produção sustentável é a poluição gerada com o uso desses combustíveis fósseis. Desta maneira, o biocombustível pode surgir como uma fonte alternativa aos combustíveis fósseis, indo ao encontro aos princípios agroecológicos. O biocombustível pode ser produzido a partir de óleo vegetal, sendo biodegradável e de fonte renovável. O presente trabalho teve como objetivo: comparar consumo de um trator de motor ciclo diesel alimentado com 100% de óleo diesel comercial (OV0) e com a mistura composta de 80% de óleo diesel comercial, mais 20% de óleo vegetal de soja, em operações de campo, trabalhando sem carga e também acoplado a uma roçadora de transmissão direta, em operações de preparo do solo; determinar os índices de patinação do trator e designar o custo horário do trator com os combustíveis utilizados. O ensaio foi conduzido nas dependências da Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá (PR), com delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x3x2, com quatro repetições. Os resultados mostraram que: o trator alimentado com a mistura composta de 80% de óleo diesel comercial B S10 e 20% de óleo vegetal de soja (OV20) apresentou maior consumo do que quando alimentado apenas com óleo diesel comercial B S10. Em ambos os combustíveis testados, o consumo foi maior quando o trator operou com carga. As velocidades testadas não apresentaram diferença significativa quando o trator trabalhou alimentado com o óleo diesel comercial B S10 (OV0), tanto para o trabalho com carga como para o sem carga. Os percentuais de patinação estão em conformidade com os índices recomendados. O trator alimentado com o combustível denominado OV20 apresentou um custo horário 8,75% maior do que com o trator com o combustível OV0.

Palavras-chave: Trator. Desempenho. Biocombustível. Óleo de Soja. Patinação. Custo.

Performance and hourly cost of an agricultural tractor using biofuel extracted from the soybean oil

ABSTRACT

The use of the agricultural mechanization became indispensable for the development of agriculture, whether in small or large properties, in conventional or agro ecological bases. The energy used to move the engines, in the majority it is extracted from petroleum reserves, and it is known that these are limited and will become finite in the near future. Besides this difficulty, other obstacle for a sustainable production is the pollution generated by the use of those fossil fuels. Thus, the biofuel can appear as an alternative source to the fossil fuels, going against the agro ecological principles. The biofuel can be produced from vegetable oil, being biodegradable and of renewable source. Therefore, this study had as goal to compare consumption of a tractor of diesel cycle fed with 100% of commercial diesel oil (OV0) and with the mixture OV20, composed of 80% of commercial diesel oil more 20% of vegetable oil of soybean (OV100) in field operations, working without load and also coupled to a clearing saws of direct transmission, in operations of preparation of the soil; to determine the indexes of slippage of the tractor and designate the tractor hourly labor cost with the use of those fuels. The test was led on the dependences of Experimental Farm of Iguatemi of the State University of Maringa (PR), with randomized blocks design, in factorial outline 2x3x2 with four replications. As result, it was found that: the tractor fed with the mixture composed of 80% of commercial diesel oil B S10 (OV0) and 20% of soy vegetable oil (OV20), it presented higher consumption than when it was just fed only with commercial diesel oil B S10. In both the fuels tested, the consumption was higher when the tractor operated with load, independently of the speed; the tested speeds showed no significant difference when the tractor worked fed with the commercial diesel oil B S10 (OV0), for both the work with load or no load. The percentages of slippage are in accordance with the recommended indexes. The tractor fed with the denominated fuel OV20 it presented an hourly cost 8,75% higher than with the tractor using the OVO fuel.

Keywords: Tractor. Performance. Biofuel. Soy oil. Skating. Cost.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Taxas médias de crescimento (%) do Produto Interno Bruto.....	12
Tabela 2 - Oleaginosas – produção por hectare em quilos de semente.	23
Tabela 3 - Composição do óleo comercial de soja Soya.	30
Tabela 4 - Classificação dos biocombustíveis.....	35
Tabela 5 - Projetos aprovados pelo Grupo Executivo da Indústria Automobilística – Geia.	41
Tabela 6 - Produção, importação, vendas, exportações e estoque de tratores – Brasil, 1960-82.	42
Tabela 7 - Produção nacional de tratores de rodas (1961 e acumulada).	43
Tabela 8 - Características específicas e variáveis do óleo de soja segundo os parâmetros da norma DIN 51605.	50
Tabela 9 - Especificações do trator utilizado no experimento.....	51
Tabela 10 - Representação do esquema fatorial 2 x 3 x 2.	57
Tabela 11 - Definição dos tratamentos utilizados no experimento.	58
Tabela 12 - Síntese da análise de variância, do teste de médias para consumo e dos valores médios de consumo ($L h^{-1}$) de OV0 e OV20 sob operação do trator trabalhando com e sem carga em 3 velocidades teóricas de deslocamento. Desdobramento da interação tripla do parâmetro do consumo de combustível para os fatores combustível, carga e velocidade.	64
Tabela 13 - Valores médios de patinagem do rodado do trator, sob efeito da máquina operando com e sem carga em 3 velocidades pré-estabelecidas.	68
Tabela 14 - Levantamento de itens utilizados para o cálculo do custo horário do trator.....	72
Tabela 15 - Resultados do cálculo para obtenção dos custos fixos e variáveis que englobam o custo horário do trator.....	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Agronegócio e o Produto Interno Bruto nacional.....	13
Figura 2 - Comparação da área cultivada das principais culturas do Brasil.....	14
Figura 3 - Classificação dos grãos.....	16
Figura 4 - Fluxograma do processo de produção de biodiesel.....	25
Figura 5 - Modo de verificação de patinagem do rodado de um trator, por análise visual.....	46
Figura 6 - Visão aérea da área de experimento.....	48
Figura 7 - Visão parcial da área de experimento.....	49
Figura 8 - Amostras dos combustíveis utilizados no experimento.....	51
Figura 9 - Trator utilizado nos testes de avaliação de consumo, patinagem e custos.....	52
Figura 10 - Fluxômetro Oval M-III, modelo LSN 40 utilizado no experimento.....	53
Figura 11 - Radar DJRVS-II acoplado ao trator para a realização dos testes.....	54
Figura 12 - Central de armazenamento de dados – Micrologger CR23X.....	55
Figura 13 - Roçadora Tatu Marchesan, modelo RO2 1500 utilizada no experimento.....	55
Figura 14 - Ajuste de abastecimento do trator.....	56
Figura 15 - Operação do trator com a roçadora nas parcelas experimentais.....	57
Figura 16 - Representação do croqui e disposição dos tratamentos na área de testes.....	59
Figura 17 - Valores médios comparativos do consumo de combustível em função da carga e da velocidade.....	65
Figura 18 - Valores médios comparativos do consumo de combustível em função do combustível e da velocidade.....	66
Figura 19 - Valores médios comparativos do consumo de combustível em função do combustível e da carga.....	67
Figura 20 - Valores médios comparativos da patinagem do trator em função da carga e do tipo de combustível.....	69
Figura 21 - Valores médios comparativos da patinagem do trator em função da velocidade e do tipo de combustível.....	70
Figura 22 - Valores médios comparativos da patinagem do trator em função da carga e da velocidade.....	71
Figura 23 - Participação dos itens que compõem o custo horário do trator quando alimentado com OV0 e OV20.....	74

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	VI
LISTA DE FIGURAS	VII
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Agronegócio	8
2.2. Comercialização	11
2.3. O agronegócio brasileiro	11
2.4. Aspectos técnicos, econômicos e de gestão da cultura de soja	13
2.5. Combustíveis vegetais	17
2.5.1. Biodiesel.....	18
2.5.1.1. Processo de produção do biodiesel	22
2.5.1.2. Biodiesel na matriz energética mundial	25
2.5.1.2.1. Vantagens do uso do biodiesel.....	26
2.5.1.2.2. Desvantagens do uso do biodiesel	28
2.5.2. A produção do biodiesel de soja	29
2.5.2.1. Método do óleo vegetal com metanol anidro.....	30
2.5.2.2. Método do óleo vegetal com etanol anidro.....	32
2.5.2.3. Método de reação do metanol e etanol anidro	32
2.6. Biocombustível.....	33
2.6.1. Óleo vegetal como biocombustível em motores agrícolas.....	37
2.7. Mecanização da agricultura, avanços e usos nos sistemas agroecológicos.....	40
2.8. Patinagem dos rodados do trator	46
2.9. Custos operacionais	47
3. MATERIAL E MÉTODOS	48
3.1. Material.....	48
3.1.1. Área experimental	48
3.1.2. Combustíveis.....	49
3.1.3. Trator.....	51
3.1.4. Instrumentação	52
3.1.4.1. Equipamentos para determinação do tempo de percurso na parcela	52
3.1.4.2. Equipamentos para determinação do consumo de combustível	52

3.1.4.3. Equipamentos para determinação da velocidade real de deslocamento	53
3.1.4.4. Sistema de aquisição e armazenamento de dados.....	54
3.1.5. Roçadora.....	55
3.2. Métodos	56
3.2.1. Sequência de operações.....	56
3.2.2. Delineamento experimental.....	57
3.2.2.1. Tratamentos	57
3.2.3. Determinação do tempo de percurso e procedimento experimental	59
3.2.3.1. Velocidade real de deslocamento.....	59
3.2.4. Consumo de combustível	60
3.2.5. Custo horário do trator	60
3.2.5.1. Cálculo dos custos fixos	60
3.2.5.2. Cálculo dos custos variáveis	61
3.2.6. Avaliação estatística.....	63
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	64
4.1. Consumo de combustível do trator.....	64
4.2. Patinagem do trator.....	68
4.3. Custo horário do trator.....	71
5. CONCLUSÕES.....	76
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77

1. INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira vem se destacando no cenário mundial devido às taxas recordes de produtividade. A crescente demanda por alimentos e a grande quantidade de terras agricultáveis do país implicou uma necessidade de avanço da modernização da agricultura, tendo como consequência principal a mudança do trabalho manual para o mecanizado. Tal fato pode ser considerado positivo, uma vez que o crescente uso dos conjuntos tratorizados nas propriedades, em substituição ao trabalho manual e à tração animal, colaborou, além de um melhor aproveitamento da mão de obra, também para uma diminuição da sobrecarga física dos trabalhadores e dos animais em boa parte dos afazeres. O uso intensificado da mecanização se mostrou indispensável em todo o processo, seja no cultivo de plantas ou na criação de animais.

A agricultura na região de Maringá, caracteriza-se de grande importância devido aos altos níveis de produção agrícola e pecuária, estando entre as mais produtivas regiões do Paraná, sobretudo nos setores de grãos e no sucroalcooleiro, destacando-se como um importante motivo para o aumento das vendas de máquinas agrícolas. Esse aumento trouxe novas oportunidades e fontes de empregos, proporcionando a expansão do comércio.

Sobre o assunto, Ferreira e Vegro (2008) lembram que:

A agricultura brasileira a partir da década de 1990 tem se modernizado, principalmente através da implantação das tecnologias de ponta no que se referem aos maquinários usados na plantação e colheita, utilizando de modernos tratores, colheitadeiras e semeadoras equipadas com aparelhos GPS (Global Positioning System) que mapeiam o terreno e toda a área a ser plantada, permitindo aos agricultores um aumento na produção e relevante redução de desperdícios de sementes.

Com o desenvolvimento tecnológico, as máquinas e implementos tiveram uma mudança no modo em que eram conduzidas, levando assim a um fácil manuseio. As oportunidades de vendas nas áreas agrícolas estão cada vez maiores, tendo em vista que a exportação agrícola vem cada vez mais aumentando sua demanda, tendo no produto uma tranquilidade maior em relação à viabilidade do negócio.

Ainda de acordo com Ferreira e Vegro (2008):

O mercado de máquinas agrícolas automatizadas apresentou significativo aumento nas vendas no período de janeiro a maio de 2008 totalizando 32.538 máquinas vendidas, sendo que os tratores de rodas tem sido o item mais vendido. Esses equipamentos, equipados com

moderna tecnologia têm contribuído para o aumento da produção no campo aumentando também o total da área plantada no país.

O comércio de máquinas agrícolas, principalmente o de tratores, está fortemente atrelado ao cenário político-econômico e à disponibilidade de crédito para investimento. No Brasil, além desses fatores, consideram-se também os níveis dos preços agrícolas como influenciadores nessa demanda.

A energia responsável para mover os motores dessas máquinas é, quase que na totalidade, extraídas de reservas limitadas de petróleo. Após o processo de combustão, o combustível fóssil não renovável apresenta o inconveniente de emitir gases tóxicos que ocasionam doenças em médio e longo prazo, além de poluir o meio ambiente como um todo. Nesse contexto, é preciso observar que com o crescente aumento do grau das despesas e dependência em relação ao petróleo internacional, o governo brasileiro e os demais países importadores, começaram a se preocupar expressivamente com a questão da insuficiência da oferta de energia no mundo. Diante dessa situação, o Brasil passou a investir cada vez mais em fontes alternativas de energia, principalmente a energia vinda da cana-de-açúcar (álcool), a partir da qual o governo brasileiro desenvolveu tecnologia e vem estimulando a produção nos últimos vinte e seis anos (FERREIRA e VEGRO, 2008).

Segundo Aguiar (2001), os biocombustíveis são apresentados como alternativas aos combustíveis fósseis, visto serem energias renováveis. São consideradas energias renováveis quando a sua produção ultrapassa o seu consumo, o que não acontece claramente com os combustíveis fósseis. Sendo assim, biocombustível é todo combustível de origem biológica, que não seja de origem fóssil.

A maior motivação para o uso de biocombustíveis é seu potencial de diminuir a emissão de gases de efeito estufa de uma forma sustentável. Entretanto, ele terá de concorrer com tecnologias de captação de carbono, como a injeção e o armazenamento de dióxido de carbono em poços exauridos de petróleo. A economia de energia é uma opção de redução do efeito estufa que terá de ser empregada, mas encontrará obstáculos em alguns casos por determinar mudança de hábitos, como o uso do veículo particular para transporte. Na perspectiva social, esta é uma grande oportunidade, já que essa nova matriz energética traz o potencial de garantir uma redistribuição melhor de renda, ao apresentar a possibilidade de gerar empregos em regiões mais distantes dos grandes centros urbanos, minimizando o problema das migrações e levando desenvolvimento a essas áreas mais remotas.

Como oportunidade acadêmica, sem dúvida, o presente trabalho é muito importante. O resultado deste trabalho é de grande valor para o desenvolvimento acadêmico, por se tratar

de um tema de interesse público e mundial, principalmente na atualidade, em que as fontes de origem fóssil vêm se tornando cada vez mais escassas, causando um grande desequilíbrio na economia, especialmente no bolso dos cidadãos, tornando-se matéria obrigatória para todos os profissionais das ciências agrárias.

O presente trabalho se justifica pela necessidade de contribuir para o debate no meio acadêmico a respeito dos avanços tecnológicos no campo, no que se referem às fontes de combustível, uma vez que o mercado de máquinas e equipamentos agrícolas para operações de campo na região, vem transformando a área rural em uma fonte de renda importante para o Brasil, trazendo retornos financeiros e sociais a todos que estão diretamente ou indiretamente ligados à produção agrícola. Assim, experimentos com motores de combustão interna e de ciclo diesel se tornam necessários para a efetivação do uso das misturas de óleos vegetais ao óleo diesel mineral. Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de um trator agrícola com o uso de biocombustível de soja.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Acredita-se que a humanidade surgiu não com o início da vida humana, mas quando o homem começou a viver em sociedade, como um ser pensante e atuante no meio em que vive. Segundo Araújo (2005):

A civilização vivia da caça e da pesca de animais silvestres que a natureza oferecia espontaneamente. Viviam em bando como nômades de um lado para o outro não tinham o hábito de trocar alimentos com outros povos. Com o passar dos tempos eles observaram que as sementes das árvores poderiam ser plantadas no solo e cultivarem sua agricultura de subsistência, os animais poderiam ser domesticados e criados em quantidade.

Ainda segundo Araújo (2005), com o tempo, houve uma evolução da sociedade e da economia. As propriedades rurais mudaram totalmente sua fisionomia com toda a tecnologia implantada, a população começou a sair da zona rural e ir para as cidades, chegando a 70% a porcentagem de pessoas no meio urbano. Com o aumento da tecnologia, uma parcela menor se viu na obrigação de gerar sustento para a maioria da população e a competitividade acirrada levou o produtor a modernizar a sua produção, principalmente na área que envolve a agricultura como a produção de alimentos, por exemplo. Observa-se que o produtor vem adequando a sua produção de acordo com a necessidade de mercado, principalmente no que se diz respeito à tecnologia de máquinas e aos instrumentos de colheita e plantação.

Mesquita (2006) afirma que:

O agronegócio brasileiro se supera, impulsionado pelo dinamismo das forças de mercado e o apoio conferido pelo Estado, através de sua ação coordenadora e mediadora, promotora de investimentos e infraestrutura. A configuração do agronegócio assumida pela agricultura brasileira determina a superação de algumas categorias de análise, até a pouco tempo, determinando a sua apreensão em uma dimensão muito mais abrangente.

Para Ramos (2009), a agricultura brasileira, com a abertura de mercado e a globalização da economia, tem modernizado seu parque de máquinas e de insumos e novos tratores e implementos de variados tipos têm sido colocados à disposição dos agricultores no mercado.

Hoje, as propriedades rurais são vistas como uma “empresa” e, assim como qualquer organização, enfrenta uma série de dificuldades. Conforme será visto ao longo desse trabalho,

a criação de estratégias e inovações na produção agrícola é fundamental para o sucesso do empreendimento (GUIMARÃES, 2009).

Balestreire (1987) citado por Cortez, et al. (1992) lembra a decisão de produzir tratores agrícolas nacionais partiu do governo federal, com o estabelecimento do Plano Nacional da Indústria de Tratores Agrícolas instituído pelo decreto 47.473 de 22 de dezembro de 1959 (Simpósio Nacional de Tratorização da Cultura Canavieira 1960). Por esse decreto ficava proibida a importação de tratores a partir de julho de 1960. O crescimento de uso de tratores no Brasil e sua popularização ocorreram exatamente nesse período.

O autor Balestreire (1987) citado por Cortez et al. (1992) completa o raciocínio, lembrando que a indústria de máquinas agrícolas no Brasil surgiu a partir das antigas oficinas familiares que eram usadas para concertar as máquinas antes importadas. Essas indústrias de máquinas e implementos agrícolas também cresceram gradativamente e, em 1980, já havia 580 produtores de máquinas e implementos agrícolas, gerando 27 mil empregos.

A partir de 1990, a aquisição de máquinas modernas para a produção agrícola, como semeadoras, colheitadeiras e tratores, torna-se o principal fator para o aumento da produção e colheita (WEBRURAL, 2008).

Para IEA (2009), o uso das máquinas na colheita tem razões simples: reduz o tempo de colheita, aumenta a produtividade e reduz o custo gasto com a contratação de mão de obra.

De acordo com Batalha (1997):

“a tecnologia desempenha um papel cada vez mais importante como fator explicativo das estruturas da propriedade e do comportamento competitivo das organizações. Ele sustenta também que uma inovação tecnológica pode ser classificada segundo a natureza intrínseca da ideia inovadora, podendo ser de caráter predominantemente tecnológico, onde são desenvolvidos novos processos de fabricação, novas matérias-primas, produtos de concepção inovadora, entre outros; por outro lado, pode haver também uma inovação no aspecto mercadológico, em que as empresas são orientadas diretamente pela demanda, ou seja, as inovações são resultados diretos da observação dos mercados”.

Nesse contexto, nas palavras de Aguiar (2001), “Biocombustível é o combustível que vem de matéria biológica. Pode ser cana-de-açúcar ou milho (no caso do etanol), pode ser mamona ou soja (biodiesel), pode até ser o resultado da fermentação do lixo (biogás). As possibilidades são muitas, mas basicamente todo biocombustível provém da biomassa. Biomassa é a energia que todo ser vivo possui dentro de si. Basicamente, as plantas e algas acumulam energia com a fotossíntese e essa energia pode ser aproveitada nos mais diferentes pontos da cadeia alimentar, produzindo biocombustíveis. Essa energia é a biomassa”.

Segundo Aguiar (2001):

Etanol: Muito popular entre os brasileiros, o álcool etílico é usado desde os anos setenta como combustível no país. A produção de Etanol é feita por meio da fermentação de plantas, que podem ser diversas: cana de açúcar, milho, beterraba e varias outras, sendo que destes, o processo mais eficiente é o de cana-de-açúcar que emite cerca de 90% menos poluentes na atmosfera do que a gasolina. Além disso, sua queima produz água e gás carbônico (e não monóxido de carbono, como nos combustíveis fósseis). Existe muita polêmica a respeito do etanol, seja pelo fato de que sua produção aumenta a pressão sobre os preços de alimentos, seja porque a produção de algumas modalidades, como o milho, utiliza muitos agrotóxicos, além de estudos mostrarem que mais energia é gasta na sua produção do que ele gera quando queimado (baixa eficiência energética). Existe também o etanol celulósico, que utiliza a celulose como base, e portanto, pode ser extraído de qualquer planta.

Biodiesel: É a produção de combustível pela reação química entre óleos ou gorduras (animais ou vegetais) com um álcool, para fazer biodiesel é imprescindível que a planta seja oleosa, por isso a preferência pela mamona, soja, canola e afins. O principal benefício do biodiesel é que ele pode ser produzido artesanalmente, a partir do óleo vegetal já usado. Além disso, não é preciso fazer qualquer alteração no motor a diesel fóssil para usar o de biodiesel.

Biogás: Pouco usado no Brasil, é constituído pela mistura dos gases metano e carbônico oriundo da fermentação anaeróbica (sem a presença de ar) de matéria orgânica, além de outros gases em menor quantidade. O biogás pode ser usado da mesma maneira que o gás de cozinha, é muito útil, e mais disseminado em fazendas e regiões rurais. Ele é especialmente conveniente na diminuição do lixo e seu aproveitamento energético.

Nas palavras de Chang (1996):

A fritura por imersão é um processo que utiliza óleos ou gorduras vegetais como meio de transferência de calor, cuja importância é indiscutível para a produção de alimentos em lanchonetes e restaurantes comerciais ou industriais a nível mundial. Em estabelecimentos comerciais, utilizam-se fritadeiras elétricas descontínuas com capacidades que variam de 15 a 350 litros, cuja operação normalmente atinge temperaturas entre 180-200°C. Já em indústrias de produção de empanados, salgadinhos e congêneres, o processo de fritura é normalmente contínuo e a capacidade das fritadeiras pode ultrapassar 1000 litros.

Na opinião de Plank (1996):

O tempo de utilização do óleo varia de um estabelecimento para outro, principalmente pela falta de legislação que determine a troca do óleo usado. Por essa razão, considerando a grande diversidade de estabelecimentos que utilizam esses óleos, é difícil fazer um

levantamento preciso da disponibilidade desse resíduo em grandes centros urbanos.

Clark (1986) acrescenta que:

Por exemplo, segundo o Centro de Saúde Ambiental da Prefeitura Municipal de Curitiba, estima-se que somente nos restaurantes industriais da cidade e região metropolitana, são mensalmente geradas cerca de 100 toneladas de óleos de fritura, cujos destinos incluem a produção de sabão, de massa de vidraceiro e de ração animal, mas que também têm parte de seu volume descartado diretamente no esgoto doméstico. Ressalta-se, no entanto, que animais que se alimentam dessas rações são impróprios para o consumo humano, pois estudos anteriores demonstraram que a ingestão de gorduras oxidadas por cobaias, dentre outras conseqüências, aumenta a peroxidação dos cromossomos. Além do mais, o efeito cumulativo da ingestão contínua e prolongada de compostos de maior toxicidade, como monômeros cíclicos e hidrocarbonetos poliaromáticos formados durante a fritura por imersão, deveria ser melhor investigado em razão de suas reconhecidas propriedades carcinogênicas.

Para Laurindo (1996):

Os óleos vegetais são produtos naturais constituídos por uma mistura de ésteres derivados do glicerol (triacilgliceróis ou triglicerídios), cujos ácidos graxos contêm cadeias de 8 a 24 átomos de carbono com diferentes graus de insaturação. Conforme a espécie de oleaginosa, variações na composição química do óleo vegetal são expressas por variações na relação molar entre os diferentes ácidos graxos presentes na estrutura. Portanto, a análise da composição de ácidos graxos constitui o primeiro procedimento para a avaliação preliminar da qualidade do óleo bruto ou de seus produtos de transformação e isto pode ser obtido através de vários métodos analíticos tais como a cromatografia líquida de alta eficiência, a cromatografia em fase gasosa e a espectroscopia de ressonância magnética nuclear de hidrogênio.

Freedman (1986) ressalta que:

Os óleos e gorduras utilizados repetidamente em fritura por imersão sofrem degradação por reações tanto hidrolíticas quanto oxidativas. Neste caso, a oxidação, que é acelerada pela alta temperatura do processo, é a principal responsável pela modificação das características físico-químicas e organolépticas do óleo. O óleo torna-se escuro, viscoso, tem sua acidez aumentada e desenvolve odor desagradável, comumente chamado de ranço. Embora possível, a purificação destes óleos com materiais adsorventes não é considerada viável sob o ponto de vista econômico.

Barreto (1992) finaliza:

A literatura científica está repleta de estudos que defendem a impropriedade do processamento de alimentos em óleos e gorduras aquecidas. Já está bem estabelecido que o aquecimento descontrolado de gorduras pode acarretar a formação de compostos com propriedades antinutricionais, entre eles, inibidores enzimáticos, destruidores de vitaminas, produtos de oxidação de lipídios, irritantes gastrintestinais e agentes mutagênicos ou carcinogênicos. O óleo, depois de usado, torna-se um resíduo indesejado e sua reciclagem como biocombustível alternativo não só retiraria do meio ambiente um poluente, mas também permitiria a geração de uma fonte alternativa de energia. Assim, duas necessidades básicas seriam atendidas de uma só vez”.

2.1. Agronegócio

Este capítulo firmou-se em duas literaturas: Mendes e Padilha Junior (2007), livro intitulado “Agronegócio: uma abordagem econômica”, e a apostila online de Padilha Junior (2013) sobre “Gestão de Sistemas de Comercialização”. Ambos proporcionam conhecimento para alcançar três objetivos deste tópico: permitir o entendimento do conceito de agronegócio e discutir as principais tendências no Brasil; expor os principais elementos formadores do agronegócio, bem como o processo de interrelação dos vários agentes e apresentar a importância econômica do agronegócio no Brasil, além da contribuição de cada segmento para a economia.

Dando início aos estudos, pode-se afirmar que a agricultura não pode ser mais separada de outros setores da economia responsáveis por todas as atividades que garantam a produção, transformação, distribuição e consumo de alimentos. Esta é uma visão do sistema ou a relação entre diferentes atores do sistema de produção chamado agricultura, agronegócio e complexo agroindustrial. Esse conjunto de atividades, começando com os fornecedores de matérias primas e da produção de bens e consumidores, desempenha um papel fundamental na economia brasileira e insere o Brasil num setor chave do mercado externo

A agricultura é considerada um sistema grande e complexo, que inclui não apenas as atividades da fazenda, ou seja, na "porteira", que é a produção real, mas, principalmente, a distribuição de atividade ‘insumos agrícolas’, armazenamento, processamento e distribuição de produtos agrícolas. Isso significa que o complexo agroindustrial vai além da "fazenda", agrícola ou pecuária, para contemplar todos os envolvidos direta ou indiretamente na entrega de alimentos e fibras para os consumidores. Em outras palavras, o agronegócio inclui não apenas aqueles que trabalham diretamente com a terra, mas também as pessoas e empresas que fornecem insumos, como fertilizantes, agrotóxicos, rações, sementes e crédito; transformação de produtos agrícolas, por exemplo, grãos, fibra, carne e leite, em particular; a produção de alimentos e fibras, como pão, bolachas, massas, sorvete, sapatos, roupas;

transporte e venda de seus produtos aos consumidores, como supermercados, restaurantes, cafés, padarias, calçados e lojas de tecido (MENDES e PADILHA JUNIOR, 2007).

Segundo Padilha Junior (2007), atividades de produção, distribuição e consumo são participantes do sistema, por meio dos estágios-construídos, da coordenação de produção e da distribuição no agronegócio.

Desde 1960, nos Estados Unidos, e, desde os anos 1970, no Brasil, esse sistema passou por uma rápida transformação, devido ao surgimento de novas indústrias relacionadas com a agricultura, tornando-se um setor mais e mais especializado (PADILHA JUNIOR, 2013).

A primeira mudança ocorreu na demanda do setor agrícola, como resultado da adoção de tecnologias relacionadas à agricultura, principalmente tecnologia mecânica para substituir o trabalho humano e animal por tratores; engenharia química, que visa à substituição parcial do trabalho por meio do uso de herbicidas, por exemplo, o que permitiu a rápida expansão da fronteira agrícola, uso mais intensivo do fator terra, e um consequente aumento da produtividade (PADILHA JUNIOR, 2013).

Segundo Padilha Junior (2013), os avanços tecnológicos em processamento de transações e na produção de alimentos e fibras e conservação de alimentos, em grande parte estimulada pelos gostos e preferências dos consumidores, fez da agricultura um conceito mais ampliado sobre a atividade "dentro da porteira", resultando no sistema de alimentos e fibras.

A indústria alimentar tem se desenvolvido em paralelo com a tecnologia de conservação de alimentos. Por exemplo, o aparecimento de latas e frascos de vidro representou uma forma de conservar alimentos perecíveis. Hoje em dia, surgiu, além das garrafas de plástico, latas de alumínio e outros materiais tecnológicos, a nanotecnologia, a termosselantes, os polímeros e os copolímeros, que são usados como recipientes para armazenamento de alimentos (PADILHA JUNIOR, 2013). Esta extensão foi possível, pois empresas que produzem plásticos, celulose e latas desenvolveram recipientes que podem suportar muito bem para o meio ambiente externo, a fim de conservar os produtos perecíveis sem degradação. Além disso, o desenvolvimento de geladeiras e freezers estimulou a expansão da indústria de refrigeração e permitiu o acesso a alimentos frescos. Este sistema é cada vez mais conhecido e é chamado agronegócio. O termo agrobusiness foi inventado por dois economistas norte-americanos, John H. Davis e Ray A. Goldberg, e apresentado pela primeira vez em uma conferência sobre a distribuição de alimentos, em 1957. A contribuição de Davis e de Goldberg foi determinante para o desenvolvimento de atividades econômicas ligadas a roupas, sapatos e ao fumo, pois facilitou a chegada de muitos desses itens aos

consumidores domésticos. Além disso, o trabalho desses pesquisadores facilitou a exportação de produtos agrícolas (MENDES e PADILHA JUNIOR, 2007).

Para Mendes e Padilha Junior (2007), o período agroindustrial, o que certamente marcou a maneira moderna de pensar a agricultura, concentra-se em três partes do sistema: o poder do setor agrícola, o setor agrícola de produção e transformação e setor industrial. Esses três setores são partes interligadas do sistema, em que um lado é criticamente dependente do outro. Por ‘agronegócio’ precisa-se entender a totalidade das operações de produção e de distribuição, suprimentos agrícolas, operações de produção nas fazendas, armazenamento, processamento e distribuição de produtos agrícolas e bens produzidos a partir dos mesmos.

Ainda segundo Mendes e Padilha (2007), há, neste grupo, portanto, todos os serviços financeiros, transporte, triagem, marketing, seguros, bolsas de mercadorias, entre outros. Todas essas operações são elos da cadeia, que estão se tornando cada vez mais complexos, como a modernização da agricultura, que exigiu a adição de muitos serviços que estão fora das fazendas.

O conceito de agronegócio inclui fornecedores de bens e de serviços para a agricultura, os agricultores, os processadores, os distribuidores e todos os envolvidos na produção e escoamento de produtos de origem agrícola, para chegar ao consumidor final. Também participaram deste desenvolvimento a influência e a coordenação do fluxo de produtos, governos, mercados, comerciais e organizações de serviços financeiros. Este modo de pensar a agricultura é uma vista sistêmica, segundo a qual o todo é maior do que a soma das suas partes. Para Padilha Junior (2013), as instituições e organizações envolvidas no agronegócio podem ser agrupadas em três categorias: operacional (que afeta fisicamente o produto através do sistema, por exemplo, produtores, processadores, distribuidores); as fomentadoras (que geram e transmitem energia na fase inicial do sistema, tais como a energia de entrada da empresa e fatores de produção, os agentes financeiros, centros de pesquisa e experimentação, agências de desenvolvimento e assistência técnica); e as coordenadoras (governam a interação e integração de diferentes segmentos do sistema, como o negócio do governo, contratos comerciais, mercados de futuros, sindicatos, associações, etc.). Na verdade, essas agências e organizações estão envolvidas direta ou indiretamente com um ou mais dos sete níveis, incluindo as funções do agronegócio, a saber:

- a) Suprimento de insumos à produção;
- b) Produção;
- c) Transformação;
- d) Acondicionamento;

- e) Armazenamento;
- f) Distribuição;
- g) Consumo.

2.2. Comercialização

A comercialização agrícola possui um papel fundamental na economia, pois vincula o setor produtivo e o consumidor final. O encaminhamento organizado da produção agrícola permite que os consumidores finais obtenham produtos com as características desejadas. Dessa forma, entender o funcionamento desse sistema, em um mercado competitivo e globalizado, permite melhorar o processo de tomada de decisão, além de auxiliar a compreender os efeitos de diversas variáveis que afetam os mercados agropecuários (COSTA, 2013).

O sistema de marketing inclui a existência de uma via rodoviária ou ferrovia e portos através da criação e funcionamento do poder do comprador até a instalação de uma planta de fábrica ou centro agroindustrial. Este aspecto é extremamente importante e muitas vezes é um dos principais pontos para a expansão da produção nos países em desenvolvimento. Na verdade, pode haver condições efetivas de demanda e da disponibilidade de recursos, técnicas e competências empresariais para fazer crescer uma proposta com relação a essa demanda. No entanto, geograficamente, o crescimento da demanda pode ser concentrado em um único ponto (em áreas urbanas), e o crescimento da oferta em outros lugares (em áreas rurais, muitas vezes longe dos centros de consumo) sem as relações físicas e comerciais necessárias. Nesta situação, a proposta não cresceria, ainda que haja uma apropriada relação preço-custo e não existam barreiras do tipo institucional que impossibilitem a comunicação (IPEA, 2013).

No Brasil, apesar da importância e da evolução do agronegócio, que estão crescendo mais rapidamente que o PIB (Produto Interno Bruto), há também uma série de problemas (estrangulamento) que impedem o crescimento do setor. A expansão e a melhoria dos sistemas de comercialização representam a forma mais eficaz e mais rápida para aumentar o crescimento econômico e a competitividade brasileira em um mundo globalizado (IPEA, 2013).

2.3. O agronegócio brasileiro

O Brasil é um país eminentemente agrícola e a atividade econômica que no campo se desenvolve possui uma carga de responsabilidade social que justifica tratamento jurídico com distinção, a mesma que o constituinte moderno dispensou ao setor quando julgou

por bem traçar os princípios de política agrícola no bojo do texto constitucional. As palavras do filósofo português Antonio Feliciano de Castilho¹, destacando a agricultura como atividade-mãe são tão incandescentes que merecem ser recordadas sempre:

A Agricultura, a velha e robusta mãe dos povos, auxiliada dos seus dois incansáveis primogênitos, Indústria, e Comércio, é a benfeitora por excelência; a compensadora única das diferenças das regiões; a expressão máxima da Divina Munificência, e o mais claro documento de nossa social destinação. Qualquer Ciência, qualquer Arte suprimida, deixaria uma falta, mais ou menos para sentir: mas a falta da Agricultura, desataria de repente a Sociedade, e dentro em pouco extinguiria o próprio Homem. Artes e Comércio, encantadores são, que modificam, metamorfoseiam, e transferem tudo sem cessar; mas só a Agricultura cria; só ela, filha primogênita da Divindade, é sobre a terra Divindade. (citado por PEREIRA, 2014, p. 18).

Sem a menor sombra de dúvidas, só a agricultura é capaz de se fazer presente em todo território nacional e com condições de levar desenvolvimento de norte a sul e de leste a oeste, reduzindo desigualdades sociais e discrepâncias regionais próprias de um país continental, demonstrando sua grandeza e relevância. Esse alcance imensurável da agricultura, produtora de bens e de serviços sem conta, responsável por quase 1/3 do Produto Interno Bruto (PIB), assegura o desenvolvimento de todo país, sendo, portanto, merecedora de todo e de qualquer tipo de apoio que fomente seu pleno desenvolvimento.

Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2015), as balanças comercial brasileira, comercial do agronegócio e comercial agropecuária, de 1997 a 2014, têm crescido continuamente.

A taxa média de crescimento do agronegócio de 2000 a 2010 recuperou-se e alcançou 2,37%, considerando-se que a população de produtores diminuiu de 2,89 em 1970 para 1,21 milhões em 2010 (Tabela 1).

Tabela 1 - Taxas médias de crescimento do Produto Interno Bruto no Brasil

Período	Taxas médias de crescimento (%)		
	PIB	População	PIB <i>per capita</i>
Década de 60 (1961-1970)	6,17	2,89	3,19
Década de 70 (1971-1980)	8,63	2,44	6,04
Década de 80 (1981-1990)	1,57	2,14	-0,56
Década de 90 (1991-2000)	2,54	1,57	0,95
Década de 00 (2001-2010)	3,61	1,21	2,37

Fonte: Fundação Getúlio Vargas (FGV) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (citado por Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento, 2015).

¹ In: Felicidade de Agricultura. Ponta Delgada, Portugal – 1849.

Outro estudo realizado pelo instituto CEPEA-USP, CNA, BACEN (citado por AGRSOFT.COM, 2011), revela que o agronegócio representava, em 2010, 22,40% do PIB nacional (Figura 1).

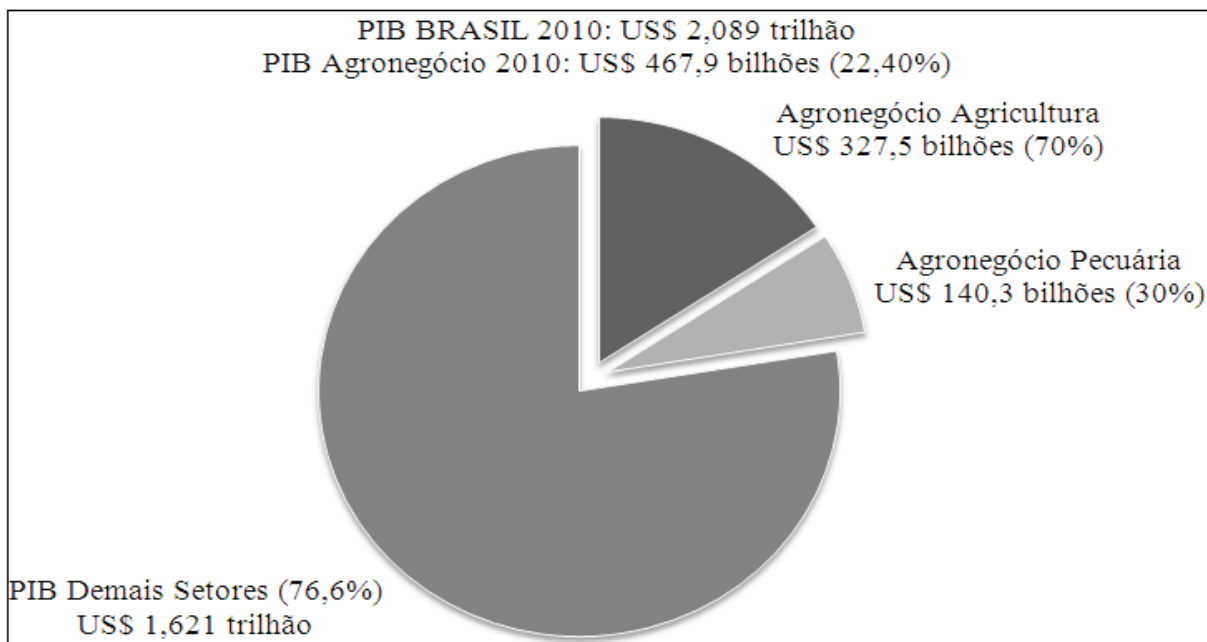


Figura 1 - Agronegócio e o Produto Interno Bruto nacional.

Fonte: CEPEA-USP, CNA, BACEN (citado em AGRSOFT.COM, 2011).

O agronegócio brasileiro está integrado às economias nacionais de desenvolvimento de forma harmoniosa e interage com outros diferentes segmentos, produzindo ampla gama de materiais para a agricultura brasileira.

2.4. Aspectos técnicos, econômicos e de gestão da cultura de soja

A cultura de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é originária da China e sua forma cultivada atualmente nunca foi encontrada na natureza. Domesticada entre os séculos XI e XII, na China, sua utilização na Ásia vai desde o preparo de alimentos até a produção de remédios, há quase 3.000 anos (HYMOWITZ e SHURTLEFF, 2005).

Há relatos sobre o seu uso há, aproximadamente, 5.000 anos. Porém, somente em 1920 passou a ter destaque internacional, quando os Estados Unidos iniciaram sua exploração (EMBRAPA, 2012).

No Brasil, as primeiras cultivares foram avaliadas em 1882, na Bahia e, em 1901, no Instituto Agrônomo de Campinas-SP, que iniciou a distribuição de sementes aos produtores paulistas. Nessa época, também teve início o cultivo no Estado do Rio Grande do Sul e, em 1940, a soja começou a destacar-se no país pela importância econômica. No entanto, a sua

expansão aconteceu, somente, a partir da década de 60 e, na década de 70, passou a ser considerada a principal cultura do agronegócio brasileiro (EMBRAPA, 2012).

Segundo a Embrapa (2012), a cultura foi introduzida no Brasil no ano de 1882, via Estados Unidos, e os seus primeiros registros de produção ocorreram no ano de 1892 no município de Santa Rosa-RS, mas somente em 1940 começou a adquirir uma importância econômica no país. Conforme a Figura 2, o crescimento expressivo da cultura ocorreu nos últimos anos, demonstrando sua grande importância no cenário nacional.

Segundo dados da Embrapa (2012), a produção de soja se tornou crescente, expandindo-se para toda a região sul até o início da década de 1970 e, no período de 1980 a 1990, houve um crescimento na região tropical; no centro-oeste, o crescimento passou de 2% da produção nacional para quase 60% em 2006.

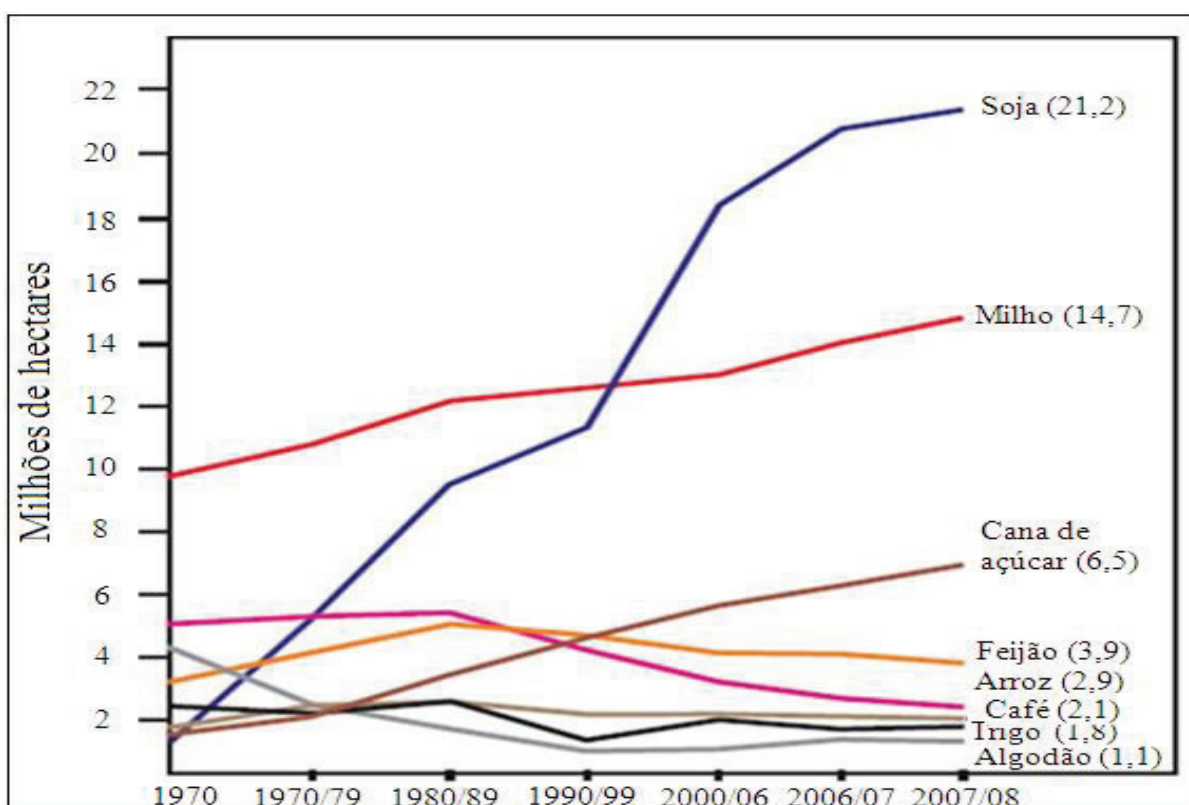


Figura 2 - Comparação da área cultivada das principais culturas do Brasil.
Fonte: Embrapa (2012).

Segundo o Mapa (2012), o crescimento da soja no Brasil também foi significativo em 1990/1991, quando a colheita foi de 15,3 milhões de toneladas, com uma área plantada de 9,7 milhões de hectares. Com a safra de 52 milhões de toneladas, em 2002/2003, a produção mais do que triplicou em doze safras, em consequência dos ganhos de rendimento. Contudo,

após frequentes aumentos de safras, a previsão para 2012, segundo MAPA (2012), é de que a produtividade da soja deve cair 8,7%, ficando a produção em 68,749 milhões de toneladas, devido à seca no sul do país.

Embora a previsão do MAPA (2012) tenha acontecido, em 2013, a soja assume a liderança das exportações de *commodities*, deixando o minério de ferro em segundo lugar, com US\$ 14 bilhões (ZAFALON, 2014).

Confirma a Receita Federal (2014), que:

A China foi o principal país de destino das exportações brasileiras de soja (NCM 1201), tendo essas operações representado 27,19% do total exportado, superando a Holanda (17,96%) e a Alemanha (10,17%). O mesmo ocorreu com as exportações de minério de ferro NCM 2601, que representaram 19,5% do total exportado, superando o Japão (13,73%) e a Alemanha (11,43%). Quanto ao óleo de soja (NCM 1507), a China foi o terceiro país de destino, com 15,97% do total exportado, superada apenas pelo o Irã (28,99%), que foi o primeiro e a Índia (20,47%), o segundo.

Sobre a classificação da soja, divide-se em dois grupos:

- GRUPO I: soja destinada ao consumo *in natura*; e
- GRUPO II: soja destinada a outros usos.

Os procedimentos para classificação, antes da exportação e/ou colocação do grão no mercado (Figura 3), devem obedecer à Instrução Normativa nº 15, de 9 de junho de 2004, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. O objetivo desta Instrução Normativa é estabelecer os procedimentos para qualificar e quantificar a presença de partículas com toxicidade desconhecida, grãos mofados e insetos mortos ou partes desses, impurezas e/ou matérias estranhas. Quanto ao âmbito de aplicação, esses procedimentos serão aplicados à soja em grão proveniente da espécie *Glycine max* (L.) Merrill quando destinada à comercialização interna, à importação e à exportação.

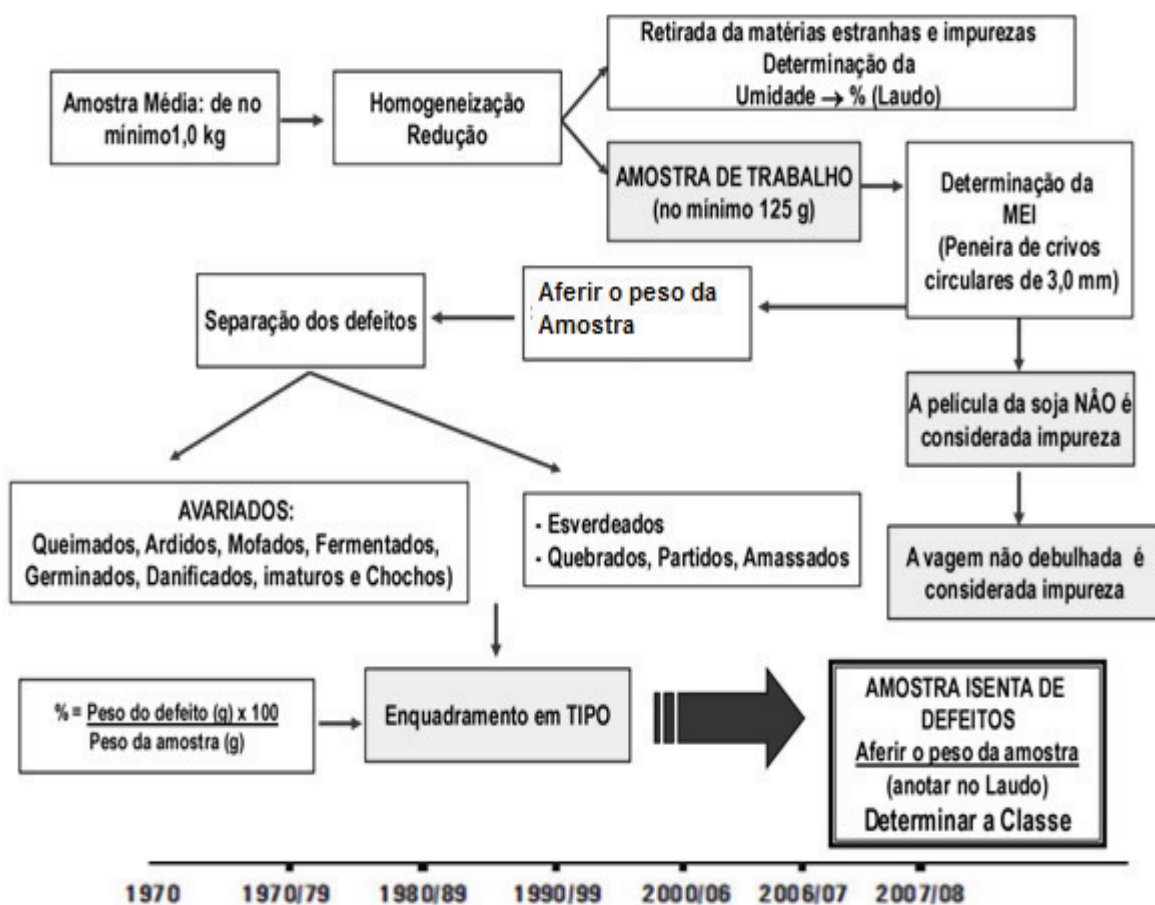


Figura 3 - Classificação dos grãos.

Fonte: Adaptado da Instrução Normativa nº 15, de 9 de junho de 2004. Mapa (2014).

Segundo Castillo e Vencovsky (2004), a busca por uma agricultura competitiva tem gerado:

- uma sofisticação, à custa de grandes investimentos do Estado, dos circuitos espaciais e dos círculos de cooperação entre as grandes empresas das cadeias produtivas e de distribuição;

- enclaves de modernização caracterizados como verdadeiros espaços alienados;

- dependência crescente de informação (técnica e financeira) cada vez mais sofisticada;

- surgimento de empresas de consultoria especializadas em produção, logística e transporte agrícola;

- grande demanda por bens científicos;

- obediência a normas internacionais de qualidade;

- novo perfil do trabalho no campo;

- informatização da produção agrícola (agricultura de precisão, monitoramento agrícola por sensoriamento remoto orbital);
- deslocamento ou marginalização dos agentes recalcitrantes.

Com os avanços nos biocombustíveis, pode-se afirmar a importância da soja também como biodiesel. A razão pela qual a soja responde pela maior parcela do óleo vegetal brasileiro tem algumas das causas indicadas a seguir (BIODIESEL BR, 2015):

- A soja tem uma cadeia produtiva bem estruturada, tanto antes quanto depois da porteira;
- Dentro da porteira, a soja conta com tecnologias de produção bem definidas e modernas;
- Existe uma ampla rede de pesquisa que assegura pronta solução de qualquer novo problema que possa aparecer na cultura;
- É um cultivo tradicional e adaptado para produzir com igual eficiência em todo o território nacional;
- Oferece rápido retorno do investimento: ciclo de 4 a 5 meses;
- É dos produtos mais fáceis para vender, porque são poucos os produtores mundiais (EUA, Brasil, Argentina, China, Índia e Paraguai), pouquíssimos os exportadores (EUA, Brasil, Argentina e Paraguai), mas muitíssimos os compradores (todos os países), resultando em garantia de comercialização a preços sempre compensadores;
- A soja pode ser armazenada por longos períodos, aguardando a melhor oportunidade para comercialização;
- O biodiesel feito com óleo de soja não apresenta qualquer restrição para consumo em climas quentes ou frios, embora sua instabilidade oxidativa e seu alto índice de iodo inibam sua comercialização na Europa;
- É um dos óleos mais baratos: só é mais caro do que o óleo de algodão e da gordura animal;
- Seu óleo pode ser utilizado tanto para o consumo humano, quanto para produzir biodiesel ou para usos na indústria química e;
- A soja produz o farelo protéico mais utilizado na formulação de rações para animais produtores de carne: responde por 69% e 94% do farelo consumido em nível mundial e em nível nacional, respectivamente.

2.5. Combustíveis vegetais

Segundo Baird (2002), biocombustíveis são combustíveis de fontes renováveis, cujo carbono liberado será reabsorvido por meio de balanço biológico, com crescimento de novas culturas. Apontam Graboski e McCormick (1998) que, desde o início do século XX, tem-se tentado o emprego de óleos vegetais como combustíveis.

De acordo com especificações da ANP contidas no Regulamento Técnico nº 4/04 (Resolução ANP nº 42/04), o biodiesel pode ser descrito como "compostos de alquíésteres de

ácidos graxos de cadeia longa derivados de óleos vegetais ou de gorduras animais" (GOMES, 2008). O biodiesel apresenta boa qualidade de combustão, substituindo o diesel ou compondo misturas em motores de ignição por compressão sem modificações significativas (ALTIN et al., 2001).

Graboski e McCormick (1998) relatam que os resultados, até hoje, ainda são controversos, pois óleos de diferentes fontes vegetais apresentam diferentes resultados, variando o consumo, a potência, ou os resíduos que afetam o desempenho dos motores. Segundo o Ministério da Indústria e do Comércio e Secretaria de Tecnologia Industrial (BRASIL, 1985), esses óleos, para oferecerem um bom desempenho, necessitam que os veículos passem por alterações mecânicas, ou que os motores recebam óleos de origens específicas, com propriedades e características controladas. Segundo Graboski e McCormick (1998), os óleos não podem se tornar combustíveis mundialmente disponíveis para a substituição de derivados de petróleo.

A utilização de óleos vegetais *in natura* em substituição ao óleo diesel convencional não é nova. Segundo o Ministério da Indústria e Comércio (BRASIL, 1985a), na literatura, encontra-se uma compilação interessante de tal utilização até 1985, bem como dos resultados obtidos. Explica Holanda (2004) que, depois de diversas tentativas com óleos *in natura*, surge, então, a ideia da utilização de ésteres como combustíveis. Assim, uma nova ideia toma força, denominada transesterificação de óleos vegetais, utilizando álcool etílico ou metílico.

Holanda (2004) relata que estudos em motores diesel, realizados nos anos de 1985, comprovaram que estes ésteres poderiam facilmente substituir óleo diesel como combustível, até mesmo em algumas características e propriedades sobrepujando o derivado de petróleo. Para o Ministério da Indústria e Comércio (1985a), algumas dessas características são: eficiência; poder calorífico; índice de cetano; característica lubrificante; e a mais importante: redução das emissões de gases, particulados e enxofre, como resultado da sua combustão. (BRASIL, 1985a).

2.5.1. Biodiesel

Ferrari et al. (2005) descrevem o biodiesel como um combustível renovável de origem biológica, obtido por meio do processamento de óleo de origem vegetal ou animal. Este processamento se trata de uma transformação química seguida de purificação física e que se apresenta como proposta para a substituição do óleo diesel derivado do petróleo.

Ferrari et al. (2005) descreveram uma série de vantagens apresentadas pelo biodiesel em relação ao diesel:

- é livre de enxofre e compostos aromáticos;
- possui alto número de cetano. O número de cetano de um determinado óleo diz respeito à fração volumétrica de cetano (hexadecano) contida no combustível. Quanto maior o número de cetano, menor o tempo entre a injeção de combustível e a ignição e, como consequência, melhor será a qualidade de sua queima;
- possui maior ponto de fulgor;
- não é tóxico;
- é biodegradável;
- possui menor emissão de hidrocarbonetos não queimados, material particulado, CO e CO₂;
- possui teor médio de oxigênio.

Visando a uma menor emissão de produtos de combustão nocivos à saúde e ao meio ambiente, há um esforço para que o biodiesel substitua gradualmente o óleo diesel na matriz energética mundial. No Brasil, tornou-se obrigatória a mistura de 2% em 2008 de biodiesel no diesel, com planos de aumentar a quantidade de biodiesel na mistura gradualmente (PENTEADO, 2005). Atualmente, o teor de biodiesel no diesel é de 7%, conforme dispõe a lei nº 13.033/2014 (BRASIL, 2014).

O biodiesel pode ser usado puro ou misturado ao diesel em diferentes proporções. A mistura de 2% de biodiesel ao diesel derivado de petróleo, por exemplo, é denominada B2, enquanto a de 5% é B5 e assim sucessivamente, até o biodiesel puro, denominado B100.

A história do biodiesel iniciou-se em 1896, quando dois grandes visionários Rudolf Diesel e Henry Ford descobriram, a partir dos óleos vegetais, um novo caminho para o desenvolvimento industrial. Assim, a utilização de óleos vegetais puros em motores de combustão interna remonta ao início da operação do próprio motor a diesel.

Em 1900, Diesel demonstrou sua invenção na Feira Mundial em Paris, utilizando o óleo de amendoim como combustível, divulgando a ideia do uso de combustíveis a partir de fontes naturais e renováveis de energia. Já em 1920, experiências com motores de combustão interna apresentaram dificuldades na utilização de óleos vegetais, devido principalmente aos depósitos de carbono e resíduos gordurosos, problemas estes não encontrados no óleo cru (petróleo filtrado), que, além destas vantagens, obtinha um desempenho mecânico favorável e com uma melhor eficiência dos motores (TOLMASQUIM, 2011).

Neste sentido e devido a razões econômicas (maior custo e menor disponibilidade dos óleos vegetais), além do rápido avanço da indústria do petróleo, a ideia dos óleos vegetais foi abandonada como opção energética para época, passando assim a ser uma opção para o futuro (TOLMASQUIM, 2011).

Na década de 1970, o mercado de petróleo é marcado por dois fortes desequilíbrios, conhecidos como 1º e 2º choques do petróleo, em 1973 e 1979, respectivamente. O primeiro foi uma represália realizada pelos países árabes membros da OPEP - Organização dos Países Exportadores de Petróleo, que decidiram pelo embargo ao fornecimento de petróleo para os Estados Unidos e às potências europeias, em resposta à invasão de territórios palestinos por Israel, durante a guerra conhecida como de Yom Kipur. Após o embargo, a OPEP estabeleceu cotas de produção que acabaram por elevar os preços em aproximadamente 400%, desestabilizando a economia mundial (PIMENTEL, 2006).

Em 1979, ocorre o segundo choque do petróleo, causado pela revolução iraniana que derrubou o Xá (rei) Reza Pahlevi (1919-1980) e instalou uma república islâmica no país. Assim, a produção de petróleo é gravemente afetada e a nação passa a não conseguir atender nem mesmo às suas próprias necessidades. O Irã, que até então era o segundo maior exportador da OPEP, atrás apenas da Arábia Saudita, fica praticamente fora do mercado e o preço do barril de petróleo atinge níveis recordes, agravando ainda mais a recessão econômica mundial no início da década de 1980 (CORREIA, 2015).

Para os especialistas, as crises tiveram um efeito negativo na economia brasileira, ao provocar um grande déficit na balança comercial do país, criado pelo alto preço do petróleo, e o aumento do preço das importações deste produto. Em contrapartida, este cenário incentivou não só o aumento da produção brasileira de petróleo, como também a produção de novos combustíveis (CORREIA, 2015).

A Guerra do Golfo, em 1991, foi um conflito internacional militar entre Kuwait e o Iraque na região do Golfo Pérsico, ocasião em que o então presidente Saddam Hussein acusou o Kuwait de causar queda nos preços do petróleo e retomou antigas questões de limites de território, além de exigir indenizações. Como não houve acordo entre as duas nações, as tropas iraquianas resolveram invadir o país inimigo, na tentativa de controlar os vastos e valiosos campos de petróleo, ocasionando uma nova turbulência no mercado internacional, com a elevação dos preços (CORREIA, 2015).

Nos Estados Unidos, entre os anos de 1970 e 1980, houve o fortalecimento da Lei do Ar Limpo (Clean Air Act) promulgada em 1963, que passou a ser fiscalizada pela Agência de Proteção Ambiental americana (Environmental Protection Agency - EPA), em 1970. Esta

lei teve como um dos princípios objetivos reduzir as emissões de determinados poluentes derivados da queima de combustíveis fósseis, estabelecendo padrões para a introdução de outros que apresentassem uma queima mais limpa (TOLMASQUIM, 2011).

Este novo cenário contribuiu para reforçar a importância da utilização de novos combustíveis, considerando os aspectos ambientais que passaram a ser relevantes a partir deste momento.

A Europa, os Estados Unidos e a Ásia, após a segunda metade da década de 1990, aumentaram intensamente a utilização do biodiesel em frotas veiculares, com preços competitivos e adaptados aos motores já existentes, apresentando, assim, algumas vantagens sob o óleo mineral. No Brasil, no entanto, a questão dos óleos vegetais começou a ser discutida pelo governo federal em 1975, sob coordenação do Ministério da Agricultura, dando origem ao Proóleo - Plano de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos. O objetivo deste programa era tornar os custos de produção do óleo vegetal competitivos no país, em relação ao óleo mineral, reduzindo, desta forma, a dependência de outros países para a utilização deste recurso (TOLMASQUIM, 2011). O Proóleo previa uma introdução de 30% de óleo vegetal na mistura do óleo diesel convencional, com perspectivas de atingir a substituição integral a médio e longo prazo. O Brasil, em 1980, foi um dos primeiros países a registrar uma patente para a produção deste combustível, no entanto, o programa acabou sendo substituído pelo PROÁLCOOL - Programa Nacional do Alcool (COELHO, 2007).

Em 2004, o Governo Federal cria um novo programa, conhecido como PNPB - Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, apoiado na crescente demanda por combustíveis produzidos a partir de fontes renováveis e no potencial brasileiro para atender determinadas necessidades, como a geração de empregos, o crescimento econômico e a melhoria das condições ambientais (BIODIESEL BR, 2015).

Para o ano de 2008, foi determinada, por meio da Lei 11.097, a introdução de 2% de biodiesel no óleo diesel metropolitano, prevendo o aumento desta porcentagem para 5% até o ano 2013. No entanto, o CNPE - Conselho Nacional de Política Energética antecipou esta alteração para 3%, a partir de julho de 2008, e para 5% para o ano de 2010. Percentuais mais elevados desta mistura também podem ser adotados, mediante a autorização da ANP - Agência Nacional do Petróleo (BRASIL, 2005).

A crescente preocupação com as questões ambientais e a ocorrência de diversas mudanças no equilíbrio natural do planeta vem desenvolvendo, nos últimos tempos, a consciência da necessidade de agir em prol da busca por novas alternativas mais sustentáveis de obtenção de energia. Para o combate à aceleração do aquecimento global, entretanto, uma

das alternativas indispensáveis é a redução das emissões de gases poluentes provenientes da queima de combustíveis fósseis e o incentivo para a utilização de fontes renováveis de energia.

2.5.1.1. Processo de produção do biodiesel

O biodiesel tornou-se uma tentativa de substituição do óleo diesel por biomassa e pode ser produzido através de uma grande variedade de matérias primas para ser utilizado puro ou em misturas com o diesel mineral, visando um desempenho que seja suficientemente similar ao óleo mineral, sem que nenhuma alteração no motor seja necessária. Este combustível também pode ser produzido através de gordura animal e óleos residuais.

Os óleos residuais podem ser uma boa opção para os grandes centros urbanos. A utilização deste insumo evita a contaminação de corpos d'água e a sua decomposição em aterros sanitários, além de ser mais barato que os óleos vegetais virgens. Já os óleos animais destacam-se sebo bovino, óleo de peixes, óleo de mocotó, banha de porco, dentre outros.

A produção do biodiesel de oleaginosas tem a disponibilidade das fontes agrícolas para a produção e varia de acordo com o clima e as condições das regiões selecionadas para o plantio. A produção de óleo vegetal por hectare plantado é função da produtividade pelo conteúdo de óleo de cada espécie (MIRAGAYA, 2005).

No Brasil, além do grande potencial existente para agricultura, existem várias oleaginosas que podem ser utilizadas para fabricação do biodiesel, como por exemplo, mamona, soja, algodão, girassol, dendê, amendoim, babaçu, pequi, pinhão-manso, nabo forrageiro, coco, castanha do Pará e abacate (tabela 2). A escolha pela oleaginosa a ser utilizada depende das características supracitadas.

A área plantada necessária para atender ao percentual de mistura de 2% de biodiesel ao óleo mineral é estimada em 1,5 milhões de hectares, equivalente a 1% dos 150 milhões de hectares disponíveis para agricultura no Brasil, sem considerar as regiões ocupadas por pastagens e florestas (MIRAGAYA, 2005).

O processo mais conhecido para a produção do biodiesel é a sua obtenção através da reação de óleos vegetais com um intermediário ativo, formado pela reação de um álcool com um catalisador. Este processo é chamado de transesterificação, que é uma reação química responsável pela formação de dois novos produtos, o éster (biodiesel) e o glicerol (TOLMASQUIM, 2011).

Tabela 2 - Oleaginosas – produção por hectare em quilos de semente

Planta	Produção (kg.ha ⁻¹)		Planta	Produção (kg.ha ⁻¹)	
	Mínima	Máxima		Mínima	Máxima
Dendê	3.000	12.000	Cacau	800	1.000
Pinhão Manso	1.800	8.000	Girassol	720	2.200
Coco	2.100	2.900	Arroz	700	900
Abacate	2.200	2.800	Gergelim	600	800
Castanha do Pará	2.000	2.500	Semente de Coentro	530	570
Macadâmia	1.920	2.240	Semente de Abóbora	500	600
Jojoba	1.640	2.000	Café	450	500
Noz Pecan	1.430	1.520	Soja	440	1.300
Mamona	740	1.500	Palma	300	400
Carnaúba	1.300	1.450	Nabo Forrageiro	400	800
Azeitona	1.200	1.400	Castanha de Caju	170	220
Amendoim	900	1.100	Milho	170	200

Fonte: Brasil (2006).

Os catalisadores mais utilizados são o NaOH e o KOH, hidróxido de sódio e potássio, respectivamente, realizando no processo a catálise homogênea. Existe um interesse maior pelas empresas na utilização do potássio, pois este pode ser reutilizado em processos de compostagem ou lançado em biodigestores. A catálise homogênea também pode ser praticada, porém os custos de produção seriam superiores, devido à necessidade de recuperação dos catalisadores (TEIXEIRA, 2005).

O processo de transesterificação foi exaustivamente estudado pela França e Bélgica durante a segunda guerra mundial, devido à escassez de combustíveis e ao fato desses países controlarem um grande número de colônias distribuídas em diferentes continentes. Segundo Teixeira (2005), diversas pesquisas acadêmicas e as suas aplicações foram estimuladas, podendo ser comprovadas a partir de registros do Ministère Des Colonies, 1942.

A reação de transesterificação pode empregar diversos tipos de álcoois, preferencialmente os de baixo peso molecular, sendo os mais utilizados os álcoois metílico e etílico. O etanol também pode ser utilizado, desde que possua o anidro com um teor de água inferior a 2%, visto que a água atuaria como inibidor da reação (TOLMASQUIM, 2011).

Os procedimentos realizados na preparação da matéria prima para a sua conversão em biodiesel (Figura 4) visam a criar melhores condições para a efetivação da reação de transesterificação, com a máxima taxa de conversão, sendo que as especificidades do tratamento dependem da natureza e das condições da matéria graxa empregada como matéria

prima. A reação de transesterificação é a etapa da conversão propriamente dita do óleo ou gordura em ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos, que constituem o biodiesel (PARENTE, 2003).

A transesterificação converte a matéria graxa em ésteres (biodiesel) e a massa reacional final é constituída de duas fases, separáveis por decantação e/ou por centrifugação. A fase mais pesada é composta de glicerina bruta, impregnada dos excessos utilizados de álcool, de água e de impurezas inerentes à matéria prima (PARENTE, 2003).

A fase menos densa é constituída de uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos, conforme a natureza do álcool originalmente adotado, também impregnado de excessos reacionais de álcool e de impurezas. A fase pesada contendo água e álcool é submetida a um processo de evaporação, eliminando-se da glicerina bruta esses constituintes voláteis, cujos vapores são liquefeitos num condensador apropriado (PARENTE, 2003).

Da mesma forma, mas separadamente, o álcool residual é recuperado da fase mais leve, liberando para as etapas seguintes os ésteres metílicos ou etílicos. Os excessos residuais de álcool, após os processos de recuperação, contêm quantidades significativas de água, necessitando de uma separação. A desidratação do álcool é feita normalmente por destilação e os ésteres deverão ser lavados por centrifugação e desumidificados, posteriormente, resultando finalmente no biodiesel. Este deverá ter suas características enquadradas nas especificações das normas técnicas estabelecidas para o biodiesel como combustível, para uso em motores do ciclo diesel (BRASIL, 2006).

O metanol permite melhores condições operacionais, principalmente quanto à fase de purificação, onde o consumo de metanol é menor e a separação de ésteres metílicos da glicerina é espontânea. Neste caso, pode-se até dispensar o uso de centrífugas, o que reduz o número de etapas do processo. Além desta vantagem, o custo do metanol é inferior ao do etanol, mas, em contrapartida, o etanol é obtido por meio de fontes renováveis, apresentando-se como uma boa opção para os países tropicais (TEIXEIRA, 2005).

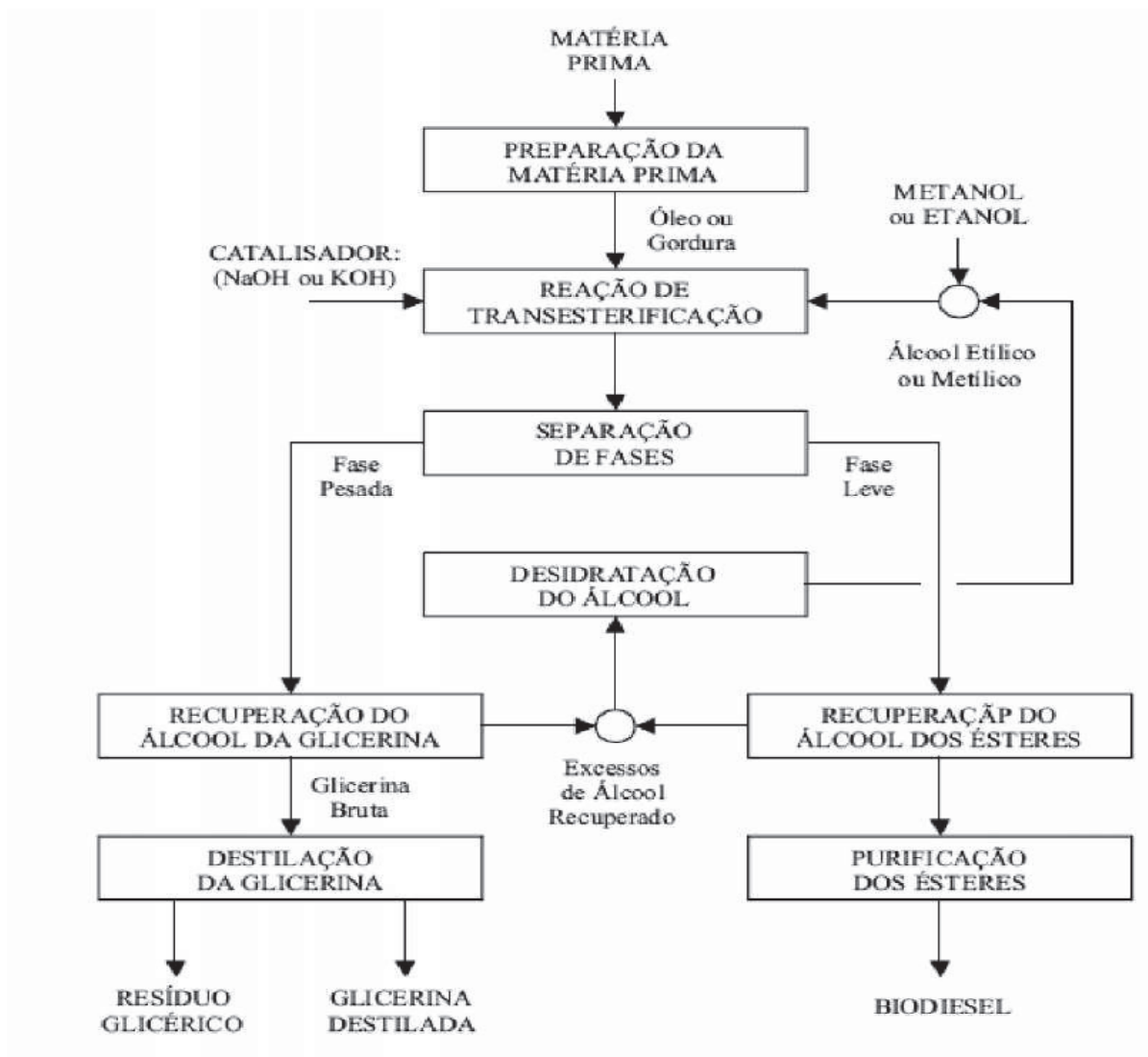


Figura 4 - Fluxograma do processo de produção de biodiesel.
Fonte: Parente (2003).

A glicerina é um subproduto do biodiesel e pode vir a causar impactos ambientais, caso não sejam encontrados outros usos para este resíduo, que representa um volume de cerca de 10 % do volume de óleo vegetal utilizado no início do processo. As principais aplicações da glicerina hoje são: síntese de resinas e ésteres, aplicações farmacêuticas, uso em cosméticos e uso alimentício.

2.5.1.2. Biodiesel na matriz energética mundial

O biodiesel vem tendo sua participação na matriz energética mundial naturalmente aumentada. Este fator é decorrente da consciência ambiental, que vem se formando ao longo

dos anos, aliada à instabilidade política e social dos países produtores de petróleo, que leva o preço desta fonte não renovável sofrer grandes variações.

2.5.1.2.1. Vantagens do uso do biodiesel

O biodiesel se trata de uma energia renovável, que pode ser produzida a partir de uma grande variedade de oleaginosas ou até de gordura animal. O fato de ter baixo risco de explosão permite que este combustível seja mais facilmente transportado e armazenado. Outra característica importante é que o biodiesel não contém aromáticos, como o benzeno, que são gases tóxicos e não é corrosivo (BIODIESEL BR, 2015).

Quando do uso do biodiesel, por meio de queima, há maiores condições de a combustão ser completa, o que significa numa redução na geração de gases poluentes, principalmente o monóxido de carbono (CO), e inclusive de material particulado (MP). Além disto, por se tratar de um éster, necessita de uma quantidade menor de oxigênio, em relação ao diesel, para que ocorra tal combustão (BIODIESEL BR, 2015).

Para Holanda (2004), devido aos novos níveis de emissão, alguns gases poderão ser encontrados em menor concentração no ar, sendo eles, os óxidos de enxofre (SO_x), alguns hidrocarbonetos (HC) e o ozônio (O_3). No caso do dióxido de carbono (CO_2), a redução pode ser observada devido ao sequestro de carbono na fase de crescimento das oleaginosas. O balanço entre o CO_2 absorvido neste processo e o emitido quando da combustão do biodiesel é neutro, fechando um ciclo. Isto resulta, ao final, em uma menor concentração deste gás na atmosfera, tendo em vista que o uso do biodiesel resultaria em menores concentrações de CO_2 na atmosfera, que se utilizado de um combustível derivado de matéria prima fóssil. O autor ressalta que este gás é estufa e com balanço praticamente neutro de emissão do mesmo para a atmosfera pode-se gerar créditos de carbono, além de melhorar a qualidade do ar e da saúde da população local e diminuir o efeito estufa.

Sobre as emissões veiculares, vale destacar que em todo o Brasil vem sendo realizadas diversas pesquisas a fim de se obter um maior conhecimento das características do biodiesel. Com isso, objetiva-se explorar os benefícios deste combustível analisando o efeito do uso deste na qualidade do ar, o que influi diretamente na saúde da população. Inclusive, há estudos sobre a influência do biodiesel e do diesel no comportamento de animais, como ratos e formigas, nos quais se percebem uma melhor adaptação na convivência com o biodiesel. No entanto, é importante mencionar que tais pesquisas ainda são incipientes devido à falta de recursos, situação esta que vem sendo modificada, uma vez que há interesse das refinarias de

combustível e das montadoras de automóveis em desenvolver conhecimento científico e tecnológico sobre o assunto (IPEA, 2013).

Outra importante vantagem que vale ser destacada é quanto aos benefícios econômicos do uso do biodiesel, se considerada a busca pela autossuficiência do país no que diz respeito à sua matriz energética. Ao ganhar a autossuficiência na produção de energia), o governo brasileiro poderia proteger o interesse dos consumidores quanto ao preço, qualidade e oferta do combustível. E, dependendo da produção de biodiesel, poder-se-ia até considerar a exportação, inclusive para países europeus, pois este combustível atende às especificações das normas europeias, principalmente quanto ao teor de enxofre emitido (BIODIESEL BR, 2015).

Quanto aos benefícios sociais, tem-se que esta autossuficiência levaria a um desenvolvimento do setor primário, uma vez que a produção de oleaginosas contribuiria para a geração de empregos. Com isto, seria possível haver inclusão social, pois se reduziria o êxodo rural e ainda evitaria o inchaço das grandes cidades (PINHEIRO et al., 2010).

Do ponto de vista de produção, o Brasil possui características geofísicas, como a qualidade dos solos, topografia, clima, entre outros, que permitem uma grande produção de oleaginosas, com até duas safras por ano. Considerando isso, um produtor poderia fazer rotação de culturas, o que contribuiria para enriquecer o solo com nutrientes e ainda possibilitaria a produção de combustível, reduzindo custos. Como forma de incentivo, o governo tem permitido que o produtor de oleaginosas, por meio de permuta, obtenha o chamado biodiesel Eco Óleo. Vale destacar, porém, que se não houvesse este incentivo governamental, seria inviável economicamente ao pequeno produtor produzir biodiesel a partir de sua plantação (BIODIESEL BR, 2015).

Deve-se ainda esclarecer-se que o uso do biodiesel em pequenas proporções não prevê adaptações em motores ou máquinas, como normalmente é polemizado (HOLANDA, 2004). Entretanto, estudos de biodiesel em maiores concentrações vêm sendo realizados obtendo-se sucesso quanto às condições mecânicas dos veículos e de rendimento do combustível (MOLINA, 2008) sendo a viabilidade de uso, então, aceita uma vez que não se produz nenhum resíduo que comprometa o desempenho do maquinário. Outros estudos importantes a serem abordados para a análise do uso do biodiesel seria quanto ao desempenho dos automóveis, redução de emissões de poluentes e materiais componentes do motor.

Destaca-se que o biodiesel melhora o desempenho da ignição, devido ao número de cetano (mínimo de 51), e reduz o desgaste de peças, pois ajuda na lubricidade do sistema (BIODIESEL BR), característica esta que, inclusive, elimina a necessidade de uso de enxofre na composição do combustível (MOLINA, 2008). Pela ausência de enxofre, possibilita-se o

uso de catalisadores, inclusive a partir de B25, e, conforme a concentração de biodiesel aumenta, há potencialização da eficiência dos mesmos, aumentando sua vida útil.

Quanto à utilização dos motores a diesel e a biodiesel, pode-se observar um menor consumo de combustível em relação aos motores Otto (convencionais), chegando a 30% de redução. Tal fato leva a uma redução direta nas emissões de poluentes (MOLINA, 2008).

2.5.1.2.2. Desvantagens do uso do biodiesel

O biodiesel também possui algumas desvantagens, que não são muito divulgadas justamente pela mobilização governamental que é a favor da implantação deste. Entretanto, ainda assim, o biodiesel brasileiro não tem sido produzido em quantidades suficientes nem para suprir a demanda de pesquisas.

No processo de produção do biodiesel, o subproduto glicerina é produzido em larga escala, como visto anteriormente. A problemática é que não há utilização para tudo que é produzido e, com o aumento da oferta, pode haver impactos no setor óleo-químico. Outros mercados que podem sofrer alterações são os derivados de oleaginosas, bem como todos os produtos que as utilizem em qualquer etapa de produção (leite de soja, carne, rações para animais, etc), uma vez que se agrega novo valor a esses grãos (PINHEIRO et al., 2010).

Quanto ao processo de produção do biodiesel, o subproduto glicerina é produzido em larga escala. Esse aspecto da produção do biodiesel representava um problema visto que não havia utilização para tudo que era produzido. Entretanto, sabe-se que já existem pesquisas onde a glicerina pode ser utilizada como fonte de produção de energia, uma vez que há microrganismos que, ao decomporem este subproduto, geram o biogás (DABDOUB e BRONZEL, 2009). Além disso, quando ocorre a exaustão deste combustível, ocorre aumento de emissões de alguns gases considerados perigosos, como do formaldeído e do NO_x , o que poderá ser minimizado com uso de aditivos ou alteração mecânica. A ureia pode ser utilizada como atenuante da emissão de NO_x , uma vez que, ao se combinar com estes compostos, libera o nitrogênio e o oxigênio em outras formas, menos nocivas à saúde humana. A recirculação de 30% dos gases de descarga para a câmara de combustão também pode ser feita para reduzir a emissão dos óxidos de nitrogênio (MOLINA, 2008). Ademais, a introdução do biodiesel não altera as emissões de partículas inaláveis que, além de serem prejudiciais à saúde, também entopem o catalisador. Entretanto, tal situação pode ser amenizada se o motor for eletrônico e se um filtro for instalado antes do catalisador.

Algumas características deste biocombustível fazem com que surjam alguns problemas de ordem mecânica, como, por exemplo, sua viscosidade aumenta bastante em temperaturas mais baixas, formando cristais que prejudicam o bom desempenho do motor. Se este mecanismo contiver retentores da bomba injetora de borracha, faz-se necessário a troca destas peças. E, nos motores que sempre utilizaram o diesel, há uma desvantagem, mas apenas a priori: recomenda-se a limpeza dos bicos injetores e troca do filtro, pois o biodiesel fará com que o sistema libere sujeiras e resíduos acumulados no tanque (BIODIESEL BR).

Outra desvantagem é que o biodiesel é um composto biodegradável, ou seja, ao longo do tempo, se estocado, suas características vão se modificando, o que dificulta estudos sobre as mesmas e uma possível padronização do óleo vegetal para garantir o mesmo produto final. Além disto, o fato de haver, no Brasil, uma gama de possibilidades de matérias primas para a produção de biodiesel também dificulta tal padronização, considerada importante para garantir a qualidade do produto (PINHEIRO et al., 2010).

A situação mais preocupante está associada à localização das plantações, que podem intervir tanto na produção de alimentos, quanto na manutenção de remanescentes florestais, uma vez que é comum saber que há legislação sobre o assunto, porém esta é diversas vezes burlada. Quanto ao avanço das fronteiras agrícolas que ameaçam a produção de alimentos, por ora, ainda não há legislação, devido ao fato de que o consumo de biodiesel ainda não é tão alto. Entretanto, este risco não pode ser supervalorizado, uma vez que a problemática de disponibilidade de alimentos está associada à má distribuição de renda e não à falta de terras cultiváveis (PINHEIRO et al., 2010).

Esta análise leva à reflexão de que de nada adianta um biocombustível que minimize as emissões de poluentes se sua produção não for devidamente controlada, de forma a gerar o mínimo de impactos possível. Tal conflito já, inclusive, foi previsto para no caso da implantação de biodiesel para exportação na África, o que, segundo Hollanda (2011), seria mais um erro de administração neste continente, levando-o cada vez mais a ser marginalizado. Tal situação hipotética deveria fazer com que cada nação se atentasse quanto às reais intenções governamentais de implantação do biodiesel.

2.5.2. A produção do biodiesel de soja

Existem vários processos diferentes para a produção de biodiesel. No estudo de Pianovski Júnior (2002), foram avaliados quatro destes métodos, objetivando principalmente o desenvolvimento de um procedimento de produção que seja de fácil execução e que não

demande equipamentos sofisticados, de modo que ele possa ser executado sem dificuldades em cooperativas agrícolas e pequenas propriedades rurais.

2.5.2.1. Método do óleo vegetal com metanol anidro

O primeiro método, e o mais simples, consiste em efetuar a reação do óleo vegetal com metanol anidro. Foram realizados três experimentos com a finalidade de se verificar a facilidade de se conseguir um bom índice de conversão do óleo em ésteres e, com isso, obter uma referência para qualificar os outros processos. A produção de biodiesel usando o metanol é um procedimento já utilizado em escala industrial tanto nos Estados Unidos como na Europa e no Sudeste da Ásia. Scholl et al. (1993) destacam a viabilidade de utilização dos ésteres metílicos em substituição ao óleo diesel.

O óleo utilizado no experimento de Pianovski Júnior (2002) foi o de soja, da marca Soya, com a composição especificada na Tabela 3.

O metanol utilizado foi fornecido pela empresa Bond & Carneiro possuindo elevada pureza (maior do que 99,85%, em massa). Apesar dessa reação ser comum e de fácil execução, alguns cuidados devem ser tomados no manuseio do álcool metílico. Deve-se levar em conta que o metanol sofre oxidação quando é absorvido pelo organismo, provocando a formação de formoldeído e ácido fórmico, que são substâncias tóxicas. Devido à dificuldade que o organismo tem para eliminar estes compostos, o metanol é considerado um produto tóxico acumulativo e o limite de exposição a ele é de 200 ppm para uma jornada de oito horas de trabalho e, quando este limite for excedido, deve-se usar equipamentos de proteção respiratória, como máscaras (PROSINT S.A., 2002 citado por PIANOVSKI JÚNIOR, 2002).

Tabela 3 - Composição do óleo comercial de soja Soya

Item	Composição (100 mL)	Item	Composição (100 mL)
Energia	828 kcal	Colesterol	0 mg
Gorduras Totais	92 g	Proteínas	0 g
- Saturadas	15 g	Carboidratos	0 g
- Monoinsaturadas	22 g	Fibra Alimentar	0 g
- Poli-insaturadas	55 g		

Fonte: Pianovski Junior, 2002.

O metanol atualmente é produzido, na quase totalidade, pela hidrogenação controlada do monóxido de carbono. No passado, o metanol era obtido através da destilação

da madeira, de onde vem uma de suas denominações "álcool de madeira" (MUNDO EDUCAÇÃO, 2014).

O éster metílico de óleo de soja foi produzido em lotes de aproximadamente 0,5 litros, utilizando-se um liquidificador doméstico para agitação dos reagentes. Um dimmer marca Pial foi adaptado para permitir um bom ajuste de velocidade do motor do liquidificador. Cabe aqui a observação de que a jarra original do liquidificador, de plástico rígido, não resistiu à reação, sendo atacada pelo metanol. Após algumas tentativas sem sucesso, encontrou-se uma jarra de polipropileno flexível que se mostrou inerte à ação do álcool. O metanol não deve ser utilizado com alguns tipos de materiais como, por exemplo, as borrachas, o polietileno e o PVC sem plastificantes, além de ser corrosivo ao alumínio e altamente corrosivo ao chumbo (PIANOVSKI JÚNIOR, 2002).

A massa molecular do óleo de soja foi calculada a partir da composição média apresentada anteriormente, resultando ser de 871 kg kmol^{-1} . A sua densidade, medida a 20°C resultou em $0,917 \text{ kg L}^{-1}$. A densidade do metanol é de 0,7932 e a temperatura de ebulição na pressão ambiente de $64,6^\circ\text{C}$. O éster metílico foi produzido utilizando-se 80% de excesso de álcool. Assim, para processar 500 mL de óleo, foram utilizados 113 mL de metanol. Para catalisar esta reação foi necessário acrescentar 1,1% da massa de óleo a ser processada, em hidróxido de potássio (a massa adicionada de KOH foi de 5 gramas). O procedimento para produção se resume em colocar o óleo no liquidificador e acioná-lo em velocidade máxima, o que provoca o seu aquecimento. Em um recipiente separado, o álcool foi misturado ao hidróxido de potássio. Quando a temperatura do óleo atingiu 55°C , a mistura de álcool e hidróxido de potássio foi adicionada a ele. Após a adição do álcool com catalisador, continuou-se a agitação por duas horas, controlando-se a velocidade do liquidificador para evitar que a temperatura da reação ultrapasse a 55°C . Após o término da agitação, produziram-se como resultado duas fases líquidas: o éster e o glicerol. A separação se completou em vinte horas, deixando o glicerol, que é mais denso, acumulado na parte inferior do funil de decantação de onde foi retirado (PIANOVSKI JÚNIOR, 2002).

Após a retirada do glicerol, 28 mL de água (5,5% do volume de óleo utilizado) foram adicionados ao éster, que novamente foi agitado vigorosamente por 5 minutos. Após a decantação, os resíduos de glicerol foram drenados juntamente com a água.

A fase de neutralização do éster foi realizada em seguida, consistindo na adição de água na razão de 28% do óleo utilizado, em volume, e de ácido tanínico, na razão de 1 grama por litro de água adicionada. A solução aquosa foi separada após decantar e água pura foi

adicionada na mesma quantidade para a lavagem final, quando então o éster metílico esteve pronto para ser utilizado (PIANOVSKI JÚNIOR, 2002).

2.5.2.2. Método do óleo vegetal com etanol anidro

O segundo método analisado por Pianovski Júnior (2002) foi o da reação do óleo vegetal com etanol anidro. Foram realizados 4 experimentos, seguindo basicamente a sequência do método anterior com a única diferença no excesso de álcool utilizado na reação que foi de 50%.

O etanol apresenta densidade de $0,79 \text{ kg L}^{-1}$ e ponto de ebulição de $78,35 \text{ }^\circ\text{C}$. Para processar 500 ml de óleo, foram utilizados 137 mL de etanol. Para catalisar esta reação foi necessário acrescentar 1,3% da massa de óleo a ser processada de hidróxido de potássio. Com estas condições para a reação de transesterificação, não se conseguiu obter uma boa conversão de óleo em éster em nenhum dos 4 experimentos. O melhor resultado ficou em aproximadamente 50% de conversão. Sabe-se que as condições ideais para se obter uma reação com sucesso são: 1) temperatura de 75°C , 2) catalisador na quantidade de 1,3% de KOH em massa de óleo a ser processado, 3) uma agitação vigorosa no início da reação, até a mistura se tornar homogênea, 4) etanol absoluto, sem água e, 5) 100% de excesso de álcool se o catalisador utilizado for o hidróxido de potássio ou 50% de excesso se for utilizado o metóxido de sódio (NaOCH_3).

Como pode ser observado, as condições utilizadas no experimento estavam afastadas das condições ideais com relação à temperatura e ao excesso de álcool. A experiência foi repetida com a utilização de 185 mL de etanol anidro para 500 mL de óleo de soja, o que equivale a um excesso de álcool de 100%, e manteve-se a temperatura em 75°C . Com estas condições, novamente não foi possível obter uma porcentagem razoável de conversão, muito provavelmente devido às perdas de etanol por evaporação, que chegaram a 110 mL. Uma possibilidade a ser analisada é a execução da reação com o refluxo do álcool evaporado, utilizando, porém, um equipamento mais dispendioso e fugindo ao propósito do presente estudo (PIANOVSKI JÚNIOR, 2002).

2.5.2.3. Método de reação do metanol e etanol anidro

O terceiro método analisado por Pianovski Júnior (2002) foi uma combinação dos dois métodos anteriores, com o objetivo de reagir 25% do óleo com metanol e o restante com etanol anidro. Nesta reação, foram utilizados 104 mL de álcool etílico e 35 mL de álcool

metílico para processar 534 mL de óleo de soja. A reação foi catalisada com 6 gramas de hidróxido de potássio e o resultado foi uma boa conversão de óleo em éster. O restante do procedimento permaneceu igual ao utilizado no primeiro método.

Considerando as desvantagens inerentes ao uso do metanol, principalmente devido à sua toxicidade e ao fato de não ser produzido em larga escala no país, foi desenvolvido pelo Prof. Nei Hansen de Almeida, do Departamento de Engenharia Química da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, um método para a produção de biodiesel com base no uso do álcool etílico hidratado e óleo de soja degomado. Este método possui um Pedido de Patente no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (ALMEIDA, 2001). A produção deste biodiesel foi realizada nas Usinas Piloto da PUC-PR, utilizando-se um reator local. Devido ao interesse do grupo em testar o biodiesel produzido por este método e também à disponibilidade de matéria prima, foram produzidos cem litros de combustível necessários para a execução dos testes em dinamômetro. Cinco amostras do biodiesel produzido foram enviadas ao Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos (CEPPA) da Universidade Federal do Paraná para análise da sua composição em ésteres e uniformidade (PIANOVSKI JÚNIOR, 2002).

Segundo Pianovski Júnior (2002), quanto aos resultados, durante a produção das amostras de biodiesel observou-se que as amostras produzidas utilizando-se o terceiro método eram as que apresentavam menor viscosidade. Com o objetivo de realizar uma análise comparativa das viscosidades foi realizada a seguinte experiência: sobre uma superfície de vidro perfeitamente plana (lado oposto de um espelho) colocaram-se duas gotas de cada uma das amostras e, para termos uma referência para comparação, duas gotas de óleo diesel e duas gotas de óleo de soja. Em seguida, acionou-se um cronômetro e inclinou-se o vidro em 15° com a horizontal, quando então as gotas começaram a escorrer sobre o vidro. Após aproximadamente 50s verificou-se que o óleo de soja e a amostra produzida pelo quarto processo mostraram possuir a maior viscosidade, vindo a seguir, em ordem decrescente de viscosidade, o biodiesel produzido pelo segundo processo, o óleo diesel, o biodiesel produzido pelo terceiro processo e, finalmente, o biodiesel produzido pelo primeiro processo.

2.6. Biocombustível

A história da energia está vinculada ao desenvolvimento da sociedade, a uma maior circulação de mercadorias e de pessoas, à modificação de interesses e de necessidades da humanidade, à intensificação da comunicação e com o próprio incremento tecnológico. Enfim, não é possível mencionar a evolução do homem moderno sem se falar de energia. O

contexto atual da energia, todavia, precisa ser examinado sobre vertentes diversas: desenvolvimento contínuo dos países a demandar mais energia, possível esgotamento do petróleo, nocividade ambiental do mesmo, pesquisa por fontes alternativas e substitutas ao petróleo, aspectos ambientais das fontes alternativas, inserção dos biocombustíveis como uma destas alternativas à atual matriz energética, eventual prejuízo à produção de alimentos em razão dos biocombustíveis e o entrelaçamento destas questões na discussão sobre o espaço a ser ocupado pelos biocombustíveis (LUCENA et al., 2012).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2015),

Biocombustível é qualquer combustível originado de espécies vegetais - isto é, que tem origem biológica, desde que não tenha passado por processo de fossilização. De acordo com a definição técnica da Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, biocombustível é todo combustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna; ou, conforme regulamento, para outro tipo de geração de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil.

Ainda segundo o Ministério do Meio Ambiente (2015), “há vários tipos de biocombustíveis: bioetanol, biodiesel, biogás, biomassa, biometanol - estes os mais utilizados -, bioéter dimetílico, bio-ETBE, bio-MTBE, biocombustíveis sintéticos e biohidrogênio”.

As plantas, no seu processo de crescimento, funcionam como uma verdadeira usina. Absorvem a energia solar, a água e o dióxido de carbono do ar, transformando todo este potencial em energia química. Esta energia química pode ser liberada por combustão ou outro processo de conversão em diversos derivados energéticos, tal como o carvão vegetal, o etanol, o biodiesel, mais apropriados para utilização nos diversos equipamentos de usos finais (REIS, 2005).

Aos combustíveis derivados da biomassa, dá-se o nome de biocombustível. A tabela 4 a seguir mostra uma classificação para os biocombustíveis classificados como não florestais.

Nos últimos anos, tendo em vista a preocupação com o meio ambiente e, conseqüentemente, o uso de fontes renováveis de energia, alguns países desenvolvidos têm procurado utilizar a biomassa oriunda de florestas plantadas para suprir uma parte de suas necessidades energéticas. O Pinus e o Eucalipto são os tipos mais utilizados para esta finalidade. No campo das oleoginosas, o milho, a colza, a soja e outros tipos têm sido cultivados para serem transformados em biodiesel. Porém, atualmente, a biomassa se destina na sua maioria aos usos não-energéticos, como fabricação de papel e celulose, mobiliários, entre outros (REIS, 2005).

Tabela 4 - Classificação dos biocombustíveis

	Material	Exemplo
Biocombustíveis não-florestais (agroindústria)	Combustíveis sólidos e líquidos produzidos a partir de plantações energéticas	Alcool da cana de açúcar.
	Resíduos de plantações energéticas	Palhas, folhas e pontas da plantação de cana de açúcar.
	Resíduos da agroindústria	Casca de arroz, palha de milho
	Subprodutos animais	Esterco de aves, bovinos, suínos, caprinos que são transformados em biogás.
	Combustíveis obtidos do processamento de oleaginosas (biodiesel)	Soja, milho, mamona, girassol, babaçu, dendê.

Fonte: Reis (2005).

No caso do biodiesel, ele é sintetizado diretamente por meio da transesterificação de óleos vegetais, onde os triglicerídeos correspondentes reagem com um álcool de cadeia curta na presença de um catalisador (LIU et al., 2007).

O biodiesel é obtido pela reação dos óleos vegetais com um intermediário ativo (reagente), que pode ser tanto o metanol (derivado do petróleo), quanto o etanol da cana-de-açúcar. O uso do álcool da cana é tão eficiente quanto o uso do metanol, com a vantagem de resultar em um combustível totalmente renovável, que usa matéria-prima nacional e produz menos impactos ambientais. O biodiesel pode substituir inteiramente o diesel derivado do petróleo ou pode ser adicionado a esse. Motores para uso no transporte e para geração de energia elétrica estão sendo testados para funcionar com os dois combustíveis, deixando a escolha a critério do consumidor. A base do biodiesel é, portanto, o óleo vegetal, que pode ser de soja, canola, milho, algodão, girassol, mamona, dendê, babaçu, dentre outros. O uso do biodiesel também traz inúmeras vantagens ao país, como: o desenvolvimento de áreas remotas das Regiões Norte/Nordeste, pelo estímulo a soluções regionais; economia de divisas com a diminuição das importações de diesel; transporte mais limpo de passageiros e carga, entre outras vantagens (REIS, 2005).

O cenário internacional apresenta um caloroso debate sobre o desenvolvimento e a utilização de fontes renováveis de energia, em especial o biocombustível – etanol e biodiesel. Este cenário é formado pelo maior consumo de energia e pelo crescimento acelerado de países muito populosos, como a Índia e, principalmente, a China. Além disso, a busca por novas fontes de energia e a incerteza quanto ao período de viabilidade da extração do petróleo, tanto em função da diminuição da reserva mundial do mesmo como pela

instabilidade dos preços desta *commodity*, caracteriza a insegurança quanto à principal matriz energética mundial, o petróleo (LUCENA et al., 2012).

O fator econômico não fica descartado, uma vez que possuir o domínio de matrizes energéticas implica uma produção de fortunas. Por isso, com receio dos países em desenvolvimento e com condições de produção de biocombustível atingirem destaque no cenário político mundial, há uma relutância dos estados desenvolvidos em permitir espaço, uma vez que o poder não estaria mais concentrado nas mãos de seus atuais detentores (LUCENA et al., 2012).

O Brasil se mostra altamente competitivo na produção do etanol derivado da cana-de-açúcar, uma vez que, além de ser dono de terras com clima e solo amplamente favoráveis à cultura, possui experiência nesta atividade desde a década de 1980. Por isso, o país está entre aqueles que anseiam pelo aprimoramento de novas fontes de energia (LUCENA et al., 2012).

Quanto ao biodiesel, o Brasil possui o conhecimento tecnológico para sua produção e cultiva diversas espécies que permitem a sua conversão em (bio) combustível. Por isso, o Brasil deseja unir toda sua capacidade produtiva à necessidade mundial pela procura de novas fontes de energia.

Há uma majoração contínua da necessidade de energia no globo em virtude do óbvio desenvolvimento contínuo dos países, – 74% do aumento de consumo ocorreram nos países em desenvolvimento – mas também em razão do rápido crescimento econômico de países extremamente populosos, como China e Índia que cresceram, nos últimos anos, em torno 10% ao ano, sendo responsáveis por 45% do aumento de consumo de energia no ano de 2007 (RIBEIRO, 2005).

Em contrapartida, sobre o esgotamento do petróleo, deve ser destacada a constante apresentação de estudos e relatórios que indicam a manutenção do petróleo como fonte energética até o ano de 2050. O anuário da Beyond Petrol, por exemplo, estima o esgotamento do petróleo em 41 anos. Além disso, 77,5% das reservas de petróleo se localizam em países e regiões de instabilidade política e social, como a África, o Oriente Médio e a Venezuela, colaborando para oscilações indesejadas no preço do petróleo. Vale destacar que o petróleo é a principal fonte de energia do mundo, respondendo por 35% da energia gerada (BP STATISTICAL REVIEW OF WORLD ENERGY, 2008).

O petróleo gera impactos negativos sobre o meio ambiente, pois é altamente poluente. Assim, percebe-se a necessidade de se buscar fontes substitutas e renováveis ao

petróleo, como energia solar, eólica, nuclear, derivadas da biomassa, elétrica, do hidrogênio. As maiores discussões, todavia, são adstritas aos biocombustíveis.

O componente ambiental não pode ser esquecido de qualquer diálogo internacional sobre alternativas ao petróleo. Os países desenvolvidos, nesse contexto, demonstram grandes preocupações de que a produção de biocombustível acarrete o desmatamento de florestas. No caso do Brasil, a produção do etanol ocorre em regiões que distam mais de dois mil quilômetros da Amazônia. Dessa forma, é possível multiplicar toda a produção de grãos sem precisar derrubar uma única árvore da floresta tropical (SILVA, FISCHETTI, 2008).

Sendo o biocombustível uma grande possibilidade de se tornar um fascínio de divisas, muitos agricultores se voltaram para a produção de grãos e os que já cultivavam enxergaram lucros maiores se os comercializassem para a produção de combustível e não para fins alimentícios. Deste modo, gerou-se uma competição entre as terras agricultáveis, prejudicando a oferta natural de alguns grãos, resultando em aumento de preços. Como exemplo pode-se destacar o preço do milho, o qual sofreu elevação de mais de 70% entre 2005-2007, devido ao etanol norte-americano ter sua produção baseada nesta *commodity* (BANCO MUNDIAL, 2008).

2.6.1. Óleo vegetal como biocombustível em motores agrícolas

Segundo Gryglewicz (1999), as gorduras, ou óleos vegetais, não podem, na maioria dos casos, serem usadas diretamente para mover motores de alta rotação sem que haja modificações fundamentais na construção do motor). Isso ocorre devido à grande diferença nas propriedades físico-químicas entre as gorduras e os hidrocarbonetos combustíveis padrões. Os ésteres metílicos de ácido graxo são caracterizados por suas excelentes propriedades como combustível para motores do ciclo diesel uma vez que possuem viscosidade e ponto de ebulição adequados, além de alto número de cetano. Estes ésteres metílicos, quando misturados a hidrocarbonetos combustíveis, reduzem a emissão de produtos nocivos à atmosfera.

A substituição da glicerina nos triglicerídeos por metanol, etanol, isopropanol e butanol, provou ser o processo mais promissor como método de modificação de gorduras para utilizá-las como combustível para motores do ciclo diesel (GRYGLEWICZ, 1999).

O biodiesel apresenta ainda vantagens adicionais em comparação ao combustível fóssil:

- a) é derivado de matérias-primas naturais, de fontes renováveis;
- b) é biodegradável;
- c) reduz as principais emissões presentes nos gases de exaustão, exceto os óxidos de nitrogênio, NO_x;
- d) possui ponto de fulgor mais alto, o que lhe confere manuseio e armazenamento mais seguros;
- e) apresenta excelente lubrificidade, o que vem ganhando importância, pois o novo óleo diesel de baixo teor de enxofre perde parte desta propriedade durante seu processo de produção.

Uma solução é a adição de pequenas porções de biodiesel ao petrodiesel (1 a 5%) (FERRARI, 2005).

A soja, considerada a rainha das leguminosas, dispõe de uma oferta muito grande do óleo, pois quase 90% da produção de óleo no Brasil provém dessa leguminosa. A produção mundial de soja da safra 00/01 situou-se em 174,3 milhões de t, patamar 9,0% maior que da safra 99/00 (159,85 milhões) A produção brasileira de soja na safra de 2002 foi de aproximadamente 43 milhões de toneladas (FERRARI, 2005).

O Programa governamental que pressupõe a inclusão social, a reincorporação de terras degradadas pela agropecuária extensiva e a diversificação de sementes (mamona, pinhão manso, girassol, amendoim, babaçu, dendê e soja) expressam outros fatores que nos alertam para analisá-lo de forma interdisciplinar e profunda. Por exemplo, em relação à diversidade de uso de sementes:

A soja, que avança sobre a floresta e concentra terras, caminha para dominar a matriz do biodiesel nacional. [...]. A empresa Brasil Ecodiesel, uma das pioneiras do programa, que é apoiada pelo governo, já tem o óleo de soja como sua matéria-prima principal, apesar de ter nascido com o objetivo de explorar a mamona. Os empresários do agronegócio, a maioria instalados no Centro-Oeste, esperam fornecer 90% da matéria-prima para o biodiesel brasileiro. A estimativa do governo é que esse grão não passe dos 60%. Segundo o presidente da Embrapa, a conta é a seguinte: Nos próximos 30 anos será necessária a produção de 100 bilhões de litros de biodiesel. E, para isso, vamos precisar de 40 milhões de hectares.” Ele mesmo indica o obstáculo que precisa ser transposto. “A questão pega no investimento. Para recuperar 20 milhões de hectares pouco produtivos são necessários R\$ 40 bilhões. Ainda está mais barato derrubar floresta (CRESTANA, 2007).

O uso de enzimas imobilizadas como solução para a conversão de resíduos líquidos, sólidos gordurosos e ácidos graxos residuais para a produção de biodiesel promete revolucionar o mercado brasileiro (FAPERJ, 2014).

A grande vantagem do uso de enzimas imobilizadas é o fato de a enzima ser capaz de converter mono-, di- e triglicerídeos e até ácidos graxos puros em qualquer concentração ou mistura. A presença de água torna-se até uma vantagem. O primeiro motor gerador da empresa Locastrom do RJ, convertido com ajuda do Projeto de Conversão de Motores Diesel apoiado pela FAPERJ, mostrou um excelente desempenho até o momento. Desde o dia de conversão, dia 30 de outubro 2010, o motor alcançou a meta de 493 horas rodadas (FAPERJ, 2014).

No Paraná, segundo a TECPAR,

A Copel vai adquirir e instalar por meio de licitação pública uma usina piloto com capacidade de produzir 5 mil litros diários de óleo combustível vegetal (o biodiesel), utilizando a soja como matéria-prima – mas não impedindo o uso de outras espécies de oleaginosas. Nesse estudo, também foi considerado o aproveitamento dos subprodutos obtidos no processo de produção do biocombustível na própria atividade, o que vai ser feito numa usina de beneficiamento que será instalada pela Prefeitura (TECPAR, 2010).

A instalação de usinas de biodiesel capazes de atender às necessidades de pequenos produtores rurais praticantes da agricultura familiar é uma forma de permitir aos agricultores familiares acesso a um combustível natural e com baixo custo e, adicionalmente, agregar renda à sua atividade (TECPAR, 2010).

Integram o programa Paraná Biodiesel, além da Copel, a Secretaria da Agricultura e do Abastecimento (com suas vinculadas Iapar e Emater), a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, por meio do Instituto de Tecnologia do Paraná (Tecpar), a Prefeitura Municipal de São Jorge d'Oeste, o Sistema de Cooperativas de Leite da Agricultura Familiar (Sisclaf), o Sistema de Cooperativas de Comercialização da Agricultura Familiar Integrada (Siscoopafi) e a Coasul Cooperativa Agroindustrial (TECPAR, 2010).

E ainda,

O Instituto Tecnológico do Paraná (TECPAR), no Projeto das Mini-Usinas Comunitárias de Óleo Vegetal, no Estado do Paraná, aplicou óleo vegetal extraído a frio e microfiltrado a 0,5 micra em uma caminhonete Toyota Hylux, bem como em tratores (diversos percentuais de mistura sem alteração do motor) e em uma camionete S10 usada, com adaptação no motor para uso de 100% de óleo vegetal, na Cooperativa Witmarsum, município de Palmeira, Paraná. Está em andamento no Centro Paranaense de Agroecologia (CPRA),

em Pinhais, PR, o teste de 20% de óleo vegetal em trator CNH, já com 600 horas avaliadas pela empresa fabricante e pelo TECPAR. O objetivo desse projeto foi inserir a produção e o consumo de óleo vegetal na cadeia produtiva diversificada do agricultor (GUERRA; FUCHS, 2010).

O uso de óleo vegetal em motores no Paraná iniciou-se em 2004, quando foi celebrado convênio de cooperação técnica e financeira do Instituto Cristão de Desenvolvimento (ICD) com o governo do Estado do Paraná, representado pelo TECPAR, para instalação de uma usina-modelo de extração de óleo vegetal a frio. Por fim, o teste, inédito no contexto brasileiro em termos de injeção eletrônica, permitiu concluir preliminarmente que a mistura de 20% desse combustível ecológico é viável em veículos desse tipo. Em motores comuns, é possível misturar 40% ou mais de óleo vegetal extraído a frio, sem alterações no motor, dependendo da capacidade da bomba injetora. Porém, para misturas maiores ou para uso de OV100, é preciso pré-aquecer o óleo a 70° C em motores comuns. No sistema de injeção common rail (com 1.500 bar de pressão), esse pré-aquecimento é dispensável, mas será preciso programar a eletrônica em “sintonia fina” com as características de cada óleo vegetal (soja, nabo forrageiro, pinhão manso, entre outros) (GUERRA; FUCHS, 2010).

2.7. Mecanização da agricultura, avanços e usos nos sistemas agroecológicos

Afirma Amato Neto (1985) que a mecanização agrícola se iniciou no país com a instalação da indústria de tratores, no ano de 1959, quando foi instituído o Plano Nacional da Indústria de Tratores de Rodas, e as primeiras unidades começaram a ser produzidas em 1960. Anteriormente, a esse fato, várias tentativas governamentais foram realizadas no sentido de uma maior independência em relação à importação dessas máquinas, pois, até então, nosso mercado era suprido por uma diversidade enorme de máquinas de todo tipo e de todas as nacionalidades. Em decorrência disso, havia uma série de problemas que variavam desde a falta de um mínimo de assistência técnica às máquinas importadas, passando pela inexistência de qualquer plano de dimensionamento e de controle de estoques de peças de reposição e de componentes básicos, chegando até o (natural) desconhecimento, por parte dos operadores, do manejo e da manutenção dessas máquinas, devido até mesmo às péssimas traduções de catálogos e instruções da época.

Um dos fatores que mais contribuíram para viabilizar o surgimento da indústria de tratores agrícolas no Brasil foi a implantação da indústria automobilística, ocorrida nos anos

50, e também a conseqüente expansão do setor de autopeças que, em uma primeira fase, apresentou-se com uma considerável capacidade ociosa e, portanto, em condições de atender às novas demandas (AMATO NETO, 1985).

A complementação das providências por parte do estado, visando ao efetivo início da produção de tratores agrícolas no Brasil, veio com a Resolução nº 224, de 1959, do Grupo Executivo da Indústria Automobilística (Geia), que fixou as especificações técnicas para cada categoria de trator de rodas a ser produzido pelas empresas, segundo Amato Neto (1985), a saber: leves: de 25 a 35 cv na barra de tração; médios: de 36 a 45 cv na barra de tração; pesados: mais de 45 cv na barra de tração. Relata Amato Neto (1985) que foram apresentados, inicialmente, 20 projetos de proponentes diversos. Desses, 10 foram aprovados pelo Geia (Tabela 5), que ressaltava como requisitos importantes, dentre outros, a participação de capitais nacionais no empreendimento, o emprego do motor diesel e o cumprimento dos índices de nacionalização dentro dos prazos fixados. Dos 10 projetos aprovados, apenas seis foram aptos a se efetivarem:

Tabela 5 - Projetos aprovados pelo Grupo Executivo da Indústria Automobilística – Geia

Fabricante	Marca do Trator	Origem do capital
Tratores leves		
Massey Ferguson do Brasil	Massey Ferguson	Canadá
Fendt do Brasil	Fendt	Inglaterra
Tratores médios		
Valmet do Brasil	Valmet	Finlândia
Ford do Brasil	Ford	EUA
Tratores pesados		
Demisa	Deutz	Alemanha
Cia. Brasileira de Tratores	Oliver	Brasil/EUA

Fonte: Amato Neto (1985).

Desta forma, em 1960, se registrava um total de produção de 37 tratores de rodas de média potência, sendo 32 pela Ford e cinco pela Valmet. Nota-se, portanto, desde o seu nascedouro, a predominância de subsidiárias de empresas estrangeiras nesse setor industrial (AMATO NETO, 1985).

Já a partir de 1961 ocorreu a arrancada definitiva da indústria nacional de tratores, colocando no mercado brasileiro 1.679 unidades.

Entrementes, em maio de 1962, dado o grau de desenvolvimento alcançado pela indústria, foi criado, por meio do Decreto nº 50.519, o Grupo Executivo da Indústria de Máquinas Agrícolas e Rodoviárias (Geimar), que substituiu o Geia (AMATO NETO, 1985).

Em face do ainda incipiente processo de mecanização agrícola no Brasil, em boa parte responsável pelos nossos precários índices de produção e produtividade no campo (em 1959 havia um trator para cada 588 trabalhadores rurais no Brasil, contra uma relação de um trator para cada cinco trabalhadores nos EUA), seria de se esperar que toda a produção de tratores fosse absorvida pelo mercado interno, a partir dos anos 60. Entretanto, ressentindo-se esse mercado de uma melhor organização no que se refere a um plano de financiamento de vendas, a produção nacional apresentou-se nos primeiros anos em escala muito aquém da capacidade das fábricas (tabela 6) (AMATO NETO, 1985).

Tabela 6 - Produção, importação, vendas, exportações e estoque de tratores – Brasil, 1960-82

Ano	Produção de tratores de quatro rodas ^a	Importação ^b	Vendas domésticas de tratores agrícolas ^c	Exportação ^d
1960	37	12.702	19	-
1961	1.679	6.382	1.645	-
1962	7.586	1.714	7.336	-
1963	9.908	1.330	9.368	1
1964	11.537	1.341	12.032	2
1965	8.121	374	8.072	-
1966	9.069	639	9.214	6
1967	6.223	342	5.474	31
1968	9.671	990	9.168	7
1969	9.547	423	9.664	7
1970	14.048	60	14.176	41
1971	22.122	184	21.660	104
1972	29.357	228	28.569	188
1973	37.100	258	36.697	316
1974	43.841	347	43.080	668
1975	56.928	801	50.208	671
1976	63.116	191	59.359	390
1977	50.399	39	44.191	4.350
1978	48.668	-	44.726	5.700
1979	52.902	-	47.158	7.129
1980	56.407	-	48.718	7.637
1981	38.012	-	26.913	10.042
1982	29.379	-	23.571	6.231

Fonte: Amato Neto (1985).

^a Tratores para uso agrícola e não agrícola; dados obtidos da Sinfavea. ^b e ^d Dados obtidos da Cacex, que classifica os tratores importados no período 1960/61 em tratores de roda, esteira e microtratores, e depois de 1961 em tratores agrícolas, tratores par uso não especificado e microtratores. ^c Dados para o período 1960-66 retirados de Sanders, J.H. Machanization and employment in Brazilian agriculture, 1950-71. Dec 1973. Para o período restante elaborados pelo IEA, a partir dos dados do Sinfavea.

Os baixos índices de vendas domésticas nos primeiros anos dessa jovem indústria trouxeram, em consequência, a evidência da dificuldade enfrentada pelo agricultor brasileiro no sentido de poder adquirir o trator pelo seu preço à vista. Assim, todo o plano de expansão da tratorização no país se apresentava, de certa forma, ainda bastante truncado. Em 1965, para uma previsão de produção de 16 mil tratores/ano, chegou-se a produzir apenas cerca de 8 mil unidades (50% do previsto). Considerando-se, por outro lado, que somente para a reposição da frota já existente era necessário um volume de produção equivalente a pelo menos 10 mil tratores/ano, fica evidente o desequilíbrio verificado na época entre a oferta (potencial) e a demanda desse tipo de produto (tabela 7) (AMATO NETO, 1985).

Tabela 7 - Produção nacional de tratores de rodas (1961 e acumulada)

Empresa	Unidades
CBT	-
Demissa	80
Ford	1.247
Massey Ferguson	7
Fendt	18
Valmet	327
Total do ano	1.679
Total acumulado	1.716

Fonte: Revista Por Quê, n. 2, jul, 1982.

Para o ano de 1966, esperava-se uma melhora sensível do mercado interno, uma vez que as condições de financiamento foram propícias para tal. Ocorreu, porém, a partir deste ano, um agravamento da crise econômica do sistema como um todo, reforçada por um péssimo ano para a safra agrícola, com uma sensível queda de produção (AMATO NETO, 1985).

Esta situação adversa para a indústria de tratores reverteu-se de forma significativa, com elevadas taxas de crescimento da produção nacional durante a década de 70. A produção total durante o ano de 1970 foi cerca de 47% maior do que a de 1969 e, a partir de então, as taxas passaram a ser crescentes até o ano de 1977, quando houve uma pequena queda em relação ao ano anterior (cerca de 20%), com uma pequena recuperação nos anos de 1979 e 1980. Cabe salientar, ainda, que, durante essa década, ocorreu a recuperação da atividade econômica como um todo, configurando-se neste período o chamado "milagre econômico" (AMATO NETO, 1985).

O panorama otimista que perdurou praticamente durante toda década anterior passaria, entretanto, a ser corroído por uma série de problemas derivados, em última análise, da própria crise econômico-financeira que se instalou no país na entrada desta década. A maioria das empresas passou então a trabalhar com uma capacidade adicional que chegou, em muitos casos, a 60% de ociosidade (AMATO NETO, 1985).

A partir de 1979, ocorreram profundas alterações no sistema de crédito rural para investimentos, redundando em crescentes e contínuos cortes nos volumes de venda do setor, situação esta que persiste até os dias recentes. Isso tem provocado a ocorrência frequente de falências, concordatas, encerramento de atividades e até desnacionalizações de um grande número de empresas que compõem este segmento industrial. Segundo o presidente do Sindicato da Indústria de Máquinas e Implementos Agrícolas do Rio Grande do Sul, região onde se concentram 40% de toda a capacidade instalada no país desta indústria, "a ociosidade no setor forçou a diminuição progressiva do seu Quadro de funcionários, que inicialmente era de 20 mil no Rio Grande do Sul, caindo para 12 mil funcionários atualmente".(Revista Indústria e Produtividade, 1983 citado por AMATO NETO, 1985).

A partir deste contexto, tem-se verificado que muitas das empresas que conseguiram sobreviver à recessão imposta pela atual política econômica (principalmente aquelas que possuem uma base tecnológica mais sofisticada, como no caso dos fabricantes de tratores e de colheitadeiras automotrizes), passaram a mudar o seu comportamento e os seus objetivos, alterando sobremaneira a sua estrutura produtiva, no que diz respeito à sua linha de produtos, desativando a produção de alguns modelos antigos e implantando novas linhas de produção. Simultaneamente, estas empresas estão redirigindo a sua estratégia mercadológica, buscando novos escoadouros para "desovar" os seus produtos, incluindo aí a busca de novos compradores potenciais, através de uma política de diferenciação de modelos, inclusão de novos dispositivos e acessórios opcionais nos modelos já existentes, além da procura de compradores no mercado externo (América Latina, África, Europa, EUA), incentivadas por linhas de créditos especiais (Befiex, por exemplo) (AMATO NETO, 1985).

Para Sarti et al. (2009 citado por VIAN e ANDRADE JUNIOR, 2010) as tendências atuais de mercado incluem maior potência e a automação das máquinas, permitindo melhor eficiência, maiores ganhos e redução de custos. As empresas do setor agora se encontram muito mais concentradas que nas décadas anteriores, buscando cada vez mais a diferenciação pela qualidade e por potência dos tratores e colheitadeiras.

Sarti et al. (2009 citado por Vian e Andrade Junior, 2010) apontam em seu trabalho que a "localização e a estrutura atual das indústrias de máquinas e implementos agrícolas

foram condicionadas por um longo processo de evolução técnica e pela ocupação dos mercados domésticos dos respectivos países”, porém isso vem mudando e atualmente estas indústrias estão se instalando em outros países com grande potencial para o setor, como o Brasil, a Índia e a China, com perspectivas para abastecerem também os países vizinhos e a África.

Ainda segundo o autor Sarti et al. (2009 citado por Vian e Andrade Junior, 2010), a Alemanha vem mantendo o seu nível de mecanização desde 1995. A Itália apresentou uma melhora, saindo de 255 ha/unidade, para 189 em 2005. O Brasil manteve-se estável durante o período analisado (1990 a 2005). A Argentina também pode ser considerada integrante do rol de países com elevada taxa de mecanização da colheita, com 544 ha/máquina em 1997, mas com tendência à estabilização. O índice de 2005 para este país foi de 590 hectares por colheitadeira. O Brasil e a Índia apresentam taxas de mecanização da colheita menos intensivas. Em 1997 estes números eram: 1.230 ha/colhedora no Brasil, 1.187ha/ máquina, na China, com substancial diminuição da área colhida por equipamento ao longo do período analisado. A tendência brasileira não se altera significativamente ao longo do ano 2000, atingindo 1.233 hectares por máquina em 2005. Isso demonstra que a demanda por máquinas não cresce somente por conta da maior produção agrícola; outros fatores devem ser analisados, como a modernização da frota e a maior potência dos tratores vendidos atualmente.

Vegro (1997) (citado por Vian e Andrade Junior, 2010), analisa a mecanização do Brasil que, para ele, traduz-se como tendência para o resto do mundo, analisado através do número de tratores. Segundo Vegro (1997 citado por VIAN e ANDRADE JUNIOR, 2010), o índice de mecanização mundial, medido em tratores, em 1990, foi de 52,2 ha/trator, representando a metade do índice brasileiro em 1995.

Em síntese, podemos relatar o histórico de tratores agrícolas e sua evolução, como segue (YAMASHITA, 2010):

- 1858: trator a vapor para arar a terra;
- 1889: trator com combustão interna (Henry Ford - Fergusson);
- 1911: Primeira mostra de tratores de Nebraska - EUA;
- 1920: Surgimento de dois tratores agrícolas: Massey Harris - Henri Ford e Fergusson;
- 1940: Surgimento de tratores equipados com Tomada de Potência (TDP), Barra de Tração (BT) e Sistema de 3 Pontos (1º ponto: inferior esquerdo, 2º ponto: inferior direito e 3º ponto: superior).

- Atualmente: tratores com potência elevada e tecnologia avançada, como os das marcas Ford-New Holland, Agrale, Massey - Ferguson, Caterpillar, Valmet, Muller e SLC., (YAMASHITA, 2010).

2.8. Patinagem dos rodados do trator

Segundo Mialhe (1991) e Gamero e Lanças (1996), a patinagem pode ser entendida como o deslizamento entre a superfície da banda de rodagem e o solo. Os mesmos autores a consideram um fator determinante para que ocorra a tração. Herzog et al. (2002) afirmam que, em tratores agrícolas, a patinagem dos rodados está associada à ocorrência de vários fatores, como o esforço de tração necessário para deslocar determinado implemento e o tipo de superfície que está em contato com a banda de rodagem dos pneus motrizes. Lanças e Upadhyaya (1997) concluíram que, além de fatores como tipo de pneu, pressão de inflação, carga sobre o rodado, tipo da banda de rodagem e condições do solo, a declividade e teor de água do solo são fatores que também interferem na patinagem das rodas motrizes do trator.

Jenane et al. (1996) afirmam que, dependendo da superfície do solo, o menor consumo de combustível ocorre quando a patinagem está entre 10 e 30%. Porém, a American Society of Agricultural Engineers – ASAE (1999) relata que, para solos firmes, o melhor desempenho do trator acontece quando a patinagem está entre 8 e 10%.

Pode-se avaliar de forma muito simplificada, embora eficiente, se um trator está patinando de forma adequada. Basta observar o formato do rastro deixado pelas rodas traseiras no solo (Figura 6). Quando o trator está demasiadamente leve, ou quando o solo é pouco consistente, a patinagem é alta e as marcas dos pneus não aparecem nítidas no solo (A). Inversamente, quando o trator encontra-se muito pesado, as marcas dos pneus aparecem claramente definidas no solo (B). A patinagem está correta quando, no centro do lastro, houver sinais de deslizamento e as marcas nas extremidades laterais estiverem definidas (C).

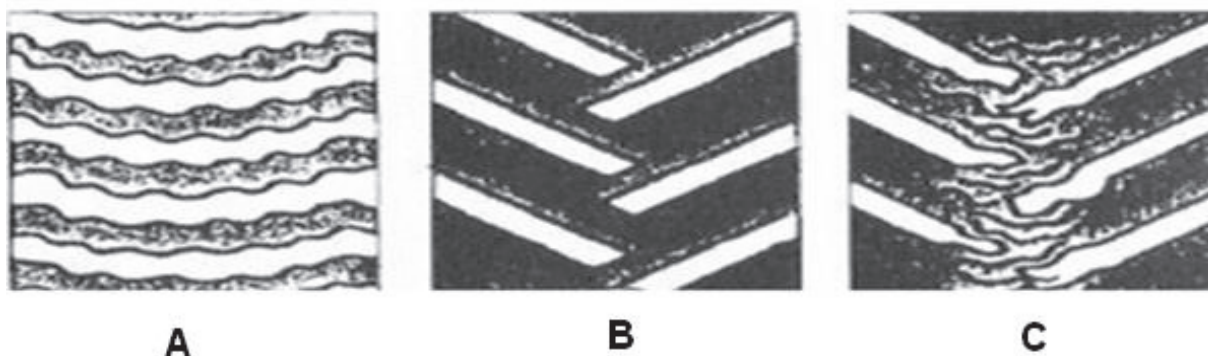


Figura 5 - Modo de verificação de patinagem do rodado de um trator, por análise visual. Fonte: Manual do Operador MF 283 (2006).

2.9. Custos operacionais

Dentro de uma propriedade agrícola, seja ela grande ou pequena, o trabalho é realizado em etapas cronologicamente distintas, uma vez que está sujeito à periodicidade das condições climáticas, bem como das fases de desenvolvimento e produção de plantas. Tais etapas recebem o nome de operações de campo e, quando realizadas com máquinas agrícolas, devem ser executadas de maneira racional, a fim de facilitar a utilização econômica e, ao mesmo tempo, eficiente das máquinas (EMBRAPA, 2000).

Saad (1978) descreve esta eficiência como a relação entre a quantidade e a qualidade dos trabalhos feitos e a quantidade de energia utilizada. O mesmo autor afirma que os conhecimentos da quantidade de trabalho que uma máquina realiza diariamente, o esforço necessário para movimentá-la e o seu custo-horário são essenciais na administração de uma propriedade.

Devemos definir os conceitos de custo em termos econômicos. O custo econômico considera os custos explícitos, que se referem ao desembolso efetivamente realizado, e os custos implícitos que dizem respeito àqueles para os quais não ocorrem desembolsos efetivos, como é o caso da depreciação (CASTRO et al., 2009).

Outro conceito importante é o de custo operacional, que pode ser definido como o custo de todos os recursos que exigem desembolso monetário por parte da atividade produtiva para sua recomposição, incluso a depreciação. Sua finalidade na análise é a opção de decisão em casos em que os retornos financeiros sejam inferiores aos de outras alternativas, representadas pelo custo de oportunidades (REIS, 2007).

Vasconcelos e Garcia (2004) dividem os custos de produção em dois tipos: custos variáveis (representam as despesas realizadas com os fatores variáveis de produção) e custos fixos (decorrem dos gastos com os fatores fixos de produção). O custo total é a soma dos custos fixos e variáveis.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. Área experimental

A área agrícola utilizada para a realização dos testes pertence à Universidade Estadual de Maringá e fica localizada na Fazenda Experimental de Iguatemi, sob as coordenadas S 23° 21' 14" e W 52° 04' 08", a 564 metros de altitude do nível do mar, com declividade de 5%.

O solo da área é classificado, segundo Embrapa (2006), como Argissolo Vermelho Distroférico de textura média. Esta área (figuras 6 e 7) estava em repouso e a vegetação predominante era, em sua maioria, de gramíneas.



Figura 6 - Visão aérea da área de experimento.
Fonte: Google Earth (2015).



Figura 7 - Visão parcial da área de experimento.
Fonte: A autora (2015).

3.1.2. Combustíveis

O óleo diesel utilizado para a realização dos experimentos foi o mesmo disponível nos tanques da Fazenda Experimental de Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá. É o denominado Óleo Diesel Comercial B S10, o qual é adquirido pela UEM na rede de distribuidoras Petroleum Combustíveis LTDA, do município de Cambé, região norte do Paraná. Este combustível está disponível no mercado nacional desde janeiro de 2013 e possui em sua composição: baixo teor de enxofre (máximo de 10 mg kg^{-1}); alto número de cetano (48 no mínimo); estreita faixa de variação da massa específica ($820 \text{ a } 850 \text{ kg m}^{-3}$); curva de destilação com a temperatura dos 95% evaporados de no máximo 370°C .

O óleo diesel comercial B S10 cumpre a legislação brasileira (Lei nº 13033/2014) e contém, em sua composição, 7% de biocombustível. Para fins de tratamento, neste estudo, intitulou-se este combustível com a nomenclatura OV0.

O biocombustível utilizado foi o óleo de soja produzido na Miniusina de Witmarsum, no município de Palmeira-PR. Este óleo foi extraído por prensa a frio, filtrado a 0,5 micron, pelo Instituto de Tecnologia do Paraná (Tecpar), e doado à Universidade Estadual de Maringá

no ano de 2007. Suas características estão descritas na Tabela 8 e têm como referência a norma alemã DIN 51605/2006, a qual foi desenvolvida basicamente para qualificar o óleo de canola (GUERRA e FUCHS, 2010). No Brasil ainda não há norma específica para caracterização dos óleos vegetais. Para fins de tratamento, neste estudo intitulou-se este óleo com a terminologia OV100.

Tabela 8 - Características específicas e variáveis do óleo de soja segundo os parâmetros da norma DIN 51605

Características específicas	Parâmetro DIN 51605			Soja
	Unidade	Mínimo	Máximo	
Densidade 20°C	kgm ⁻³	900	930,000	923,000
Ponto de Fulgor	°C	220		319,000
Poder calorífico superior (S)	kl kg ⁻¹	36000		39,756
Viscosidade cinemática a 40°C	mm ² s ⁻¹		36,000	30,590
Índice de iodo	gl2 100g ⁻¹	95	125,000	130,000
Número de cetano		39		
Micro-resíduo de carbono	% massa		0,400	0,640
Teor de enxofre	% massa		10,000	32,000
Corrosividade ao cobre	3h a 50°C			
Características variáveis				
Contaminação total	mg kg ⁻¹		25,000	
Índice de acidez	mgKOHg ⁻¹		2,000	0,200
Estabilidade à Oxidação a 110 °C	h	6		5,400
Teor de cinzas	% massa		0,010	0,004
Água por Karl-Fischer	mg kg ⁻¹		0,075	0,081
Teor de sódio + potássio	mg kg ⁻¹			n.d.<2 mg kg ⁻¹
Teor de cálcio + magnésio	mg kg ⁻¹		20,000	Ca 2+ Mg<2
Teor de fósforo	mg kg ⁻¹		12,000	5,000

Fonte: Tecpar (2007).

Para a realização do experimento, foi criada a mistura composta pelos dois combustíveis, nas proporções de 80% do óleo diesel comercial B S10 (OV0) e mais 20% do óleo vegetal de soja (OV100), compondo, assim, a mistura denominada OV20 (figura 8).



Figura 8 - Amostras dos combustíveis utilizados no experimento.
 Fonte: A autora (2015).

3.1.3. Trator

Para a realização do ensaio pretendido, foi utilizado o trator disponível nas dependências da Fazenda Experimental da UEM (Figura 9), o qual tem algumas de suas especificações listadas na tabela 9.

Tabela 9 - Especificações do trator utilizado no experimento

Marca	Massey Ferguson
Ano de fabricação	2002
Modelo	MF 275
Potência	56 kw/75 cv
Sistema de tração	4 x 2
Horas de uso	7.895

Fonte: Manual do Trator MF 275 (2015).



Figura 9 - Trator utilizado nos testes de avaliação de consumo, patinação e custos.
Fonte: A autora (2015).

3.1.4. Instrumentação

3.1.4.1. Equipamentos para determinação do tempo de percurso na parcela

Conforme a passagem do trator pelas parcelas experimentais, as mesmas tiveram seu tempo alcançado através de um sistema de aquisição de dados. Este sistema possui um cronômetro interno. Uma vez acionado, obtinha-se facilmente a leitura do tempo de cada parcela, bastando acionar um botão para iniciar e desligar o sistema ao término de cada parcela.

3.1.4.2. Equipamentos para determinação do consumo de combustível

A determinação do consumo horário de combustível foi feita por meio de um medidor volumétrico de consumo, chamado Fluxômetro (Figura 10), marca Oval M-III, modelo LSN 40.

A unidade de leitura desse aparelho é dada em litros por hora, com precisão de 1 mL pulso⁻¹. Estes pulsos foram convertidos em volume consumido por hora (L h⁻¹) e calculados utilizando a seguinte equação (GABRIEL FILHO et al., 2010):

$$C_c = \frac{\sum_p * 3,60}{\Delta_t} \quad (1)$$

Em que:

C_c é o consumo horário de combustível (L h⁻¹);

\sum_p é o somatório de pulsos, equivalente ao somatório de mL de combustível;

Δ_t é o tempo gasto para percorrer a parcela experimental (s);

3,60 é o fator de conversão.

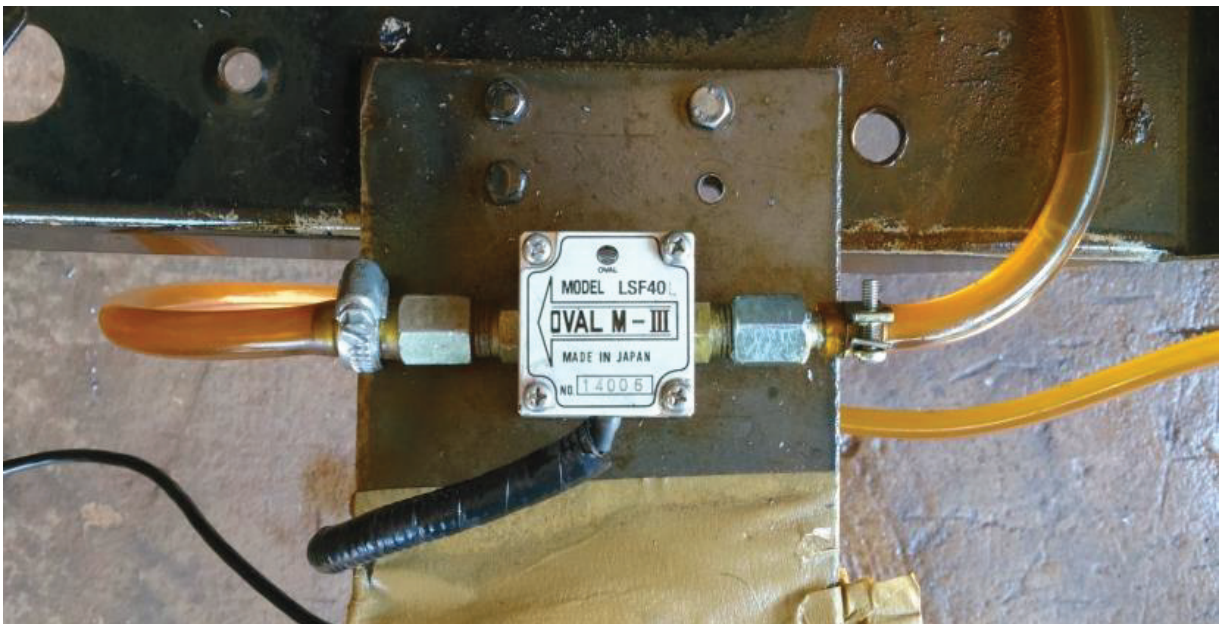


Figura 10: Fluxômetro Oval M-III, modelo LSN 40 utilizado no experimento.
Fonte: A autora (2015).

3.1.4.3. Equipamentos para determinação da velocidade real de deslocamento

Para mensurar a velocidade real de deslocamento, foi afixado em uma das laterais do trator o radar DJRVS-II (Figura 11) com circuitos eletrônicos que emitem um sinal Doppler, de determinada frequência em relação ao terreno. Após atingir o solo, esse sinal emite uma nova frequência, que é reportada a um circuito detector.

Um microprocessador mede o período de cada ciclo detectado, processando-o e originando uma frequência de saída que corresponde a um número de pulsos por trajeto percorrido.

O Micrologger CR23X registra e transforma estes dados em metros por segundo e em quilômetros por hora (km h^{-1}).



Figura 11 - Radar DJRVS-II acoplado ao trator para a realização dos testes.
Fonte: A autora (2015).

3.1.4.4. Sistema de aquisição e armazenamento de dados

Os dados levantados no experimento, como consumo horário de combustível e patinagem, foram registrados em um Micrologger CR23X da marca Campbell Scientific (Figura 12), o qual foi afixado ao trator e aos sensores do radar e do fluxômetro. Estes dados foram transferidos para um computador móvel, marca Acer, modelo Aspire 5050, equipado com um programa denominado Sistema de Análise de Desempenho de Máquinas Agrícolas – Sadma, desenvolvido por Lopes et al. (2010).



Figura 12 - Central de armazenamento de dados – Micrologger CR23X.
Fonte: A autora (2015).

3.1.5. Roçadora

A roçadora (Figura 13) utilizada nos experimentos foi uma de modelo RO2 1500, da marca Tatu Marchesan, ano 2013, com largura de corte de 1,5 metros e regulada a uma altura de 0,07 metros. Este equipamento é amplamente utilizado nos serviços de roçadas em geral da Fazenda Experimental de Iguatemi.



Figura 13 - Roçadora Tatu Marchesan, modelo RO² 1500 utilizada no experimento.
Fonte: A autora (2015).

3.2. Métodos

3.2.1. Sequência de operações

Primeiramente, foram demarcadas e estaqueadas as parcelas na área escolhida para a instalação do experimento. Tais demarcações foram realizadas cumprindo-se as dimensões previamente estabelecidas e, em seguida, fez-se casualização dos tratamentos nos blocos. Na sequência, ajustou-se o sistema de abastecimento do trator conforme o combustível utilizado (Figura 14) e então deu-se início à bateria de testes, com o trator e a roçadora acoplada (figura 15), nas três velocidades já descritas.



Figura 14 - Ajuste de abastecimento do trator.
Fonte: A autora (2015).



Figura 15 - Operação do trator com a roçadora nas parcelas experimentais.
Fonte: A autora (2015).

3.2.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados, com esquema fatorial 2 x 3 x 2, com 12 tratamentos e 4 repetições, totalizando 48 análises, conforme o a Tabela 10.

Tabela 10 - Representação do esquema fatorial 2 x 3 x 2

OV0			OV20		
4 km h ⁻¹	5 km h ⁻¹	6 km h ⁻¹	4 km h ⁻¹	5 km h ⁻¹	6 km h ⁻¹
SC – CC	SC – CC	SC – CC	SC – CC	SC – CC	SC – CC

Como descrito anteriormente, utilizou-se o programa Sadma para realizar a leitura dos dados gerados pelo micrologger CR23X. Em seguida, tais dados, com o auxílio do programa desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras, Sistema para Análise Estatística – Sisvar (versão 5.3), foram tabulados e submetidos a uma análise de variância fatorial. O valor do teste F foi significativo a 0,05% de probabilidade, por isso foi realizado o teste de Tukey para a comparação das médias.

3.2.2.1. Tratamentos

Os tratamentos foram combinados da maneira expressa na Tabela 11.

Tabela 11 - Definição dos tratamentos utilizados no experimento

Tratamentos	Descrição
T1= OV0-V1-SC	Trator alimentado apenas com óleo diesel comercial B S10, trabalhando com velocidade de 4 km h ⁻¹ e sem acionar a roçadora à tomada de força.
T2= OV0-V2-SC	Trator alimentado apenas com óleo diesel comercial B S10, trabalhando com velocidade de 5 km h ⁻¹ e sem acionar a roçadora à tomada de força.
T3= OV0-V3-SC	Trator alimentado apenas com óleo diesel comercial B S10, trabalhando com velocidade de 6 km h ⁻¹ e sem acionar a roçadora à tomada de força.
T4= OV0-V1-CC	Trator alimentado apenas com óleo diesel comercial B S10, com velocidade de 4 km h ⁻¹ e acionando à roçadora à tomada de força.
T5= OV0-V2-CC	Trator alimentado apenas com óleo diesel comercial B S10, com velocidade de 5 km h ⁻¹ e acionando à roçadora à tomada de força.
T6= OV0-V3-CC	Trator alimentado apenas com óleo diesel comercial B S10, com velocidade de 6 km h ⁻¹ e acionando à roçadora à tomada de força.
T7= OV20-V1-SC	Trator alimentado com 80% de óleo diesel comercial B S10 + 20% de óleo vegetal de soja, com velocidade de 4 km h ⁻¹ e sem acionar a roçadora à tomada de força.
T8= OV20-V2-SC	Trator alimentado com 80% de óleo diesel comercial B S10 + 20% de óleo vegetal de soja, com velocidade de 5 km h ⁻¹ e sem acionar a roçadora à tomada de força.
T9= OV20-V3-SC	Trator alimentado com 80% de óleo diesel comercial B S10 + 20% de óleo vegetal de soja, com velocidade de 6 km h ⁻¹ e sem acionar a roçadora à tomada de força.
T10=OV20-V1-CC	Trator alimentado com 80% de óleo diesel comercial B S10 + 20% de óleo vegetal de soja, com velocidade de 4 km h ⁻¹ e acionando à roçadora à tomada de força.
T11=OV20-V2-CC	Trator alimentado com 80% de óleo diesel comercial B S10 + 20% de óleo vegetal de soja, com velocidade de 5 km h ⁻¹ e acionando à roçadora à tomada de força.
T12=OV20-V3-CC	Trator alimentado com 80% de óleo diesel comercial B S10 + 20% de óleo vegetal de soja, com velocidade de 6 km h ⁻¹ e acionando à roçadora à tomada de força.

As parcelas experimentais abrangem uma extensão de 36 metros quadrados cada, sendo 20 metros de comprimento por 1,80 metros de largura. Designou-se um intervalo de 15 metros entre cada parcela, para que o trator pudesse manobrar.

A Figura 16 representa o croqui da área experimental, bem como a instalação das unidades experimentais e dos tratamentos.

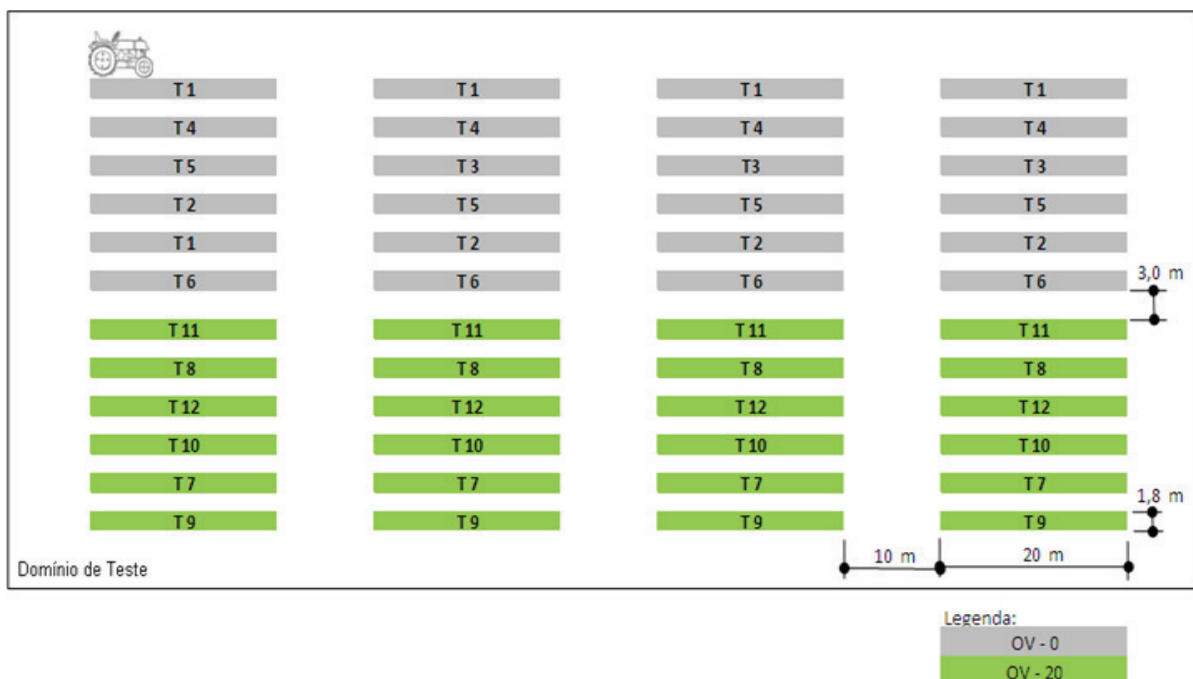


Figura 16 - Representação do croqui e disposição dos tratamentos na área de testes.
 Fonte: A autora (2015).

3.2.3. Determinação do tempo de percurso e procedimento experimental

O tempo de percurso em cada um dos lotes foi mensurado e, para isso, o trator iniciou o movimento em um intervalo de 10 metros antes da raia de início de cada parcela, com o intuito de firmar as determinações. Quando as balizas e os pontos de referência do trator coincidiam, acionava-se o cronômetro do sistema de aquisição de dados. Da mesma forma, após o trator percorrer os 20 metros, o procedimento era interrompido e se obtinha o tempo de percurso de todas as parcelas.

Concomitantemente, em cada talhão, o sistema de instrumentação forneceu, além do tempo de percurso, dados como: velocidade real de deslocamento, volume de combustível na entrada da bomba injetora, volume de combustível de retorno e número de pulsos das rodas traseiras direita e esquerda.

3.2.3.1. Velocidade real de deslocamento

Foi considerada como velocidade real de deslocamento aquela expressa pelo radar conectado ao trator, quando este operava com a roçadora acoplada à barra de tração.

3.2.4. Consumo de combustível

Em todas as parcelas experimentais o consumo de combustível foi determinado pela diferença entre a quantidade de combustível medida antes e depois da bomba injetora ou retorno, obtendo-se, assim, o volume verdadeiramente utilizado pelo trator durante o trajeto.

3.2.5. Custo horário do trator

A metodologia utilizada neste estudo para se obter o custo horário do trator foi a mesma desenvolvida por Saad (1978). Nesse método, o valor final é o resultado da soma dos custos fixos e dos custos variáveis. Os custos fixos são aqueles que envolvem juros, abrigo, seguros e depreciação. Já os custos variáveis são o combustível, os materiais de substituição periódica, lubrificantes, reparos e o operador.

3.2.5.1. Cálculo dos custos fixos

Custos fixos foram obtidos a partir das equações 1 a 8.

a) Juros (j)

$$j = \frac{C_m \times T_j\%}{t} \quad (2)$$

Em que: j são os juros (%)

C_m é o capital médio (R\$)

$T_j\%$ é a taxa de juros por ano (%)

t é o tempo (número de horas de uso por ano) (h)

O capital médio é determinado pela fórmula:

$$C_m = \frac{C_i + S}{2} \quad (3)$$

Em que: C_m é o capital médio (R\$)

C_i é o capital inicial (R\$)

S é a sucata ou valor de revenda – 10% de C_i (R\$)

b) Depreciação (Dp)

$$D_p = \frac{C_i - S}{T_u} \quad (4)$$

Em que: Dp é a depreciação (R\$)

Ci é o capital inicial (R\$)

S é a sucata ou valor de revenda (R\$)

Tu é o tempo de vida útil considerada da máquina (10.000 horas) (h)

c) Alojamento ou abrigo (Al)

$$Al = \frac{Ci \times Ta\%}{t} \quad (5)$$

Em que: Al é a cota de alojamento (R\$)

Ci é o capital inicial (R\$)

Ta% é a taxa de alojamento (2%) (%)

t é o tempo (horas de uso do trator por ano) (h)

d) Seguro (Seg)

$$S_{eg} = \frac{Ci \times i\%}{t} \quad (6)$$

Em que: Seg são os seguros (R\$)

Ci é o capital inicial (R\$)

i% é a taxa (1 a 2% do capital inicial) (%)

t é o tempo (horas de uso do trator por ano) (h)

Por meio dessas equações, o valor dos custos fixos foi obtido fazendo-se a soma do produto encontrado em todos os itens acima descritos (a, b, c d).

3.2.5.2. Cálculo dos custos variáveis

Assim como para os cálculos dos custos fixos, os custos variáveis também foram definidos pelas equações, os quais são apresentadas a seguir.

a) Consumo horário de combustível

Como já descrito anteriormente, o consumo horário de combustível foi determinado pelo fluxômetro, o qual forneceu o dispêndio em litros por hora. Assim sendo, essa unidade foi multiplicada pelo preço do litro de cada combustível testado.

b) Lubrificante

Os cálculos de consumo de lubrificante foram divididos em quatro componentes:

- b.1) óleo do motor
- b.2) óleo do câmbio
- b.3) óleo do sistema hidráulico
- b.4) graxa

Os itens b.1, b.2 e b.3 foram calculados multiplicando-se a capacidade do reservatório de cada um destes elementos pelo preço do litro de óleo e dividindo-se pelo período de troca, o qual é especificado pelo fabricante, utilizando-se da seguinte equação:

$$CL = \frac{CR \times CR\$}{t_{troca}} \quad (7)$$

Em que: CL é o consumo de lubrificante (L)

CR é a capacidade do reservatório (L)

CR\$ é o preço do litro do lubrificante (R\$)

t_{troca} é o período de troca especificado pelo fabricante (h)

Para a determinação do item b.4, o cálculo foi feito de maneira simples. Bastou pesar a engraxadeira vazia, abastecê-la de graxa e pesá-la novamente. Em seguida, aplicou-se a graxa em todos os locais devidos e, mais uma vez, pesou-se a engraxadeira. A diferença obtida nos pesos foi dividida pelo número de horas especificado para lubrificação, que, neste caso, é de 20 horas. O resultado foi multiplicado pelo preço do quilo da graxa.

c) Material de substituição periódica

Calculou-se o custo dos materiais de substituição periódica dividindo-se o preço de cada item pelo número de horas indicado para substituição, conforme especificação do fabricante. Neste estudo considerou-se como materiais de substituição periódica o filtro de ar, o filtro de óleo, o filtro do sistema hidráulico e o filtro de combustível.

d) Pneus

O cálculo dos custos com pneus é dado pela vida útil destes, aqui considerada 3.000 horas. Assim sendo, bastou-se dividir o preço de cada pneu e dividir por 3.000.

e) Reparos

O cálculo dos reparos foi feito através da equação a seguir:

$$R = \frac{Tr \times Ci}{Tu} \quad (8)$$

Em que: R são os reparos (R\$)

Ci é o Capital inicial (R\$)

Tr é a taxa de reparo (usualmente 20%) (%)

Tu é o tempo de vida útil (12.000 horas) (h)

f) Operador

A remuneração de um operador pode variar conforme a região. Neste estudo, considerou-se o ordenado como sendo 2 vezes o salário mínimo nacional (R\$ 788,00), mais o 13º salário e mais 25% de encargos sociais. Deste modo, para se obter o custo com o operador, dividiu-se o resultado pelo número de horas trabalhadas por ano, que aqui se considerou 1000 horas.

3.2.6. Avaliação estatística

De acordo com Banzatto e Kronka (2006), os dados encontrados foram compilados e seguiram para tabulação, sendo submetidos à análise de variância fatorial. Para isso, utilizou-se o programa Sisvar (v. 5.3). Quando o valor do teste F foi significativo a 0,05 de probabilidade, realizou-se o teste de Tukey para a comparação das médias.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Consumo de combustível do trator

O desempenho do consumo de combustível, bem como o desdobramento da interação tripla do parâmetro do consumo de combustível para os fatores combustível, carga e velocidade estão expressos na Tabela 12 e nas Figuras 17, 18 e 19.

Tabela 12 - Síntese da análise de variância, do teste de médias para consumo e dos valores médios de consumo ($L h^{-1}$) de OV0 e OV20 nas condições do experimento

TESTE F		QM		
Combustível		44,064169**		
Carga		34,731019**		
Velocidade		0,296415 ^{ns}		
Combustível x Carga		1,181269 ^{ns}		
Combustível x Velocidade		0,002419 ^{ns}		
Carga x Velocidade		0,012606 ^{ns}		
Combustível x Carga x Velocidade		1,051619**		
Combustível				
Fatores		OV0	OV20	
CC-V1		4,36 b	5,75 a	
CC-V2		4,49 b	5,69 a	
CC-V3		4,23 b	6,45 a	
SC-V1		2,13 b	4,56 a	
SC-V2		2,15 b	4,74 a	
SC-V3		2,75 b	4,42 a	
Carga				
Fatores		SC	CC	
OV0-V1		2,13 b	4,36 a	
OV0-V2		2,15 b	4,49 a	
OV0-V3		2,75 b	4,23 a	
OV20-V1		4,56 b	5,75 a	
OV20-V2		4,74 b	5,69 a	
OV20-V3		4,42 b	6,45 a	
Velocidade				
Fatores		V1	V2	V3
OV0-CC		4,36 a	4,49 a	4,23 a
OV0-SC		2,13 a	2,15 a	2,75 a
OV20-CC		5,75 b	5,69 b	6,45 a
OV20-SC		4,56 a	4,74 a	4,42 a

Média Geral: 4,31

Coefficiente de Variação: 8,98%

**Significativo, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F; *Significativo, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F; ns= não significativo. Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna, minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, a nível de 5% pelo teste de Tukey.

OV0= óleo diesel comercial B S10 e OV20= 80% de óleo diesel comercial B S10 + 20% de óleo vegetal de soja; SC= com carga; CC= com carga; V1= Velocidade teórica de deslocamento de 4,00 $km h^{-1}$; V2= Velocidade teórica de deslocamento de 5,00 $km h^{-1}$; V3= Velocidade teórica de deslocamento de 6,00 $km h^{-1}$.

Nota-se que, em todas as velocidades testadas, houve maior consumo de biocombustível e menos do diesel comercial.

O combustível OV0 apresentou valores médios de consumo inferiores ao combustível OV20, representado graficamente na Figura 17. Resultado semelhante foi encontrado por Neves (2012), quando avaliou o desempenho operacional e opacidade da fumaça do trator agrícola Valtra BM 125i 4x2 TODA, em função do tipo de biodiesel (soja x murumuru) em operações de preparo de solo. No referido estudo, o biodiesel de soja obteve maior consumo em relação ao biodiesel de murumuru, cuja diferença atingiu um acréscimo de 9,22%. Quando Camara (2009) trabalhou com trator Valtra BM100 turbo, comparando B0 e B100 (biodiesel de dendê), notou que houve aumento de aproximadamente 10% no consumo de biocombustível. A esse aumento o autor atribui o menor poder calorífico do biodiesel em relação ao diesel, ou seja, é necessário maior quantidade de combustível para realizar a mesma quantidade de trabalho. Entretanto, Lopes et al. (2004), estudando biodiesel etílico de óleo residual de soja em trator agrícola em operação de gradagem, observou que o uso de biodiesel até a proporção de 50% de mistura não alterou o consumo.

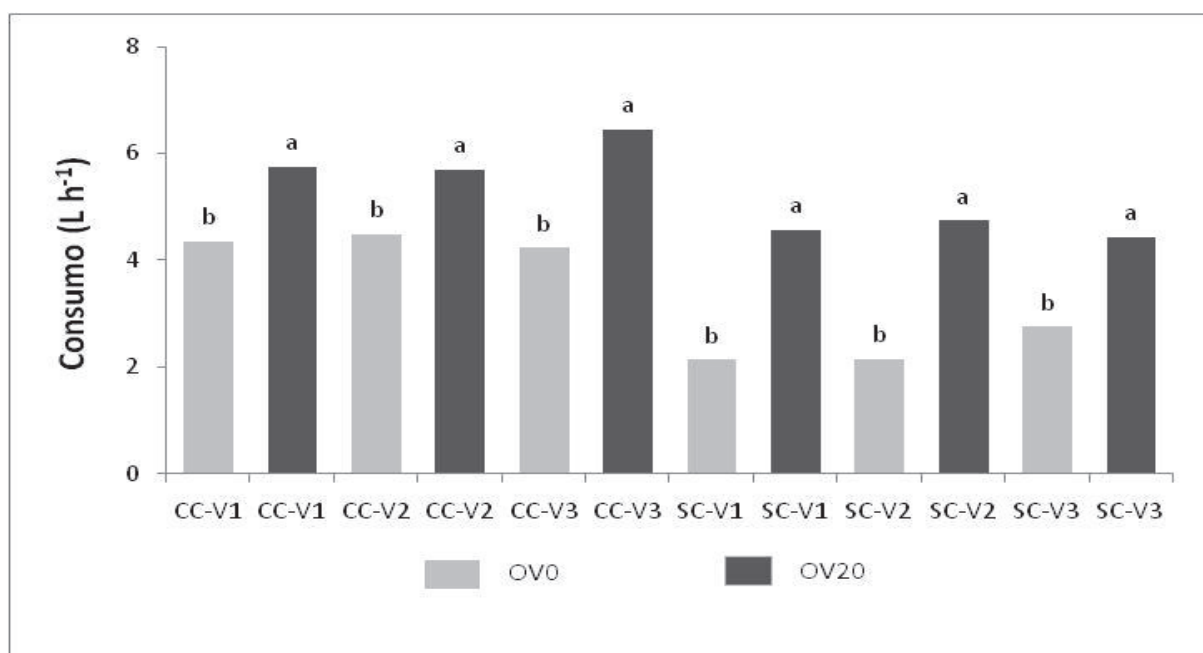


Figura 17 - Valores médios comparativos do consumo de combustível em função da carga e da velocidade.

OV0= óleo diesel comercial B S10 e OV20= 80% de óleo diesel comercial B S10 + 20% de óleo vegetal de soja; SC= com carga; CC= com carga; V1= Velocidade teórica de deslocamento de 4,00 km h⁻¹; V2= Velocidade teórica de deslocamento de 5,00 km h⁻¹; V3= Velocidade teórica de deslocamento de 6,00 km h⁻¹.

Analisando-se individualmente cada combustível (Figura 18), concluiu-se que não houve diferença significativa para as velocidades, o que afirma os resultados encontrados por

Grotta et al. (2008), quando estudaram o desempenho de um trator agrícola Valtra, BM 100, 4x2 TDA na operação de gradagem, com biodiesel etílico filtrado de óleo residual de soja, concluindo que a proporção das misturas estudadas (B0, B25, B50, B75 e B100), dentro de cada velocidade de deslocamento, não apresentou diferença significativa desse fator para as velocidades.

O trator operando com carga obteve maiores valores de consumo em relação ao trator sem carga, conforme demonstra a figura 18.

Avaliando-se o consumo de ambos os combustíveis em relação à carga, notou-se que houve maior consumo quando o trator estava operando com a roçadora e com o óleo vegetal (OV20), cujo consumo médio foi de 5,96 L h⁻¹ contra 4,36 L h⁻¹ do óleo diesel comercial B S10 (OV0). Analisando-se a carga individualmente para os combustíveis, notou-se que houve diferença significativa no consumo destes: o óleo diesel comercial apresentou consumo de 4,36.

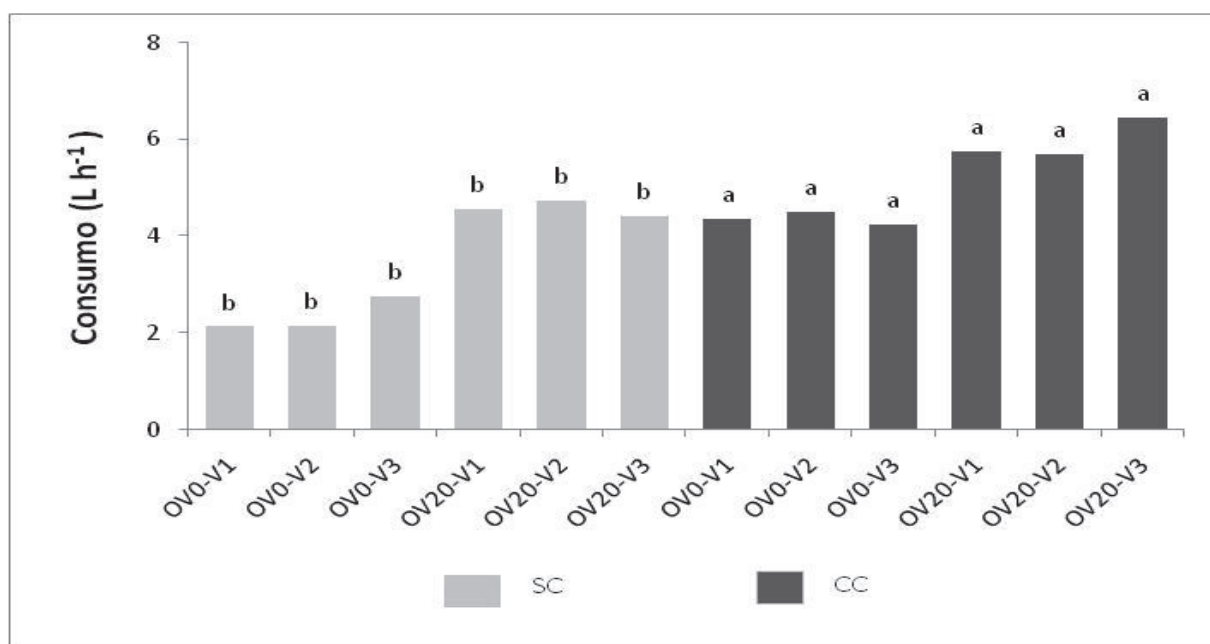


Figura 18 - Valores médios comparativos do consumo de combustível em função do combustível e da velocidade.

OV0= óleo diesel comercial B S10 e OV20= 80% de óleo diesel comercial B S10 + 20% de óleo vegetal de soja; SC= com carga; CC= com carga; V1= Velocidade teórica de deslocamento de 4,00 km h⁻¹; V2= Velocidade teórica de deslocamento de 5,00 km h⁻¹; V3= Velocidade teórica de deslocamento de 6,00 km h⁻¹.

O trator com carga obteve aumento de consumo conforme descrição: para OV0 na velocidade 1, aumento de 105%; para OV0 na velocidade 2, aumento de 108%; para OV0 na

velocidade 3, aumento de 53%. Na condição do trator alimentado com OV20, nas velocidades 1,2 e 3, os acréscimos foram de 26%, 20% e 46%, respectivamente.

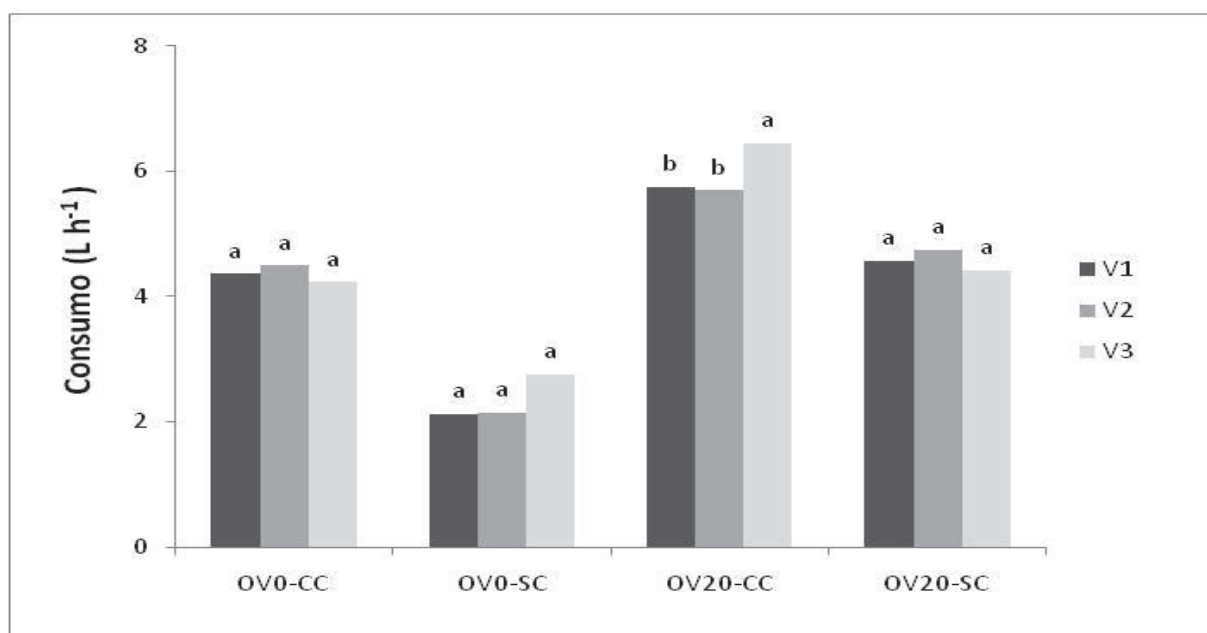


Figura 19 - Valores médios comparativos do consumo de combustível em função do combustível e da carga.

OV0= óleo diesel comercial B S10 e OV20= 80% de óleo diesel comercial B S10 + 20% de óleo vegetal de soja; SC= com carga; CC= com carga; V1= Velocidade teórica de deslocamento de 4,00 km h⁻¹; V2= Velocidade teórica de deslocamento de 5,00 km h⁻¹; V3= Velocidade teórica de deslocamento de 6,00 km h⁻¹.

A figura 19 demonstra que, utilizando o combustível OV0 e operando com carga, o trator não apresentou diferenças significativas de consumo entre as velocidades. O mesmo desempenho foi obtido quando a máquina operou sem carga. Abastecido com o combustível OV20, o trator também não apresentou diferença significativa de consumo quando operou sem carga, porém, houve influência da velocidade quando o trator trabalhou com carga, em que na velocidade 3 o consumo horário de combustível foi 12% maior em relação às velocidades 1 e 2. Esses resultados são semelhantes aos demonstrados por Do Vale (2011) que também encontrou acréscimo no consumo horário de 25,87% com o aumento da velocidade de 3 para 5 km h⁻¹, na operação de semeadura utilizando trator John Deere, 4x2 (TDA). Pavan Junior (2006) também notou aumento de consumo conforme o aumento da velocidade em operação de semeadura em plantio direto.

4.2. Patinagem do trator

A tabela 13 e as figuras 20, 21 e 22 expressam os valores de patinagem do trator em função das variáveis combustível, carga e velocidade.

Tabela 13 - Valores médios de patinagem do rodado do trator, sob efeito da máquina operando com e sem carga em 3 velocidades pré-estabelecidas

		Velocidade		
Combustível/Velocidade	V1	V2	V3	
OV0	5,45 Aa	5,88 Ba	5,69 Ba	
OV20	6,40 Ab	7,39 Aab	8,18 Aa	
		Carga		
Combustível/Carga	CC	SC		
OV0	5,24 Ba	6,11 Aa		
OV20	9,52 Aa	5,12 Ab		
		Velocidade		
Carga/Velocidade	V1	V2	V3	
Com Carga	7,23 Aa	7,10 Aa	7,81 Aa	
Sem Carga	4,62 Ba	6,18 Aa	6,05 Ba	

Media Geral: 6,49
Coeficiente de Variação: 19,83

As médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna, minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si. V1= Velocidade teórica de deslocamento de 4,00 km h⁻¹; V2= Velocidade teórica de deslocamento de 5,00 km h⁻¹; V3= Velocidade teórica de deslocamento de 6,00 km h⁻¹); OV0= óleo diesel comercial B S10; OV20 = 80% de óleo diesel comercial B S10 + 20% de óleo vegetal de soja; SC= com carga; CC= com carga.

O trator alimentado com o combustível OV20 patinou mais em relação ao combustível OV0 quando operou nas velocidades 2 e 3, apresentando índices de 26% e 44%, respectivamente. Analisando-se individualmente cada combustível, percebeu-se que não houve diferença significativa para as velocidades.

Em relação à influência do combustível para a carga (Figura 20), notou-se que o trator operando com carga e alimentado com OV20 apresentou maior patinagem em comparação aos demais tratamentos, com índice de 9,52% para OV20 contra apenas 5,24% para OV0. Para o trator trabalhando sem carga, não houve diferença significativa na patinagem para os combustíveis.

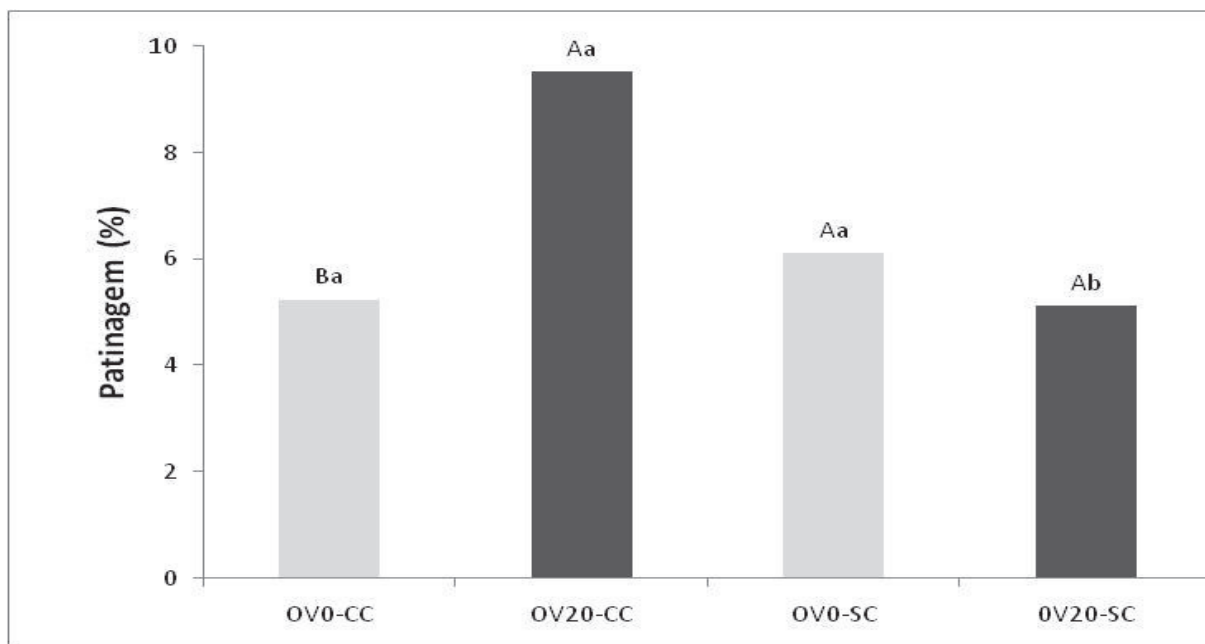


Figura 20 - Valores médios comparativos da patinagem do trator em função da carga e do tipo de combustível.

OV0= óleo diesel comercial B S10 e OV20= 80% de óleo diesel comercial B S10 + 20% de óleo vegetal de soja; SC= com carga; CC= com carga.

Avaliando-se individualmente os combustíveis (figura 21), observou-se que, para OV0, não houve interferência da carga na patinagem, enquanto, para OV20, a patinagem foi maior quando a máquina operou com carga, apresentando índice de 9,52% contra 5,12% com o trator operando sem carga. Para MAHL (2006), a palhada na superfície do solo dificulta a aderência dos rodados do trator ao solo, podendo aumentar a patinagem dos mesmos, causando por consequência aumento significativo da demanda de força de tração e potência na barra.

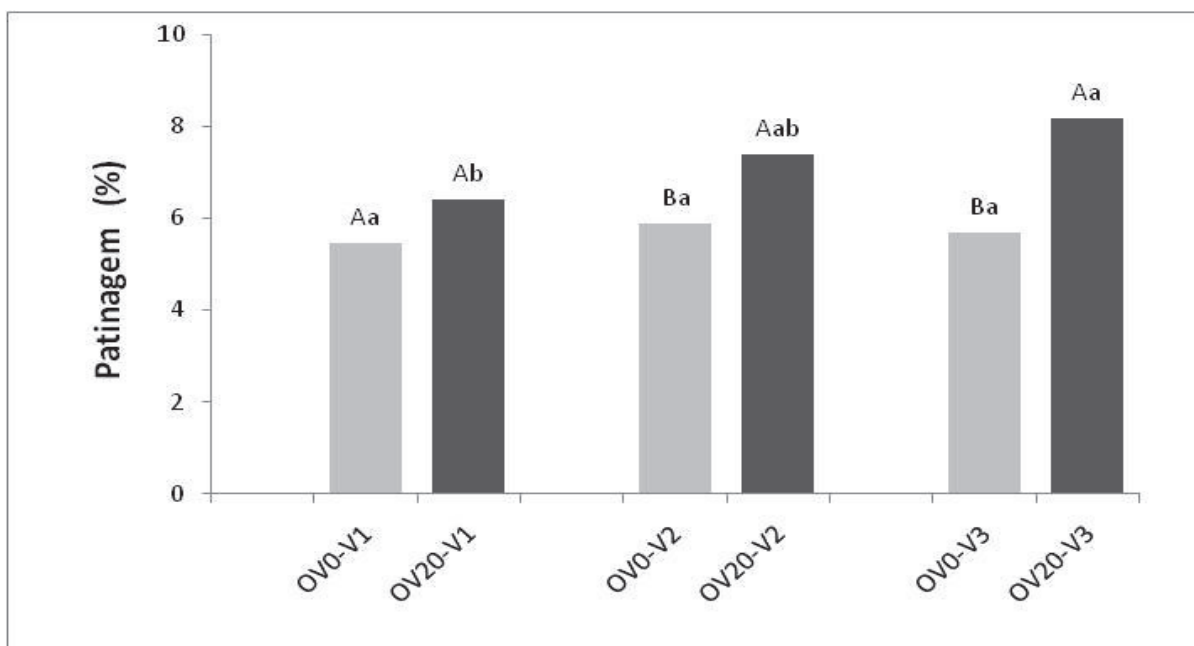


Figura 21 - Valores médios comparativos da patinagem do trator em função da velocidade e do tipo de combustível.

OV0= óleo diesel comercial B S10 e OV20= 80% de óleo diesel comercial B S10 + 20% de óleo vegetal de soja; V1= Velocidade teórica de deslocamento de 4,00 km h⁻¹; V2= Velocidade teórica de deslocamento de 5,00 km h⁻¹; V3= Velocidade teórica de deslocamento de 6,00 km h⁻¹.

Analisando a interferência da carga para as velocidades (figura 22), notou-se que os percentuais de patinagem não diferiram estatisticamente apenas na velocidade 2. Nas demais velocidades, os valores de patinagem para o trator operando com carga foram mais elevados, com taxas atingindo 7,23% e 7,81% para as velocidades 1 e 3, respectivamente. Mesmo demonstrando tais índices, o trator operando com carga apresentou médias dentro do recomendado pela ASAE (1989), citado por Bortolotto, (2006), que estabelece o intervalo de patinagem ideal entre 7 a 10% para obtenção da máxima eficiência de operações em solos não mobilizados.

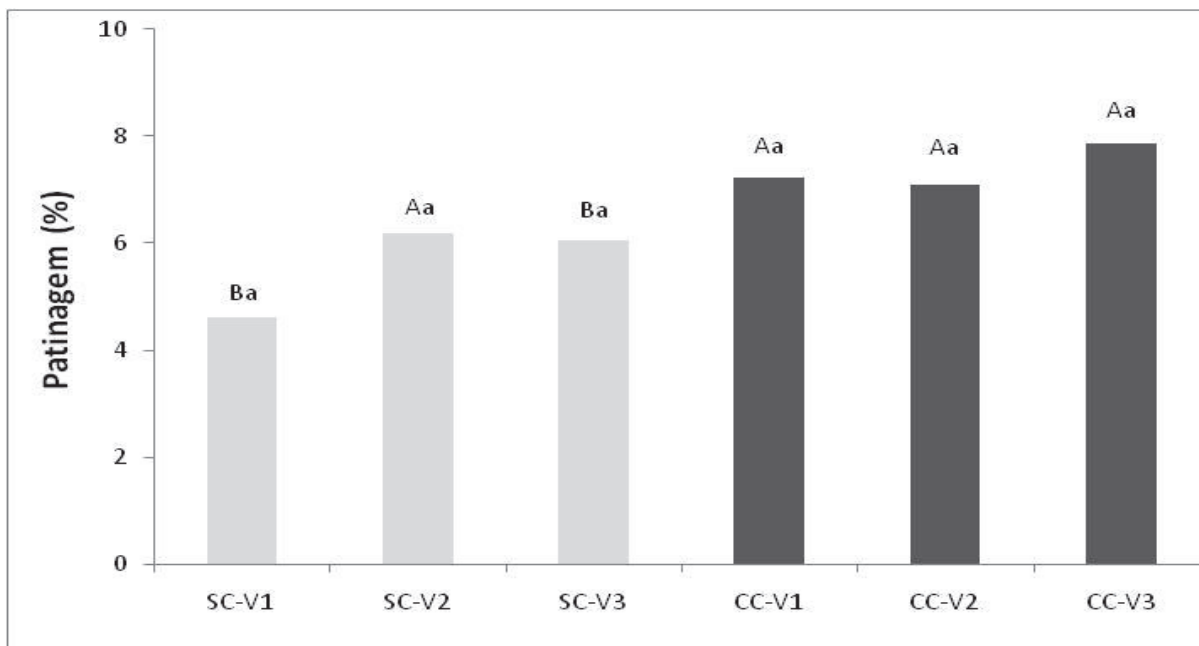


Figura 22 - Valores médios comparativos da patinação do trator em função da carga e da velocidade.

SC= com carga; CC= com carga; V1= Velocidade teórica de deslocamento de 4,00 km h⁻¹; V2= Velocidade teórica de deslocamento de 5,00 km h⁻¹; V3= Velocidade teórica de deslocamento de 6,00 km h⁻¹.

4.3. Custo horário do trator

Para a obtenção do custo horário do trator, foram utilizados números resultantes de equações alimentadas por valores obtidos por meio de pesquisas e consultas *in loco*, no segundo semestre de 2015. Tais resultados são apresentados na tabela 14.

Tabela 14 - Levantamento de itens utilizados para o cálculo do custo horário do trator

Item	Unid.	Quant.	Valor Unitário (R\$)	Valor Referência (R\$)
Capital inicial (Ci)	R\$	1,00	35.000,00	35.000,00
Capital médio (Cm)	R\$	1,00	19.250,00	19.250,00
Taxa de juros por ano (Tj%) ²	%	5,50*	-	-
Tempo de trabalho (t)	Horas	-	-	1.000
Sucata ou valor de revenda (S)	R\$	-	-	3.500,00
Tempo de vida útil do trator (Tu)	Horas	-	-	12.000
Taxa de alojamento (Ta%)	R\$	-	-	700,00
Taxa i%	R\$	-	-	700,00
Combustível OV0	Litro	4,36	2,87	2,87
Combustível OV100	Litro	-	2,75	2,75
Combustível OV20	Litro	5,96	2,85	2,85
Capacidade reservatório óleo de motor	Litro	7,40	14,52	107,43
Óleo de caixa de câmbio, hidráulico, diferencial traseiro e freios	Litro	37,50	14,62	548,34
Graxa	Quilo	1,00	19,43	19,43
Filtro de óleo do motor	Unidade	1,00	19,80	19,80
Filtro de combustível	Unidade	1,00	7,60	7,60
Filtro de sistema hidráulico	Unidade	1,00	85,00	85,00
Filtro de ar	Unidade	1,00	68,00	68,00
Pneu dianteiro com câmara	Unidade	2,00	574,78	1.149,56
Pneu traseiro com câmara	Unidade	2,00	3.270,93	6.541,86
Operador (13º salário + encargos)	Mês	13,00	1.970,00	25.610,00

*Valor utilizado para efeito de cálculo nas equações 2, 3, 4, 5, 6 e 7 descritas na metodologia e para determinação de valores dos materiais de substituição periódica, graxa, pneus e operador.

O capital inicial (Ci) designa o valor do trator nos dias atuais. Esse foi calculado considerando o estado de conservação, tempo de vida útil e consultas a lojas revendedoras de máquinas agrícolas sobre seu preço médio, que é de R\$ 35.000,00.

A taxa de juros por ano (Tj) expressa um valor de 5,5%, conforme o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), Safra 2015/2016 (BIANCHINI, 2015).

Empresas distribuidoras de óleo vegetal pesquisadas indicaram um valor médio de R\$ 16,50 por galão de seis litros de óleo de soja, custando, portanto, R\$ 2,75 o litro.

De posse dos preços referenciais, foram calculados os custos fixos e os custos variáveis, que definem o custo horário do trator. Tais custos têm seus valores expressos na tabela 15.

² BIANCHINI, (2015)

Tabela 15 - Resultados do cálculo para obtenção dos custos fixos e variáveis que englobam o custo horário do trator

Custos	Item	Custo (R\$ h⁻¹)
Fixos	Juros (j)	1,06
	Depreciação (Dp)	2,62
	Alojamento (Al)	0,70
	Seguros (S _{eg})	0,70
Subtotal		5,08
Variáveis	Combustível	12,51 ^A ; 16,99 ^B
	Lubrificante	2,29
	Material de substituição periódica	0,31
	Pneus	2,56
	Reparos	2,80
	Operador	25,61
Subtotal		46,08^A; 50,56^B
Total		51,16^A; 55,64^B

A= diesel comercial (OV0), B =mistura de 80% de diesel comercial + 20% de óleo de soja.

Os valores da tabela 15 evidenciam que os custos fixos atingiram R\$ 5,08 para ambos os combustíveis. Os valores dos custos variáveis apresentaram uma diferença entre um combustível e outro de R\$ 4,48, sendo o resultado final de R\$ 46,08 para o óleo diesel comercial (OV0) e R\$ 50,64 para o biocombustível (OV20). Observa-se que a única diferença no resultado dos custos de um trator é o tipo de combustível analisado, cujo preço do óleo vegetal testado é mais barato do que do óleo diesel comercial. Entretanto, com a proporção de mistura proposta (80% de óleo diesel comercial + 20% de óleo de soja), o litro do combustível de mistura é de R\$ 2,85, bem próximo do valor do óleo diesel B S10, de R\$ 2,87. Porém, as médias de consumo de combustível necessárias para o trator trabalhar em uma hora são de 5,96 litros para o combustível de mistura e 4,36 litros para o óleo diesel comercial B S10. Assim sendo, verifica-se que o trator alimentado com combustível denominado OV20 apresenta um custo horário 8,75% maior do que com o OV0.

Os custos fixos representaram 10% dos custos totais, contra 90% dos custos variáveis quando o trator foi abastecido com o óleo diesel comercial B S10 (OV0). Para o trator alimentado com mistura, os custos fixos e variáveis representaram 9 e 91%, respectivamente. O somatório do custo-horário total do trator está expresso em percentual, para ambos os combustíveis testados, na figura 23.

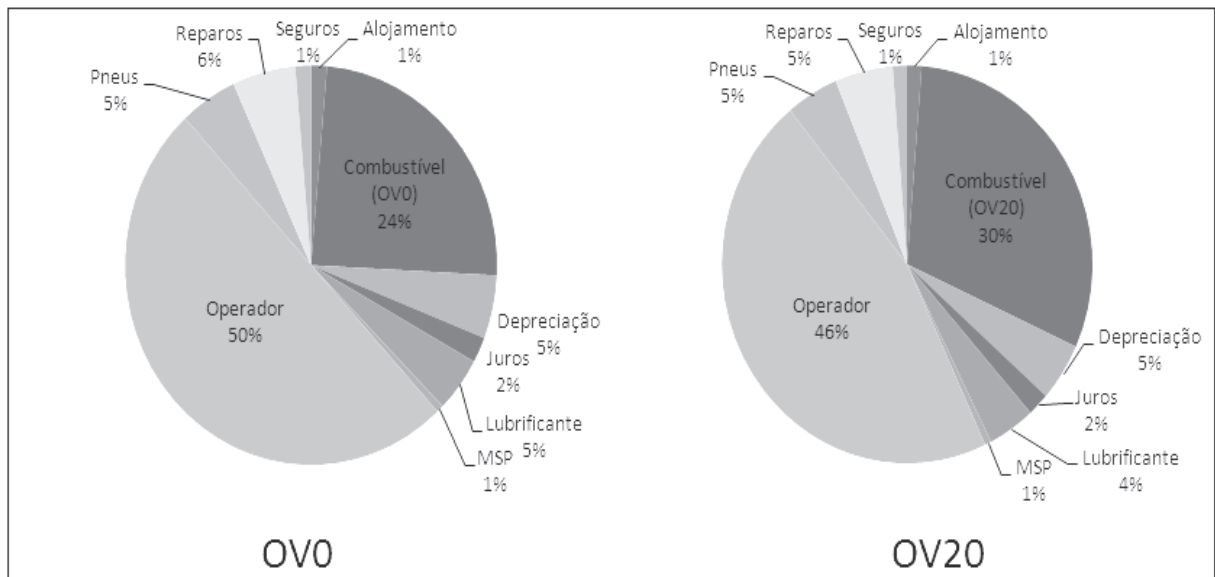


Figura 23 - Participação dos itens que compõem o custo horário do trator quando alimentado com OV0 e OV20.

OV0= óleo diesel comercial B S10 e OV20= 80% de óleo diesel comercial B S10 + 20% de óleo vegetal de soja; MSP= material de substituição periódica.

Independentemente do combustível utilizado, a remuneração do operador foi o item mais elevado dentre aqueles que compõem o custo total de operação de uma hora do trator: 50% para OV0 e 46% para OV20.

O segundo item mais oneroso foi o combustível, o qual representou 24% do total, quando a análise envolveu o óleo diesel comercial B S10 (OV0), e 30% quando avaliou a mistura de óleo vegetal (OV20). Valor semelhante foi encontrado por Mirani (1989), citado por Consentino (2004), quando chegou ao valor de 33,69% gastos com combustível. Do Vale (2011) também encontrou resultados semelhantes no que diz respeito ao salário do operador e do combustível, quando avaliou o custo operacional do trabalho de roçagem, aração e semeadura nos sistemas convencional e direto, com trator John Deere 5705 4x2 TDA.

Para a avaliação do óleo diesel comercial B S10, 74% do custo hora de trabalho do trator provém, apenas, dos gastos com operador e combustível. Esse percentual é ainda maior para o caso OV20: os dois itens alcançaram 76% dos custos totais. Os demais custos somaram 26%, enquanto a mistura de óleo diesel comercial mais óleo vegetal de soja somaram 24% do total.

Os gastos com combustível e lubrificante resultaram em um valor de 29% dos custos totais quando se analisou o óleo diesel comercial B S10. Já na avaliação do óleo vegetal este número subiu para 34%, valor acima do sugerido por Kamphorst (2003) de 20 e 30%.

De forma geral, preterindo-se a questão de potenciais danos ao motor devido ao uso da mistura OV20, a análise de custo sugere que a diferença do custo horário do trator operando com diesel ou com a mistura OV20 é pequena. Logo, o uso da mistura OV20 indica-se como uma alternativa interessante, uma vez que a mistura tem o potencial de reduzir a emissão de gases e insere-se ao sistema como uma fonte renovável de energia, mitigando a dependência de combustíveis fósseis.

5. CONCLUSÕES

Os experimentos, nas condições em que foram feitos, permitiram as seguintes conclusões:

- O trator alimentado com a mistura composta de 80% de óleo diesel comercial B S10 (OV0) e 20% de óleo vegetal de soja (OV20) apresentou maior consumo do que quando alimentado apenas com o óleo diesel comercial B S10.

- Em ambos os combustíveis testados, o consumo foi maior quando o trator operou com carga, independentemente da velocidade.

- As velocidades testadas não apresentaram diferença significativa quando o trator trabalhou alimentado com o óleo diesel comercial B S10 (OV0), tanto para o trabalho com carga ou sem carga.

- Os percentuais de patinação estão em conformidade com os índices recomendados.

- O trator alimentado com o combustível denominado OV20 apresentou um custo horário 21,59% maior do que com combustível OV0.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A.A.; OLIVEIRA, L.C. **Energias alternativas: fontes alternativas de energia - óleos vegetais**. Universidade Federal de Goiás. Disponível em: <www.geocities.com/CapeCanaveral/5534/newpage21.htm> Acesso em: 19, novembro, 2014.

ALMEIDA, N.H. **Produção de ésteres etílicos, biodiesel a partir de óleos vegetais e álcool etílico INPI**. Patente de pedido nº0104107-0, 2001.

ALTIN, R.; ÇETINKAYA, S.; YÜCESU, H.S. The potential of using vegetable oil fuels as fuel for diesel engines. **Energy Conversion and Management**, 42:529-538, 2001.

AMATO NETO, J. A indústria de máquinas agrícolas no Brasil: origens e evolução. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75901985000300005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12, março, 2014.

ARAÚJO, M.J. **Fundamentos de agronegócios**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2005.157p.

ASAE STANDARDS. Agricultural Machinery Management Data. In: ASAE Standards: standards engineering practices data. **Standards engineering practices data**. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1999. p. 359-366.

BAIRD, C. Química ambiental. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. 844p.

BALESTREIRE, L.A. Máquinas Agrícolas. São Paulo: Manole, 1987. In: CORTEZ, L.A.B.; MAGALHÃES, P.S.G. **Introdução à engenharia agrícola**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1992. 393p.

BANCOMUNDIAL. Relatório sobre o desenvolvimento mundial 2008. Disponível em: <http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2008/Resources/2795087-1191440805557/4249101-1191956789635/02_Biofuels_Alex.pdf>. Acesso em: 01, março, 2014.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. Experimentação agrícola. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.

BARRETO, C.R. **Petro & Química**. Disponível em: <www.geocities.com/CapeCanaveral/5534/newpage21.htm> Acesso em: 12, novembro, 2014.

BATALHA, M.O. **Gestão Agroindustrial**. GEPAI – Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais. São Paulo: Atlas, 1997.770p.

BIODIESEL BR. **Variação do preço internacional do barril de petróleo**. Disponível em: <www.biodieselbr.com.br>. Acesso em: 21, julho, 2015.

BP STATISTICAL REVIEW OF WORLD ENERGY. **A produção de biocombustíveis** Disponível em: <http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_emglsh/reports_and_publications/statistical_energy_review_2008/STAGING/local_assets/downloads/pdf/statistical_review_of_world_energy_full_review_2008.pdf>. Acesso em: 18, março, 2014.

BRASIL. Ministério da Indústria e Comércio. **Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais**. Brasília. Editora A Secretaria, 1985. 364p.

BRASIL. **Lei nº 11.097 de 13 de janeiro de 2005**. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 13 jan. 2005.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDIC e Instituto Euvaldo Lodi - IEL/Núcleo Central. **O Futuro da indústria: Biodiesel**. Brasília: MDIC, 2006. 145p.

BRASIL. **Lei nº 13.033 de 24 de setembro de 2014**. Dispõe sobre a adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel comercializado com o consumidor final; altera as Leis nºs 9.478, de 6 de agosto de 1997, e 8.723, de 28 de outubro de 1993; revoga dispositivos da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005; e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 24 set. 2014.

CAMARA, F.T. **Biodiesel de dendê em trator agrícola: desempenho em função do tempo de armazenamento e da proporção de mistura na operação de preparo do solo**, 2009. 92p. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal. Tese (Doutorado em Agronomia (Ciência do Solo)).

CASTILLO, R.; VENCOVSKY, V.P. **A soja nos cerrados brasileiros: novas regiões, novo sistema de movimentos.** 2004. Disponível em:<<http://www.comciencia.br/200404/reportagens/16.shtml>>. Acesso em: 21, abril, 2014.

CASTRO, E.R.; TEIXEIRA, E.C.; FIGUEIREDO, A.M.; SANTOS, M.L. Teoria dos custos. In: SANTOS, M.L.; LÍRIO, V.S.; VIEIRA, W.C. (org.). **Microeconomia aplicada**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2009, v. 1, p. 271-316.

CHANG, Y. OilChem. **Revista Sociologia**, 8:27-28, 1996.

CLARK, S.; WAGNER, L. Fontes de energia renovável. **Revista Sociologia**, 4:18-21, 1984.

COELHO, B.F.M. **Modelo de previsão da evolução do biodiesel no Brasil utilizando lógica fuzzy**. Rio de Janeiro: Faculdades Ibmecc. 2007. 43p.

CORREIA, S.S. **Geografia econômica**. Bahia: Sociedade Mantenedora de Educação Superior da Bahia S/C Ltda, 2015. [livro online]. Disponível em:<<http://www.ead.ftc.br/portal/upload/geo/4p/01-geografiaeconomica.pdf>>. Acesso em: 12, novembro, 2014.

COSTA, V.S. Análise de custos a partir da cadeia do valor do leite e seus derivados na região seridó do Rio Grande do Norte. **Revista Ambiente Contábil**, 1:89-108, 2015.

CRESTANA, S. **Questão de cultura**. Disponível em:< <http://www.jornaldaciencia.org.br>>Acesso em: 08, novembro, 2014.

DABDOUB, M.J.; BRONZEL, J.L. Biodiesel: visão crítica do status atual e perspectivas na academia e na indústria. **Química Nova**, 32(3):776-792, 2009.

EMBRAPA. **Soja**. 2012. Disponível em:<http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=112&cod_pai=33>. Acesso em: 19, março, 2014.

FAPERJ. **Nova tecnologia apoiada pela FAPERJ promete revolucionar a produção de biodiesel no Brasil**. 2014. Disponível em:<<http://biodieselenzimatico.blogspot.com.br/2014/05/nova-tecnologia-apoiada-pela-faperj.html>>. Acesso em: 19, março, 2014.

FERO, A. **O setor de máquinas agrícolas no Brasil: evolução nos últimos anos e perspectivas**. Disponível em: <http://celeres.com.br/o-setor-de-maquinas-agricolas-no-brasil-evolucao-nos-ultimos-anos-e-perspectivas/>. Acesso em: 21, dezembro, 2014.

FERRARI, R.A.; OLIVEIRA, V.S.; SCABIO, O.A. Biodiesel de soja - taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia. **Química Nova**, 28(1):19-23, 2005.

FERREIRA, C.R.T.; VEGRO, C.L.R. **Mercado de máquinas agrícolas automotrizes: alta dos suprimentos estratégicos. 2008.** Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/AIA/AIA-56-2008.pdf> Acesso em: 18, novembro, 2014.

FREEDMAN, B. Ouro Negro. **Revista Sociologia**, 5:42-45, 1986.

GAMERO, C.A.; LANÇAS, K.P. Ensaio e certificação das máquinas de mobilização periódica do solo. In: MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas: ensaio e certificação.** Piracicaba: CNPq-PADCT/TIB-FEALQ, 1996. p.463-514.

GIL, A.C. **Projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 1991. 175p.

GOMES, L.F. **Compostos de cério como redutores de fuligem no uso de biodiesel como combustível.** 2008. 91p. Ribeirão Preto: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Tese (Doutorado em Ciências).

GRABOSKI, M.S.; MCCORMICK, R.L. Combustion of Fat and Vegetable Oil Derived fuels in Diesel Engines. *Progress in Energy and Combustion Science*, Great Britain 24:125-164, 1998.

GRYGLEWICZ, S. Rapeseed oil methyl esters preparation using heterogeneous catalysts. **Bioresource Technology**, 70:249-253, 1999

GUERRA, E.P.; FUCHS, W. Biocombustível renovável: uso de óleo vegetal em motores. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, 8:103-112,2010.

GUIMARÃES, L. **Usinas de cana disputam operadores para novas máquinas 'high-tech'.** Disponível em [USINAS+DE+CANA+DISPUTAM+OPERADORES+PARA+NOVAS+MAQUINAS+HIG HTECH.html](#)> Acesso em: 05, novembro, 2014.

HERZOG, R.L.S.; LEVIEN, R.; BEUTLER, J.F.; TREIN, C.R. Patinagem das rodas do trator em função da profundidade do sulcador e doses de resíduos sobre o solo na semeadura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31, 2002. Salvador. **Resumos...** Salvador: UFB. CD-ROM.

HOLANDA, A. **Biodiesel e inclusão social**. Brasília: Câmara dos Deputados. Coordenação de Publicações, 2004. 200p.

HYMOWITZ, T.; SHURTLEFF, W.R.; Debunking Soybean Myths and Legends in the Historical and Popular Literature. **Crop Science**, 45:473-476, 2005.

IEA – Instituto de Economia Agrícola. **Colheita de cana desemprega 2.700 pessoas a cada um por cento de área mecanizada**. 2009. Disponível em <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=9076> Acesso em: 11, novembro, 2014.

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Ampliação da participação na gestão pública: um estudo sobre Conferências Nacionais realizadas entre 2003 e 2011**. Base de dados. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/participacao/> Acesso em: 21, março, 2014.

JENANE, C.; BASHFORD, L.L.; MONROE, G. Reduction of fuel consumption through improved tractive performance. **Journal of Agricultural Engineering Research**, 64:131-138, 1996.

JOHN DEERE BRASIL, S.A. **Guia para instalação de lastro e pressão de inflação de pneus**. Manual do trator N°. CQ41964 Edição D1, 2013.24p.

LANÇAS, K.P.; UPADHYAYA, S.K. **Pneus radiais para tratores**. Guia para a seleção correta da pressão de inflação. Energia na Agricultura. Botucatu: FCA/UNESP, 1997. 33p. (Boletim Técnico 1).

LAURINDO, J.C. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS LÍQUIDOS, INSTITUTO DE TECNOLOGIA DO PARANÁ. **Resumos...** Curitiba: Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, 1998. 22p.

LOPES, A.; GROTTA, D.C.C.; FURLANI, C.E.A.; CAMARA, F.T.; HURTADO, G.R. Biodiesel etílico de óleo residual: consumo de combustível de um trator agrícola em função do percentual de mistura biodiesel e diesel de petróleo. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA, 3., 2004, Belém. Associação Brasileira de Engenharia Mecânica. **Resumos...** Belém, 2004. (CD-ROM).

MAHL, D. **Desempenho de semeadora em função de mecanismo de corte, velocidade e solos, no sistema plantio direto do milho**. 2006, 143p. Botucatu. Faculdade de Ciências

Agronômicas, Universidade Estadual Paulista. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura),

MAPA. Ministério da Agricultura e Pecuária Brasileira. **Notícias. 2012.** Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 17, novembro, 2014.

MASSEY FERGUSON. **Manual do operador: MF 283.** São Paulo: Massey Ferguson, 2006. 87p.

MENDES, J.T.G.; PADILHA JUNIOR, J.B. **Agronegócio: uma abordagem econômica.** 1. ed. Cidade: São Paulo. Prentice Hall Brasil, 2007. 384p.

MESQUITA, S.M. **O agronegócio brasileiro e suas particularidades.** Disponível em: http://www3.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/socioeconomia3_v7n2.pdf Acesso em: 23, março, 2014.

MIALHE, L.G. **Gerência de sistema tratorizados operação otimizada de tratores.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1991. 30p.

MIRAGAYA, J.C.G. **Biodiesel: tendências no mundo e no Brasil.** Belo Horizonte: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), 2000. 86p.

MOLINA, R. Metodologia para determinação de parâmetros para elaboração de inventário de emissão de automóveis. In: XVI Simpósio Internacional de Engenharia Automotiva – SIMEA - Conferência no Laboratório de Mecânica. **Resumos...** São Paulo: UFMG. 2008. P 137 a 141.

MOREIRA, E.V. **As múltiplas fontes de renda e a pluriatividade nos bairros Aeroporto, Cedro, Córrego da Onça, Ponte Alta e Gramado no município de Presidente Prudente SP.** 2007, 210p. Presidente Prudente: Universidade Estadual Paulista – UNESP. Dissertação (Mestrado em Geografia).

MOREIRA, E.V. **A organização econômica e social do Bairro Aeroporto, Município de Presidente Prudente-SP.** Presidente Prudente: Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente, Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2003. Folhas - Relatório de Pesquisa (Iniciação Científica).

MUNDO EDUCAÇÃO. **Metanol**. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/metanol.htm>>. Acesso em: 14, agosto, 2014.

NEVES, M.C.T. **Desempenho operacional e opacidade da fumaça do trator agrícola em função do tipo de biodiesel (Soja x Murumuru) em operação do preparo do solo**, 2012. 76p. Jaboticabal: Unesp. Dissertação (Mestrado em Agronomia).

PACHECO, E.P. **Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas**. CIDADE: Brasília EMBRAPA, 2000. 21p. (Documentos 58).

PADILHA JUNIOR, J.B. **Gestão de sistemas de comercialização**. Curitiba: editor PADILHA JUNIOR, J.B. 2013. (Apostila). Pag.127p.

PARENTE, E.J.S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza: Tecbio, 2003. 66p.

PENTEADO, M.C.S. **Identificação de gargalos e estabelecimento de um plano de ação para o sucesso do Programa Brasileiro do Biodiesel**. São Paulo:Universidade de São Paulo, 2005. 159p. Dissertação (Mestrado Em Engenharia Automotiva).

PIANOVSKI JÚNIOR, G. **Utilização de misturas de óleo diesel e ésteres etílicos de óleo de soja como combustíveis alternativos: análise do desempenho e do processo de combustão no motor diesel**. 2002, 132p. Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica).

PIMENTEL, D.A. **Indicadores de vulnerabilidade de produtores de petróleo: o caso da OPEP**. 2006, 173p. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado em Ciências e Planejamento Energético).

PINHEIRO, J.C. Impactos e benefícios ambientais, econômicos e sociais dos biocombustíveis. **Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobrás e IF Fluminense**, 1:349-357, 2010.

PLANK, C. **Biocombustível**. Disponível em:<<http://pt.wikipedia.org/wiki/Biocombust%C3%ADvel>>. Acesso em: 11, novembro, 2014.

RAMOS, P. **A agroindústria canavieira de São Paulo e do Brasil: heranças a serem abandonadas**. 2009. Disponível em: www.canavieira-de-sao-paulo-e-do-brasil-herancas-a-serem-abandonadas-por-porpedro-ramos/ >. Acesso em: 05, novembro, 2014.

RECEITA FEDERAL. **O comércio Brasil-China de mercadorias: principais características**. 2014. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/Aduana/ComerMercadBrasil/2002/Brasilchina/comercio.htm>>. Acesso em: 08, julho, 2015.

REIS, R. **Fundamentos de economia aplicada**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2007. 95p.

SAAD, O. **Seleção do equipamento agrícola**. São Paulo: Nobel, 1978. 127p.

SCHOLL, KYLE, W.; SORENSON, S.C. **Combustion of soybean oil methyl ester in a direct injection diesel engine**. Nova Iorque Society of Automotive Engineers, Inc. 930934, 1993. 15p.

TEIXIERA, L.C. **Potencialidades de oleaginosas para produção de biodiesel**. Belo Horizonte:Informe Agropecuário, 26(229):18-27, 2005.

TOLMASQUIM, M. Política energética e as fontes renováveis de Energia. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE FONTE RENOVÁVEIS DE ENERGIA. **Resumos...** Brasília: Câmara dos Deputados, 2011. p. 38.

VASCONCELOS, M.A.S.; GARCIA, M.E. **Fundamentos de economia**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2004. 292p.

WEBRURAL. **Agricultura de precisão**. 2008. Disponível em: <<http://www.webrural.com.br/forum/default.asp>>. Acesso em: 05, novembro, 2014.

ZAFALON, M. **Exportação de soja acumula US\$ 20 bi no ano**. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/colunas/vaivem/2014/07/1479527-exportacao-de-soja-acumula-us-20-bi-no-ano.shtml>>. Acesso em: 02, julho, 2014.

APÊNDICE

DIVISÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS **RELATÓRIO DE ENSAIO – DB 082/2007**

Cliente: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ – PROJETO II MINIUSINAS

Responsável: Professor Laurindo

Data de entrada: 03/08/2007

Período de Ensaio: 10/08 a 23/10/2007

1-MATERIAL:

Identificado pelo cliente como:

- Óleo vegetal de soja filtrado para uso em motores diesel, procedência miniusinas Colônia Witmarsun – pesquisas realizadas na UEM.

2-MÉTODOS UTILIZADOS:

- 2.1. Determinação da Cor e Aspecto – visual e ASTM (NBR – 14.483/05)
- 2.2. Determinação da Massa Específica a 20 °C – método do densímetro (NBR – 7.148/01)
- 2.3. Determinação de Água por Karl – Fischer (NBR - 11.348/05)
- 2.4. Determinação do Índice de Iodo (EN - 14.111/03)
- 2.5. Determinação do Teor de Enxofre (NBR – 14533/00)
- 2.6. Determinação do Ponto de Fulgor – vaso aberto Cleveland (NBR - 11.341/04)
- 2.7. Determinação da Estabilidade a Oxidação (EN - 14.112/01)
- 2.8. Determinação da Viscosidade Cinemática a 40°C (NBR – 10.441/02)
- 2.9. Determinação do Teor de Cinzas (NBR – 9.842/01)
- 2.10. Determinação do Microrresíduo de Carbono (ASTM D – 4.530/85)
- 2.11. Determinação do Índice de Acidez – método de titulação Potenciométrica (NBR – 14.448/05)
- 2.12. Determinação do Poder Calorífico Superior (PMB – 454/68)
- 2.13. Determinação de metais por ICP OES - Fósforo (EN – 14.107/03)
- 2.14. Determinação de metais por ICP OES – Cálcio, Magnésio, Sódio e Potássio (EN - 14538/03)

3-PADRÃO UTILIZADO:

Sulfur in Mineral Oil, lote N° 081106 – (Atlanta GA) USA / INSTRU-MED,INC.

4-RESULTADOS:

ENSAIOS	RESULTADOS
Aspecto	Límpido Isento de Impurezas
Massa Específica a 20°C; kg/m ³	920
Água por Karl – Fischer; mg/kg	785
Índice de Iodo	132
Teor de Enxofre; mg/kg	74
Ponto de Fulgor TAG; °C	282,5
Estabilidade a Oxidação; h	3,5
Viscosidade Cinemática 40°C; mm ² /s (cSt)	32,65
Teor de Cinzas; % massa	0,006
Microrresíduo de Carbono; % massa	0,51
Poder Calorífico Superior; J/g (cal/g)	39.250 (9375)
Índice de Acidez; mgKOH/g	4,515
Teor de Fósforo; mg/kg	16,0
Teor de Sódio; mg/kg	Não detectado (< 5,0)
Teor de Potássio; mg/kg	8,0
Teor de Cálcio; mg/kg	7,0
Teor de Magnésio; mg/kg	4,0

Curitiba, 25 de outubro de 2007.

Os ensaios foram realizados pela equipe técnica:

- Giuliano
- Wellington
- Leonardo
- Luciana
- Camila