



**Carlos Guilherme Romeiro Silva**

**Uma análise comparativa sobre o nível de maturidade  
entre cadeias de suprimento para produção de  
biocombustíveis no Brasil**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Silvio Hamacher  
Co-orientadora: Profa. Aldara da Silva César

Rio de Janeiro  
Setembro de 2015



**Carlos Guilherme Romeiro Silva**

**Uma análise comparativa sobre o nível de maturidade  
entre cadeias de suprimento para produção de  
biocombustíveis no Brasil**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre (opção profissional) pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

**Prof. Silvio Hamacher**

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

**Prof. Aldara da Silva César**

Co-orientadora

Universidade Federal Fluminense – UFF

**Prof. Adriana Leiras**

Departamento de Engenharia industrial – PUC-Rio

**Prof. Luiz Felipe Roris Rodriguez Scavarda do Carmo**

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

**Prof. José Eugenio Leal**

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 03 de setembro de 2015

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

### **Carlos Guilherme Romeiro Silva**

Graduou-se em administração pública e de empresas, pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em 2002. Realizou o Mestrado Profissional em Logística pela PUC/RJ, em 2015. Atualmente, desempenha as funções de Coordenador de Desenvolvimento Agrícola na Diretoria de Suprimento Agrícola da Petrobras Biocombustível. Atuando a empresa Petrobras desde 2007. Foi Coordenador de Cadeia de Suprimentos no grupo Globex de 2003-2007.

#### Ficha Catalográfica

Silva, Carlos Guilherme Romeiro

Uma análise comparativa sobre o nível de maturidade entre cadeias de suprimento para produção de biocombustíveis no Brasil / Carlos Guilherme Romeiro Silva; orientador: Silvio Hamacher; co-orientadora: Aldara da Silva César. – 2015.

80 f. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2015.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Nível de maturidade. 3. Cadeia de Suprimentos Agrícolas. 4. Biocombustíveis. I. Hamacher, Silvio. II. César, Aldara da Silva. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. IV. Título.

CDD: 658.5

Aos meus filhos João e Antônio e à minha esposa Danuzza.

## **Agradecimentos**

À Deus, por tudo.

Aos meus pais, pela base da educação e pelos ensinamentos ao longo da vida.

À minha esposa por estar sempre ao meu lado, me apoiando e incentivando a conseguir superar os desafios.

Aos meus filhos que me inspiram a querer ser uma pessoa cada dia melhor.

À minha sogra, que tanto nos ajuda.

Aos meus amigos e familiares, irmãos de sangue e de coração que estão sempre ao nosso lado.

À Petrobras pela oportunidade de realização desse curso.

Ao meu orientador Silvio Hamacher, que me auxiliou em momentos decisivos, e sempre se demonstrou disponível para discussão do trabalho.

À minha co-orientadora Aldara Cesar, que contribui com sua experiência no assunto e incentivo para alcance do resultado final.

"O suor faz mágica"

Agência: Lew'Lara\TBWA Publicidade e Propaganda

## Resumo

Silva, Carlos Guilherme Romeiro; Hamacher, Silvio (Orientador); Cesar, Aldara Silva (Co-orientadora). **Uma análise comparativa sobre o nível de maturidade entre cadeias de suprimento para produção de biocombustíveis no Brasil.** Rio de Janeiro, 2015. 80p. Dissertação de Mestrado (opção profissional) – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A integração e o desenvolvimento das cadeias de suprimento representam um diferencial competitivo no ambiente corporativo. No mercado de biocombustíveis, essa análise torna-se ainda mais significativa, visto as baixas margens operacionais que o setor tem apresentado. Nessa dissertação, é proposta a análise do nível de maturidade entre cadeias de suprimentos agrícolas com o foco na produção de biocombustíveis no Brasil. Para realizar essa análise, foi desenvolvido um quadro analítico composto por indicadores com dois direcionadores principais, sendo o primeiro deles representando o nível de integração da rede de fornecedores, e o segundo representando o nível de desenvolvimento das operações logísticas. O resultado dessa análise demonstra, através de um gráfico de dispersão, como as cadeias da soja e da cana-de-açúcar estão em níveis de maturidade superiores a outras duas cadeias analisadas, que são a palma e a mamona.

## Palavras-chave

Nível de maturidade; Cadeia de Suprimentos Agrícolas; Biocombustíveis.

## Abstract

Silva, Carlos Guilherme Romeiro; Hamacher, Silvio (Advisor); Cesar, Aldara Silva (Co-Advisor). **A comparative analysis of the supply chain maturity level for biofuel production in Brazil**. Rio de Janeiro, 2015. 80p. MSc Dissertation – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The integration and development of the supply chain is a competitive advantage in the corporate environment. In the biofuels market, this analysis becomes even more significant, given the low operating margins that the sector has shown. In this dissertation we propose the analysis of the level of maturity between agricultural supply chains with a focus on producing biofuels in Brazil. For this analysis we have developed an analytical framework consisting of indicators with two main drivers, the first one represents the integration level of the supply chain, and the second one represents the development of logistics operations level such as transportation and industrial operation. The result of this analysis demonstrates, through a scatter plot, that the soybean and sugarcane chains are in maturity levels above than two other chains analyzed, the palm and castor bean.

## Keywords

Maturity level; Agricultural Supply chain; Biofuels.

# Sumário

<b>1. Introdução</b> .....	<b>13</b>
1.2. Justificativa do mercado de biocombustíveis .....	15
1.3. Delimitação da pesquisa .....	16
1.4. Estrutura do trabalho .....	17
1.5. Objetivos.....	18
<b>2. Referencial teórico</b> .....	<b>19</b>
2.1. Nível de maturidade em cadeia de suprimentos .....	19
2.2. Análise da cadeia de suprimentos com enfoque agroindustrial .....	21
2.3. Gestão da cadeia de suprimentos: a proposta de um quadro comparativo de gestão de cadeias de suprimento com base na revisão da literatura - o modelo de TAN 2001 .....	22
<b>3. Panorama da produção de biocombustíveis</b> .....	<b>24</b>
3.1. Produção de energia no mundo.....	24
3.1.1 Breve histórico e tendências para a produção de energia.....	24
3.2. Produção de Biocombustível no mundo e no Brasil .....	28
3.2.1. Panorama da produção de biocombustíveis no mundo .....	28
3.2.2. A produção de biocombustíveis no Brasil .....	30
A. Produção de Biodiesel no Brasil .....	31
B. Produção de Etanol no Brasil.....	34
<b>4. Metodologia de pesquisa</b> .....	<b>41</b>
4.1. Classificação da pesquisa .....	41
4.2. Análise do nível de maturidade entre cadeias de suprimento.....	42
4.2.1. O questionário .....	43
4.2.2. Análise qualitativa de dados primários / secundários .....	45
4.2.3. Construção do gráfico de dispersão - consolidação dos indicadores .....	48
<b>5. Análise de maturidade entre as cadeias de suprimento para produção de biocombustíveis</b> .....	<b>50</b>
5.1. Mapa de atuação das cadeias de suprimento agrícolas analisadas.....	50
5.2. Análise qualitativa das cadeias de suprimento .....	54
5.2.1. Integração das operações logísticas.....	55
5.2.2. Integração da rede de fornecedores.....	62
5.3. Visualização gráfica da análise qualitativa.....	67
5.4. Análise de pontos fortes e fracos das cadeias analisadas .....	69
<b>6. Conclusões</b> .....	<b>72</b>
6.1. Sugestão de trabalhos futuros .....	74
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	<b>75</b>
<b>Apêndice 1: Questionário</b> .....	<b>80</b>

## Lista de figuras

Figura 1: Projeção para o uso de fontes de energia	27
Figura 2: Produção global de biocombustíveis de 2000 a 2010	29
Figura 3: Percentual brasileiro do biodiesel no diesel: previsto x realizado	32
Figura 4: Capacidade, produção e demanda atendida de biodiesel no período de 2005 a 2014	33
Figura 5: Matérias primas utilizadas para produção de biodiesel no Brasil Fonte: ANP, 2015	33
Figura 6: Produção total de etanol no Brasil na última década	36
Figura 7: Número de plantas de Etanol no Brasil	36
Figura 8: Capacidade instalada de produção de etanol no Brasil	37
Figura 9: Distribuição das usinas de Etanol no Brasil	38
Figura 10: Mapa de plantio da soja no Brasil	51
Figura 11: Mapa de plantio de cana-de-açúcar no Brasil	52
Figura 12: Mapa de plantio da palma no Brasil	53
Figura 13: Mapa de plantio de mamona no Brasil	54
Figura 14: Produção de óleo (ton/ha) da soja, cana-de-açúcar, palma e mamona no Brasil	58
Figura 15: Área plantada (ha) da soja, cana-de-açúcar, palma e mamona no Brasil	59
Figura 16: Produtividade agrícola (kg/ha) da soja, cana-de-açúcar, palma e mamona no Brasil	60
Figura 17: Número de registro de cultivares no MAPA no Brasil	61
Figura 18: Análise de dispersão do nível de maturidade das cadeias de suprimento analisadas	68

## Lista de tabelas

Tabela 1: Produção de etanol e biodiesel no mundo no ano de 2013	30
Tabela 2: Eixos da matriz de metodologia	42
Tabela 3: Questões do indicador de logística integrada	44
Tabela 4: Questões do indicador de rede de fornecedores	45
Tabela 5: Composição do Indicador de Associação de Fornecedores	47
Tabela 6: Composição do Indicador de Formação de Preço	47
Tabela 7: Dados para o gráfico de dispersão	49
Tabela 8: Resultado do questionário: Indicador 1 - Logística Integrada	56
Tabela 9: Integração de Fornecedores: Indicador 1 - Resultado do questionário	63
Tabela 10: Integração de fornecedores - Indicador 2: Formação de preço	64
Tabela 11: Integração de fornecedores - Indicador 3: Associação de fornecedores	66
Tabela 12: Análise do nível de maturidade das cadeias de suprimento	67

## Lista de Siglas e Abreviaturas

ABRAPALMA – Associação Brasileira dos Produtores de Palma

ANP – Agência Nacional de Biodiesel

APROSOJA – Associação Brasileira dos Produtores de Soja

CENAL – Comissão Executiva Nacional do Álcool

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

DDSN – Demand Driven Supply Network

ESALQ – Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz

FAO – Food and Agriculture Organization

GCS – Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos

GEE – Gases de Efeito Estufa

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária

MDA – Ministério de Desenvolvimento Agrário

MME – Ministério de Minas e Energia

OPEP – Organização dos Países Exportadores de Petróleo

PNPB – Programa Nacional de Produção de Biodiesel

PPM – Partes por milhão

RNC – Registro Nacional de Cultivares

S&OP – Sales and Operation Process

SCC – Supply Chain Council

SCOR – Supply Chain Operations Reference

ÚNICA – União da indústria de cana-de-açúcar

USDA – United States Department of Agriculture

# 1

## Introdução

A integração e o desenvolvimento das cadeias de suprimento representam um diferencial competitivo no ambiente corporativo.

O estudo da logística empresarial começou a ser estudado na segunda metade do século XX com objetivo de agregar valor a produtos e serviços, aumentar a satisfação dos clientes e consequentemente aumentar a venda das empresas (Ballou, 2006).

Desde então, uma série de estudos vem realizados com objetivo de aprimorar atividades que antes eram vistas de forma segregada dentro das organizações. Com isso vários conceitos foram sendo elaborados e aprimorados, podendo destacar os seguintes:

A logística é o processo de gerenciar estrategicamente a aquisição, a movimentação e o armazenamento de materiais e produtos, através da utilização de equipamentos, de mão de obra e instalações, de tal forma que o consumidor tenha acesso ao produto na hora e com o menor custo que lhe convenha (Gomes, 2004)

A logística é o processo de planejamento, implantação e controle do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e das informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo com o propósito de atender às exigências do cliente (Ballou, 2006)

No final do século XX, a logística passou a apresentar conceitos mais amplos, analisando a cadeia de forma integrada, considerando agentes externos à organização e o relacionamento estratégico com fornecedores, suprimentos, produção, distribuição e cliente, havendo fluxo de materiais e informações (Gomes, 2004).

Logo após vieram os estudos sobre o gerenciamento da cadeia de suprimentos, que analisava a integração das atividades relacionadas com o fluxo e transformação desde o estágio da matéria-prima até o usuário final, mediante relacionamentos aperfeiçoados na cadeia de suprimentos, com o objetivo de conquistar uma vantagem competitiva sustentável.

Segundo Lambert *et al.* (1998), a Gestão da Cadeia de Suprimentos (GCS) é a integração dos processos de negócios, desde o usuário (cliente) final até o fornecedor original, gerando produtos, serviços e informações que agregam valor para o consumidor. Desta forma, nota-se que o fluxo de informações, juntamente com a coordenação das atividades entre fornecedores e clientes, são essenciais para a coordenação de uma cadeia.

Para Pires (1998), a GCS pode ser considerada uma visão expandida, atualizada e, sobretudo, holística da administração de materiais tradicional, abrangendo a gestão de toda a cadeia produtiva de forma estratégica e integrada. A GCS pressupõe que as empresas devem definir as suas estratégias competitivas e funcionais por meio dos seus posicionamentos (tanto como fornecedores, quanto como clientes) dentro das cadeias produtivas nas quais se inserem.

Percebe-se que a GCS introduz uma mudança no paradigma competitivo, na medida em que considera que a competição no mercado ocorre, de fato, no nível das cadeias produtivas, e não apenas no nível das unidades de negócios isoladas.

Essa mudança resulta em novo modelo competitivo, no qual as efetivas práticas da gestão da cadeia de suprimentos visam obter os benefícios da integração vertical, sem as desvantagens comuns em termos de custo e perda de flexibilidade inerentes à ela (Pires, 1998).

Mentzer *et al.* (2001) propõem a seguinte definição mais ampla e abrangente:

"O gerenciamento da cadeia de suprimentos é definido como a coordenação estratégica sistemática das tradicionais funções de negócios e das táticas ao longo dessas funções de negócios no âmbito de uma determinada empresa e ao longo dos negócios no âmbito da cadeia de suprimentos, com o objetivo de aperfeiçoar o desempenho a longo prazo das empresas isoladamente e da cadeia de suprimentos como um todo."

A GCS consiste na colaboração entre empresas para impulsionar o posicionamento estratégico e melhorar a eficiência operacional. Para cada empresa envolvida, o relacionamento na cadeia de suprimentos reflete uma opção estratégica. Uma estratégia da cadeia de suprimentos é um arranjo organizacional de canais e de negócios baseado na dependência e na colaboração. As operações da cadeia de suprimentos exigem processos gerenciais que atravessam as áreas

funcionais dentro de cada empresa e conectam fornecedores, parceiros comerciais e clientes através de fronteiras organizacionais. (Bowersox et al, 2014).

AGCS eficiente permite às empresas envolvidas suportar variações de demandas nos mercados existentes.

Ao longo do tempo percebe-se o crescimento e amadurecimento dos conceitos de logística e de gestão da cadeia de suprimentos.

Na primeira década do século XXI começaram a ser publicados os primeiros trabalhos sobre modelos de maturidade em cadeias de suprimentos, que é tema dessa dissertação e que será melhor demonstrado no capítulo 2 dessa dissertação.

O que pode-se destacar é que os modelos de maturidade estudados não foram identificados estudos sobre modelos de maturidade em cadeias no setor de biocombustíveis, setor em plena expansão no Brasil, e que é objeto de estudo desse trabalho.

A aplicação do estudo no setor de biocombustíveis representa a intenção analisar um setor que está em franca expansão, com recente revisão de marco regulatório (caso do biodiesel), e que representa uma alternativa sustentável de geração de energia.

## 1.2

### **Justificativa do mercado de biocombustíveis**

O crescimento da demanda de energia, principalmente urbana, está diretamente ligado ao aumento da população. Em 1992, a população no Brasil era de aproximadamente 151 milhões de habitantes e o consumo de energia per capita era de 36,4 giga joules/habitante. Já em 2009, a população era de aproximadamente 191 milhões de habitantes e o consumo per capita foi de 48,3 giga joules/habitante (IBGE, 2010).

Nesse sentido, investimentos têm sido direcionados para a produção de energias alternativas ao petróleo, principalmente as energias limpas e renováveis destacando-se: biocombustíveis, energia solar, eólica, ondas marítimas, geotermia e term nuclear (Veras, 2015).

No mercado de biocombustíveis, tanto na produção de etanol, quanto na produção de biodiesel, o Brasil vem conseguindo aumento de produção nos últimos anos, solidificando o seu destaque e relevância no cenário mundial.

A crescente curva de produção tanto do etanol quanto de biodiesel reflete uma produção de mais de 20 bilhões de litros de etanol apenas no ano de 2014 no Brasil e mais de 3 bilhões de litros de biodiesel no mesmo período(ANP, 2015).

Os sistemas de produção de biocombustíveis são basicamente puxados pela demanda de consumo de combustíveis. Enquanto o estoque é mantido em quantidades mínimas, os produtos podem ser fornecidos com tempos de reposição curtos e em alta velocidade.

No caso do biodiesel, o consumo é associado a um percentual de produção do diesel, que é de 7% e os lotes de produção são negociados bimestralmente em leilões disponibilizados pela ANP. Portanto o planejamento de produção das indústrias trabalha com estoques de segurança muito baixos.

A Petrobras Biocombustível, por exemplo, trabalha com estoques de matéria-prima (óleos vegetais e sebo bovino), de menos de 7 dias para produção de biodiesel nas suas unidades próprias.

No caso do etanol, a primeira parte da produção direcionada à mistura com a gasolina, que é de 27,5% da gasolina comum, segunda parte é direcionada ao suprimento do mercado de abastecimento de etanol e uma terceira parte é direcionada ao suprimento do mercado químico.

### 1.3

#### **Delimitação da pesquisa**

Esse trabalho foi realizado tendo como objetivo propor um modelo de avaliação de nível de maturidade entre cadeias de suprimento com foco em biocombustíveis no Brasil. Para isso foi realizada a comparação entre quatro cadeias de suprimento, a soja e a cana-de-açúcar, a mamona e o dendê.

A soja e a cana-de-açúcar são cadeias de grande expressão no mercado nacional, sendo o Brasil o país com a mais alta tecnologia de produção de etanol a partir de cana-de-açúcar do mundo (Fioravanti, 2011) e, a soja a principal matéria-prima para produção de biodiesel no Brasil (ANP, 2015).

Além dessas duas cadeias foram selecionadas a palma, por ser considerada a cultura mais energeticamente eficiente do que outros biocombustíveis e possibilitaria a inclusão social no Norte do país (César e Batalha, 2013, Villela et al, 2014). Já a mamona foi a oleaginosa identificada como ideal para promover o desenvolvimento social na região Nordeste do Brasil (César, 2009), quando da implantação do PNPB (Programa Nacional de Produção de Biodiesel em 2005).

## 1.4

### **Estrutura do trabalho**

Essa dissertação está dividida em seis capítulos, sendo o primeiro capítulo a introdução aonde são justificados a escolha, a motivação e os desafios do trabalho, bem como a sua estruturação e a forma de apresentação nos capítulos seguintes.

No segundo capítulo é feita uma revisão bibliográfica incluindo uma contextualização sobre a produção de energia no mundo, destacando aspectos políticos, econômicos e ambientais que impactam e definem a produção mundial atual. Nesse mesmo capítulo são apresentadas análises sobre o mercado de biocombustíveis no mundo e no Brasil, com foco na produção de etanol e biodiesel. Encerrando o capítulo de revisão bibliográfica são discutidos conceitos de cadeias de suprimento, nível de maturidade dentro das cadeias de suprimento e, cadeias de suprimento agrícolas.

No capítulo três é apresentada a metodologia de trabalho da dissertação, com a descrição da forma de análise do texto, juntamente com a estruturação da análise do nível de maturidade aplicado no trabalho.

O capítulo quarto apresenta o resultado das análises de nível de maturidade tendo através de indicadores selecionados. Esses indicadores foram extraídos a partir de um questionário e de fontes de dados primários e secundários das indústrias de processamento de soja, cana-de-açúcar, mamona e palma no Brasil. No quinto capítulo são apresentados os resultados dos indicadores apresentados e seus impactos nas respectivas cadeias.

## 1.5

### Objetivos

O objetivo desse trabalho é propor um modelo de análise de nível de maturidade aplicado na produção de biocombustíveis no Brasil.

Esse modelo foi formulado utilizando indicadores de operações logísticas e nível de integração de fornecedores proposto por Tan (2001).

No modelo proposto foram selecionadas quatro cadeias de suprimento de biocombustíveis (soja, cana-de-açúcar, palma e mamona), sendo analisadas as cadeias de suprimentos desde o fornecimento da matéria-prima até o beneficiamento nas indústrias de processamento.

Sendo o etanol e o biodiesel os principais atores de exploração de energia renovável no Brasil (ANP, 2015), o objetivo é analisar as cadeias de suprimento da cana-de-açúcar e da soja, que são os principais insumos dessas fontes de energia no Brasil e comparar com outras duas cadeias apontadas como potenciais produtoras de energia renovável, que são a mamona e a palma.

## 2

### Referencial teórico

Esse capítulo faz uma análise sobre nível de maturidade em cadeias de suprimento e, também são analisados conceitos de cadeias de suprimentos com enfoque agrícola.

#### 2.1

##### Nível de maturidade em cadeia de suprimentos

Estudos sobre o nível de maturidade em cadeias de suprimento começaram a ser publicados no início dos anos 2000 e tiveram como forte influência o modelo supply-chain reference model (SCOR) (Chan & Kumar, 2014).

Dentre os maiores estudiosos sobre o nível de maturidade em cadeia de suprimentos destacam-se Lockamy III e McCormack (2004a). Em 2004, eles publicaram um estudo sobre nível de maturidade em cadeias de suprimento utilizando conceitos de orientação por processos.

Dentre os principais pontos desse estudo estão a categorização de maturidade associada a processos definidos pelo modelo SCOR. Nesse modelo, a avaliação de nível de maturidade da cadeia de suprimentos é realizada envolvendo quatro fatores básicos. São eles:

- 1) Planejamento de demanda (Plan factors);
- 2) Planejamento de compras (Source factors);
- 3) Planejamento de produção (Make factors);
- 4) Planejamento de entregas (Deliver factors).

A análise realizada nesse modelo auxilia os gestores a identificar áreas de progresso e estagnação dentro da empresa.

Também no ano de 2004, Lockamy III e McCormack (2004b), divulgaram outro estudo sobre nível de maturidade em cadeia de suprimento que era diretamente relacionado com os conceitos de negócios orientados para processos.

Nesse estudo, os autores analisam o nível de maturidade dos processos internos de algumas empresas e classificam os mesmos em 5 níveis de maturidade baseados em níveis de padronização de processos, documentação, governança, propriedade e credibilidade, também associado ao modelo de atividades definido pelo SCOR.

O resultado é a categorização das empresas em um dos cinco níveis definidos numa escala de amadurecimento de processos.

Outros trabalhos derivaram dessa avaliação entre nível de maturidade em cadeia de suprimentos baseada em orientação para processos, como é o caso do estudo realizado aqui no Brasil por McCormack *et al.* (2008).

Nesse estudo foi realizada uma adaptação do modelo de nível de maturidade de cadeias de suprimento aplicando o modelo SCOR em empresas no Brasil de diversos segmentos. Os resultados foram compilados e inseridos na escala pré-definida pelo modelo de Lockamy & McComarck, (2004a).

Já Quintela e Rocha (2007) realizaram um estudo aplicado a indústria automotiva com objetivo de comparar e avaliar o nível de maturidade dos processos de desenvolvimento de produtos (PDP's) tornando esses processos mais abrangentes, completos e refinados

Jugend *et al.* (2008) realizaram a análise de nível de maturidade com foco em gestão do processo de desenvolvimento de produto, utilizando um estudo de caso em uma empresa de bens de capital com objetivo de aperfeiçoar os processos analisados.

É importante destacar o trabalho de Chan & Kumar (2014) que traz uma série de aplicações de modelos de referência para integração de cadeias de suprimentos, apresentando análises em diversos setores de modelos de integração em cadeias de suprimentos, tais como construção, saúde, moda, meio ambiente, entre outros. Isso evidencia que o estudo sobre níveis de maturidade pode ser utilizados em diferentes áreas.

Mesmo já sendo uma tendência, não foram encontrados estudos sobre avaliação de nível de maturidade de cadeia de suprimento na área de biocombustíveis.

## 2.2

### **Análise da cadeia de suprimentos com enfoque agroindustrial**

Segundo Batalha e Silva (1999), o estabelecimento de redes entre empresas pode ser uma ferramenta interessante na melhoria da competitividade de uma cadeia produtiva como um todo. Isso pode expandir o conceito de cadeia de produção, dadas as tendências de agregação de valor aos produtos agroindustriais que redundam em produtos cada vez mais complexos e que colocam em questão a “linearidade” das cadeias agroindustriais bem como o seu poder analítico em tratar da problemática estrutural e gerencial das mesmas. Desta forma, a confirmação e o esforço desta tendência tornaria a abordagem em termos de rede de empresas mais apropriada para estudos relacionados ao agronegócio.

Por outro lado, o conceito de GCS pressupõe a integração de todas as atividades da cadeia mediante melhoria nos relacionamentos entre os diversos elos ou agentes – organizações de diferentes tipos interagindo – em busca da construção de vantagens competitivas sustentáveis para a cadeia como um todo.

No universo agroindustrial a busca pelo ganho de competitividade entre as mais variadas formas de matéria-prima é fator preponderante na disputa do espaço de produção e representa uma batalha pela ocupação do solo.

A partir do final dos anos 1960, diversas análises de cadeias agroindustriais foram realizadas nos Estados Unidos, tomando o enfoque sistêmico de produto como referencial de pesquisa. Estudos foram realizados por Universidades, em parceria com o Departamento de Agricultura, para os setores de suinocultura, avicultura, carne bovina, laticínios e grãos, entre outros quatro. A motivação para essa série de estudos foi a necessidade de melhor compreender as formas de organização das cadeias agroindustriais norte-americanas, que, à época, passavam por transformações significativas nos padrões de controle e coordenação vertical. A predominância até então típica dos mercados locais, como principais coordenadores das relações entre produtores, processadores e outros atores nas cadeias agroindustriais, estava sendo mudada para a de sistemas mais complexos de coordenação, envolvendo contratos, integração vertical ou parcerias. Os padrões de controle nas cadeias produtivas moviam-se cada vez mais para empresas de fora do setor de produção agrícola. A avaliação dos efeitos

dessas mudanças sobre o desempenho do setor seria, portanto, relevante elemento na formulação de políticas para o setor agroindustrial. (CAB Da Silva, MO Batalha, 1999).

A cadeia de suprimentos deve ser vista como uma rede de empresas independentes que agem em sintonia de forma a criar valor para o usuário final através da distribuição de produtos. Essa sintonia é exatamente o que a gestão da cadeia de suprimentos objetiva (Batalha e Silva, 1999, Batalha e Silva, 2007).

A busca por aumento de produtividade e baixos custos de produção definem quais são as cultivares que provocam maior rentabilidade e consequente retorno aos seus investidores.

Nesse cenário cada cultura apresenta um nível de maturidade distinto para atendimento da sua cadeia de suprimento.

### 2.3

#### **Gestão da cadeia de suprimentos: a proposta de um quadro comparativo de gestão de cadeias de suprimento com base na revisão da literatura - o modelo de TAN 2001**

No ano de 2001, o professor Keah Choon Tan, da Universidade de Nevada, em Las Vegas nos Estados Unidos, publicou o seguinte artigo: "**A framework of supply chain management literature**", que disserta sobre a evolução dos conceitos de gestão da cadeia de suprimentos ao longo dos anos.

Nesse estudo, TAN apresenta um quadro resumo da evolução da GCS através de duas perspectivas distintas que se fundiram em um corpo comum da literatura.

A primeira perspectiva discursa sobre a integração do relacionamento dos fornecedores na cadeia de suprimentos, que proporcionou melhorar e reduzir a base de fornecedores, tempos de reposição e aumentar a satisfação dos clientes.

A segunda perspectiva retrata o nível de eficiência em operações logísticas, tais como transporte, armazenagem e operação industrial, com objetivo de reduzir custos, aumentar nível de previsibilidade de atendimento e diminuir as incertezas de abastecimento ao longo da cadeia de suprimentos.

Com base nessas duas perspectivas, alinhada com o objetivo de propor um modelo de nível de maturidade na cadeia de produção de biocombustível que a dissertação foi concebida.

## 3

### Panorama da produção de biocombustíveis

Nesse capítulo foi realizada uma contextualização da produção de biocombustíveis.

A primeira discorre sobre a produção de energia no mundo e as suas tendências.

A segunda parte disserta sobre a produção de biocombustíveis no Brasil destacando a produção do biodiesel e do etanol (produzido a partir da cana-de-açúcar).

#### 3.1

##### Produção de energia no mundo

Essa seção dissertará sobre a contextualização histórica da produção de energia no mundo, passando pelas análises políticas, econômicas e ambientais que envolvem a produção de energia.

##### 3.1.1

##### Breve histórico e tendências para a produção de energia

Desde a Revolução Industrial, iniciada na Inglaterra no século XVIII, a concentração demográfica em grandes centros urbanos e o aumento populacional provocou um *boom* de consumo. Nesse sentido, a produção da demanda por produtos manufaturados foi crescente e refletiu na produção e no consumo energético dos países.

Antes da Revolução Industrial, a principal fonte de geração de energia no mundo era o carvão, principalmente durante os séculos XVII e XIX. Sua participação na geração de energia vem reduzindo desde a primeira metade do século XX, mas ainda possui papel importante na matriz energética mundial. A queima do carvão mineral, para gerar energia, lançava no ar partículas sólidas e gases poluentes. Estes gases atuam no processo do efeito estufa e do aquecimento

global. Por isso, há uma tentativa de reduzir cada vez mais a sua participação como fonte geradora de energia, porém por se tratar de material economicamente barato, ainda resiste como fonte supridora de energia em vários países, inclusive no Brasil.

O petróleo começou a ganhar importância no cenário mundial a partir do século XX. Com elevada densidade, pelo menos duas vezes melhor que a do carvão mineral, e com a vantagem de ser líquido, facilitando o seu transporte e a sua movimentação, o petróleo tornou-se o grande protagonista mundial no cenário de produção de energia (Parente, 2003). Este produto é responsável por suprir mais de um terço da demanda mundial de energia.

Porém, por ser uma matéria-prima de origem fóssil, o petróleo possui horizonte de produção limitado às reservas existentes no mundo. Segundo o relatório anual de energia da British Petrol (2013), as reservas atuais seriam suficientes para abastecer os níveis atuais de consumo por pouco mais de 50 anos.

Como as maiores reservas de petróleo do mundo estão fortemente concentradas no Oriente Médio, tendo os países da OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo) o controle de mais de 70% das mesmas (OPEC, 2015), os grandes países consumidores desse insumo iniciaram a busca por fontes alternativas de suprimento de energia, principalmente após a década de 1970 com as grandes crises do petróleo.

Com os choques do petróleo ocorridos na década de 1970, o aumento do custo desse produto abriu oportunidade para pesquisa e desenvolvimento de outras fontes de energia no Brasil e no mundo que pudessem diminuir a dependência do petróleo (Leite, 2007). Nota-se então, um crescimento no aumento da produção dos biocombustíveis a partir de motivações geopolíticas, econômicas e ambientais.

Não obstante, a correlação dos combustíveis fósseis com o aquecimento global dada às emissões de CO<sub>2</sub> são pautas também das principais plenárias governamentais.

O Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007) estima que próximo ao ano 2100, a temperatura média global aumentará entre 1,6% e 5,8%, representando taxas de crescimento de 0,1°C a 0,4°C por década para os meses de dezembro a fevereiro e 0,2°C a 0,6°C por década para a estação entre junho e

agosto. Para o Brasil, os valores mais elevados da taxa de aquecimento serão observados na floresta amazônica.

A queima de combustíveis fósseis para geração de energia e secundariamente, a destruição da vegetação natural, especialmente das florestas são consideradas as principais responsáveis pela intensificação do efeito estufa e consequente aumento das temperaturas globais.

Desde o início da Revolução Industrial até os dias de hoje, os teores de CO<sub>2</sub>, na atmosfera, aumentaram de 280ppm (partes por milhão) para 370 ppm. (IBGE, 2010).

A intensificação desse fenômeno natural a níveis preocupantes vêm acontecendo por conta do aumento da concentração de CO<sub>2</sub> e de outros gases de efeito estufa na atmosfera, para muito além da concentração da atmosfera normal apresentada ao longo das últimas centenas de anos (IPCC, 2007).

Esses GEE (Gases de Efeito Estufa) têm a propriedade de reter uma parte da radiação solar que é transformada em radiação infravermelha (calor) na superfície do planeta. Destarte, parte do calor fica retida entre atmosfera e superfície, o que tem provocado um aumento da temperatura média do planeta, levando a mudanças no clima com severas consequências para todos (Carvalho, 2012).

O protocolo de Kyoto, lançado durante a conferência da Convenção do Clima realizado no Japão em 1997, estabeleceu metas de redução de gás carbônico a partir de 2008, exigindo que os países mais industrializados que assinaram o acordo reduzam em 5,2% até 2012, com base nos níveis de 1990, evidenciando essa preocupação mundial.

Adicionalmente, o crescimento populacional e a urbanização têm contribuído para aumentar os efeitos negativos ao meio ambiente, provocando maiores impactos na poluição nas grandes cidades. Há dez anos, cerca de 40% da população do mundo em desenvolvimento – ou dois bilhões de habitantes – viviam em áreas urbanas. Desde então, esse número aumentou a um ritmo de quase o dobro do crescimento da população total, para mais de 2,5 bilhões (FAO, 2015).

O crescimento das favelas ultrapassa o crescimento urbano por uma ampla margem. Em 2020, a proporção da população urbana pobre poderá chegar a 45%, ou 1,4 bilhão de pessoas. Nesse ano, 85% dos pobres da América Latina, e quase

metade dos pobres da África e Ásia, se concentrarão em áreas urbanas. (FAO, 2015).

O crescimento da demanda de energia, principalmente urbana, está diretamente ligado ao aumento da população, de acordo com dados do IBGE. Em 1992, a população no Brasil era de aproximadamente 151 milhões de habitantes e o consumo de energia per capita era de 36,4 gigajoules/habitante. Já em 2009, a população era de aproximadamente 191 milhões de habitantes e o consumo per capita foi de 48,3 gigajoules/habitante (IBGE, 2010).

Por esses motivos, investimentos têm sido direcionados para a produção de energias alternativas ao petróleo, principalmente as energias limpas e renováveis destacando-se: energia solar, eólica, biocombustíveis, ondas marítimas, geotermia e termonuclear (Veras, 2015).

As projeções para 2100 podem ser acompanhadas na Figura 1.

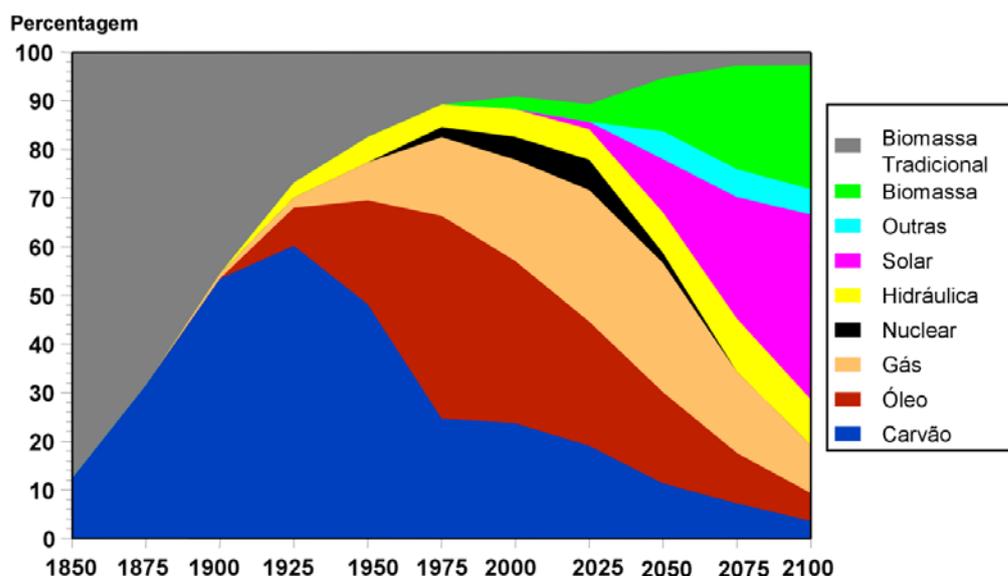


Figura 1: Projeção para o uso de fontes de energia.  
Fonte: Adaptado de World Energy (2010).

No que tange aos biocombustíveis, as emissões de CO<sub>2</sub> vindas de combustão de biocombustível podem ser consideradas nulas quando toda matéria-prima para sua produção tem origem renovável, como o etanol ou o biodiesel produzido a partir de plantas, pois o carbono liberado durante essa combustão é fixado pela planta pelo processo de fotossíntese (Carvalho, 2012). Dessa forma, os

biocombustíveis tendem a promover reduções significantes de emissão de GEE na atmosfera.

Daí a importância de promover e incentivar cada vez mais o desenvolvimento de cadeias de suprimento sustentáveis e eficientes de biocombustíveis no Brasil e no mundo.

O crescimento e desenvolvimento deverá ser cada vez mais foco de estudos e análises nos próximos anos, visto o cenário de crescimento apontado na Figura 1. Isso motivou o desenvolvimento da análise do nível de maturidade das cadeias de suprimento situadas no Brasil com objetivo de auxiliar a identificar as cadeias de suprimento mais preparadas para assumir o papel de liderança no suprimento na produção dos biocombustíveis.

## 3.2

### Produção de Biocombustível no mundo e no Brasil

Esta seção apresenta um panorama sobre a produção de biocombustíveis no mundo e no Brasil, com foco na produção de etanol e de biodiesel.

#### 3.2.1

##### Panorama da produção de biocombustíveis no mundo

A história dos biocombustíveis como alternativa ao combustível fóssil possui registros desde o ano de 1900 onde foi realizado o primeiro ensaio por Rudolph Diesel, em Paris, de um motor movido a óleo de amendoim (Parente, 2003, Rathmann et al., 2005).

O interesse da pesquisa no desenvolvimento dos óleos vegetais como combustível identificou-se durante as situações de emergência já destacadas anteriormente como o choque do petróleo nos anos 70 e as duas guerras mundiais (Plá, 2002).

Alguns marcos importantes se destacam nesse amadurecimento do desenvolvimento de energias alternativas para produção de biocombustíveis, como, por exemplo: **a)** o uso como óleo combustível de óleos vegetais para fins comerciais, como o ônibus de passageiro da linha Bruxelas x Lovaina na Bélgica em 1938; **b)** o lançamento do Proálcool no Brasil em 1975; **c)** produção de

biodiesel na Europa no fim dos anos 80, bem como o registro dessa palavra; **d**) a aprovação da utilização do biodiesel nos Estados Unidos em 1997 como combustível alternativo (Rathmann et al., 2005) e; e) o lançamento do Programa Nacional de Produção de Biodiesel (PNPB) através da Lei 11.097, de 13 de janeiro de 2005 pelo Governo Federal Brasileiro (BRASIL, 2015).

O aumento da participação da produção de biodiesel e etanol para produção de energias renováveis saiu de um patamar de menos de 20 bilhões de litros no ano 2000 para mais de 100 bilhões de litros em 2010, sendo o etanol americano (derivado do milho) e o etanol brasileiro (derivado da cana-de-açúcar) os principais responsáveis por essa onda de crescimento (Figura 2).

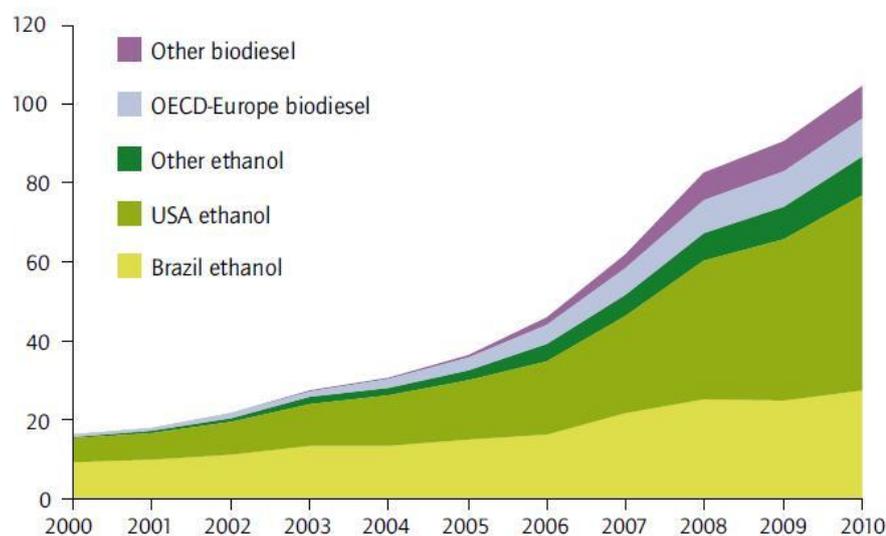


Figura 2: Produção global de biocombustíveis de 2000 a 2010.  
Fonte: Ethanol Producer Magazine, 2013.

Conforme pode ser observado na Figura 2, é possível constatar um crescimento expressivo da produção de biodiesel produzido a partir de óleos vegetais entre os anos 2000 e 2010.

O etanol é o principal combustível renovável do mundo. Produzido a partir da cana ou de outras fontes como milho e beterraba. O Brasil produz etanol basicamente a partir da cana, enquanto os Estados Unidos e a Europa utilizam, respectivamente, o milho e beterraba, como matéria-prima. Conforme demonstrado na Tabela 1, esses dois países dominam a produção e concentram mais de 70% da participação mundial desse item.

Com relação ao biodiesel, os Estados Unidos também são o maior produtor, seguido da Alemanha e Brasil, sendo que no Brasil, a soja é o principal insumo com participação superior a 70%, desde a criação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) em 2005 (ANP, 2015). Nos Estados Unidos, a soja também se destaca como principal fonte de produção de biodiesel, e na Alemanha, a principal fonte de matéria-prima para produção de biodiesel é a Canola (Embrapa, 2015).

Tabela 1: Produção de etanol e biodiesel no mundo no ano de 2013.

País	Etanol		Biodiesel	
	Bilhões de litros	%	Bilhões de litros	%
Estados Unidos	50,3	57%	4,8	22%
Brasil	23,7	27%	2,9	13%
Europa	5,2	6%	6,5	29%
China	2,6	3%	0,2	1%
Outros	6,8	8%	7,83	35%
Total	88,6	100%	22,23	100%

Fonte: USDA (2015).

Apesar do ganho de escala mais acentuado nos últimos anos para a produção de biocombustíveis, os custos de produção ainda são pouco competitivos em relação à produção de energia por fontes fósseis (Hass e Foglia, 2006). Dessa forma, de modo geral, globalmente essas cadeias ainda têm sido sustentadas por fortes subsídios governamentais (César, 2012).

### 3.2.2

#### A produção de biocombustíveis no Brasil

Ao longo dos últimos anos o governo federal vem promovendo ações de incentivo à produção de biocombustíveis, tais com o aumento percentual da mistura de etanol anidro na gasolina, que passou de 25% a 27,5% em 2014, e na composição do biodiesel no diesel, que passou de 5% a 7% no mesmo ano.

A produção de biocombustíveis no Brasil está concentrada na produção de biodiesel derivado de óleos vegetais e na produção de etanol proveniente da cana de açúcar. Dessa forma, essa seção apresenta um panorama nacional dos dois setores.

### **A. Produção de Biodiesel no Brasil**

O biodiesel é obtido através da transesterificação (uma reação orgânica na qual um éster é transformado em outro através da troca dos grupos alcóxidos) dos triglicerídeos de óleos e gorduras de origem vegetal ou animal com um mono-álcool de cadeia curta, tipicamente metanol ou etanol (Rinaldi et al., 2007 e; Suarez e Menegghetti, 2007).

Em 2005, o governo federal através da Lei 11.097, de 13 de janeiro, criou o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), que é um programa interministerial que objetiva a implementação de forma sustentável, tanto técnica, como economicamente, a produção e uso do Biodiesel, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional, via geração de emprego e renda no campo e na indústria (MME, 2015). Desta forma, desde o advento PNPB, ficou institucionalizada no país a produção de biodiesel para mistura no diesel.

Dentre as principais diretrizes do Programa, destacam-se: (i) Implantar um programa sustentável, promovendo inclusão social; (ii) Garantir preços competitivos, qualidade e suprimento; (iii) Produzir o biodiesel a partir de diferentes fontes oleaginosas e em regiões diversas (MME, 2015).

A partir de 2005, com a mistura de biodiesel na proporção de 2%, o PNPB gerou investimentos e impulsionou o mercado de suprimento de óleos e gorduras animais como insumo para produção desse produto. Em 2008, o percentual de biodiesel aumentou para 3% e 4% em 2009 e em 2010 chegou a 5%.

O cenário de 5% de adição de biodiesel no diesel durou até julho de 2014, quando foi autorizado o acréscimo para 6%, intermediário ao aumento para 7%, que ocorreu em Novembro de 2014, conforme demonstrado na Figura 3.

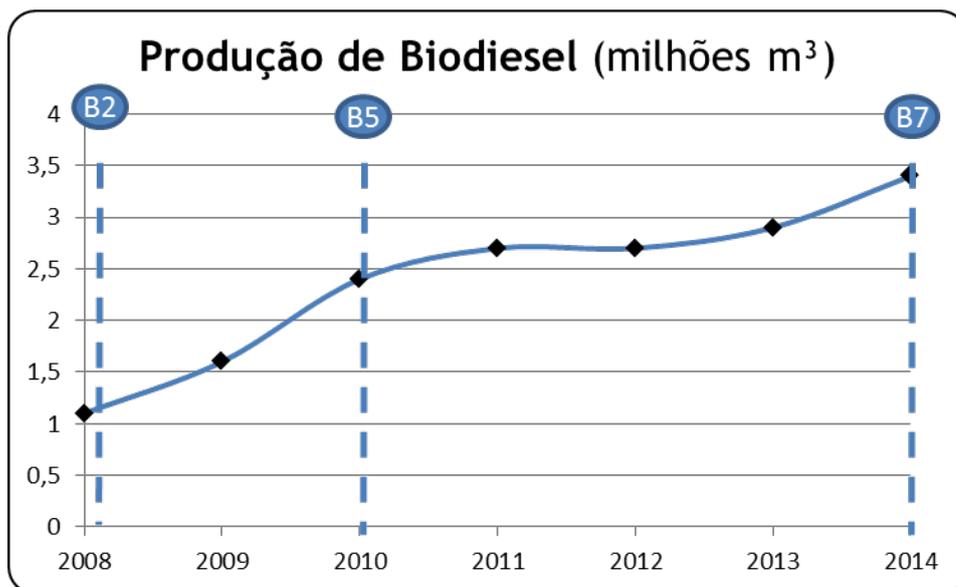


Figura 3: Produção brasileira de biodiesel o longo dos anos em respostas aos aumentos de adição do biodiesel ao diesel

Fonte: ANP 2015, MME 2015.

Além dessas diretrizes, o PNPB visou também diminuir a quantidade de importação de diesel mineral que onera a balança comercial do país. Em 2014, as importações de diesel responderam por 18,6% do consumo interno desse produto, segundo dados do relatório do Mercado de Derivados de Petróleo do Ministério de Minas e Energia (MME, 2015). Soma-se a isso o objetivo de diversificar a matriz energética do país, que passa a ser menos dependente de recursos de origem fóssil.

Segundo dados da ANP (2015), demonstrados na Figura 4, mesmo com esse acréscimo no percentual de biodiesel o Brasil terminou o ano de 2014 com uma capacidade ociosa de produção de biodiesel próxima de 50% do seu parque industrial, o que demonstra que as indústrias já estão preparadas para novos aumentos que possam ser realizados futuramente.

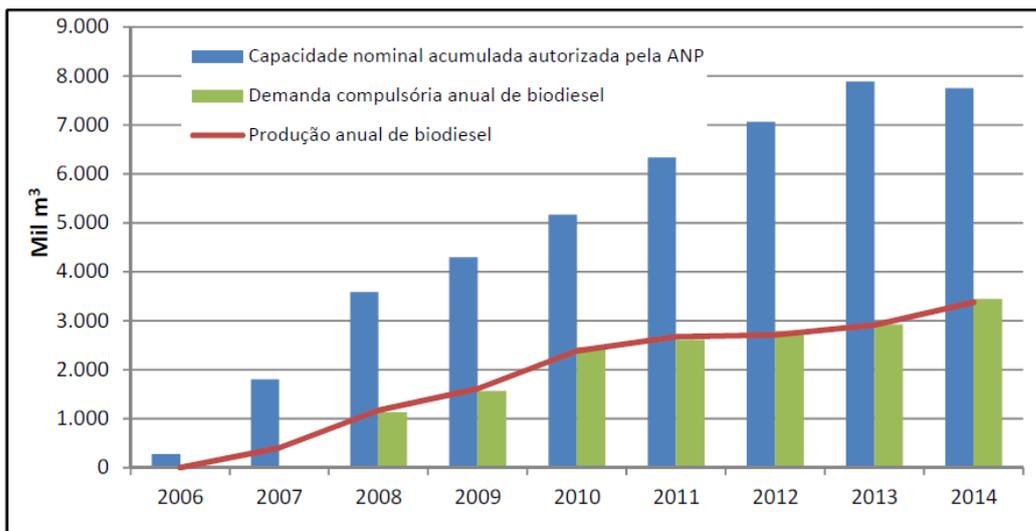


Figura 4: Capacidade, produção e demanda atendida de biodiesel no período de 2005 a 2014.

Fonte: ANP (2015).

Em 2014 a produção de biodiesel ficou acima dos 3.000 m<sup>3</sup> (ANP, 2015), sendo o óleo de soja como principal insumo da produção nacional, com quase 80% do fornecimento, conforme demonstrado na Figura 5.

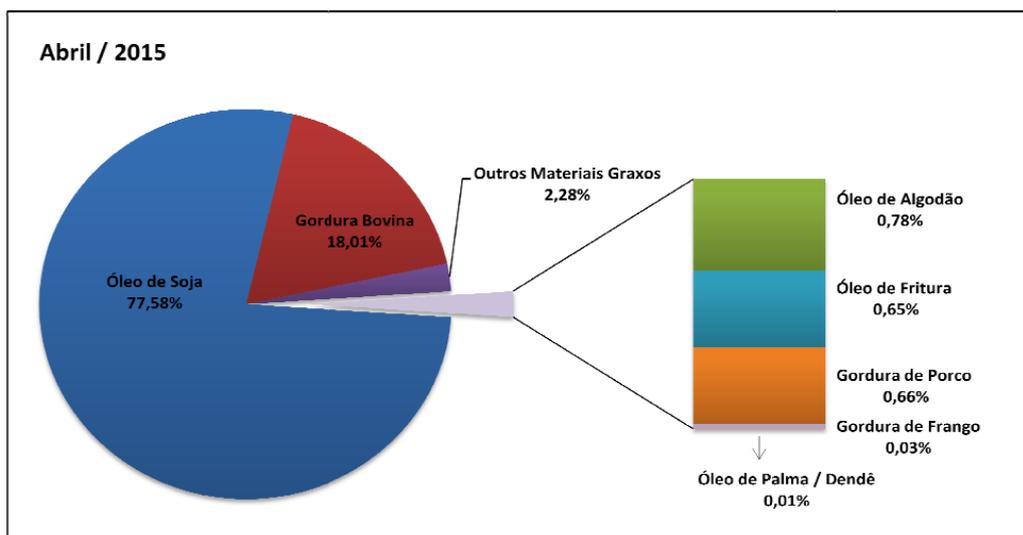


Figura 5: Matérias primas utilizadas para produção de biodiesel no Brasil.

Fonte: ANP, 2015.

As regiões Sul e Centro-Oeste se destacam como principais regiões de produção de biodiesel, com caráter “exportador”, uma vez que produzem mais do que a demanda local, quando comparado com outras regiões.

Já as regiões Nordeste, Sudeste e Norte apresentam comportamento importador de biodiesel, pois não produzem o volume necessário para suportar a demanda interna, mesmo tendo capacidade instalada ociosa (ANP, 2015).

Uma das explicações para isso seria o fato das indústrias estarem próximas às áreas de produção de soja, principal oleaginosa utilizada na produção de biodiesel. As indústrias verticalizadas de produção de óleos vegetais, localizadas no Sul e Centro-Oeste dominam os leilões de biodiesel da ANP com ofertas de produtos a preços bastante competitivos (César *et al.*, 2015).

No caso do Centro-Oeste, por exemplo, a soja representa mais de 80% da matéria-prima utilizada para produção de biodiesel da região (ANP, 2015).

## **B. Produção de Etanol no Brasil**

O etanol pode ser produzido a partir de diversas fontes vegetais, mas a cana-de-açúcar é a que oferece mais vantagens energéticas e econômicas. O Brasil produz etanol basicamente a partir da cana-de-açúcar (ANP, 2015). Já nos Estados Unidos, maior produtor mundial de etanol, a matéria-prima utilizada para produção de etanol é o milho (USDA, 2015).

No caso da cana-de-açúcar, o processo de produção do biocombustível etanol é realizado na mesma planta de esmagamento, obedecendo algumas etapas industriais, que são a lavagem da cana, a moagem, aonde a cana é moída por rolos trituradores e é gerado o melado, logo após é realizada a eliminação das impurezas para as etapas posteriores, que são a fermentação e a destilação (Novacana, 2015).

A produção de álcool no Brasil em grandes escalas iniciou a partir do Decreto 76.593, de 14 de novembro de 1975, com a instalação do Próalcool - Programa Nacional do Álcool, visando o aumento da produção de álcool para abastecimento de veículos automotivos em substituição à gasolina (Biodiesel BR, 2015).

O Próalcool era um programa federal administrado na época pelo Ministério da Indústria e Comércio, através da Comissão Executiva Nacional do Álcool (CENAL), cujo principal objetivo era aumentar a produção de safras agro-energéticas e a capacidade industrial de transformação, visando a obtenção de

álcool para substituição da gasolina, assim como incrementar o seu respectivo uso no setor químico.

O Próalcool pode ser dividido em três grandes fases (Shikida, 1999):

- I. Na primeira fase, concentrada entre 1975 até 1979 onde destacou-se a sua implementação como solução para a crise do açúcar no mercado mundial e também como solução alternativa de abastecimento de combustível no Brasil, com financiamento da industrial nacional de 80% a 90% com taxas de juros baixas, sendo destinados principalmente às regiões Norte e Nordeste e Centro-Sul, além de prazo de amortização de investimentos de 12 anos com carência de 3 anos (Garcia et al., 2007);
- II. Na segunda fase, entre 1980 e 1985, já sob os efeitos da segunda crise internacional do petróleo, o objetivo do Próalcool era aumentar a participação do etanol no mercado de combustível substituindo o consumo da gasolina e consolidando-se como matriz energética no país com estabelecimento de novas e ousadas metas de produção - 10,7 bilhões de litros para a safra 1984/1985, desenvolvimento do plantio na região Centro-Oeste e incentivos à indústria automobilística (Garcia et al., 2007);
- III. Na terceira fase, após 1986, com a redução dos preços do petróleo, de U\$35,00 o barril para U\$15,00 o barril, além de uma recuperação nos preços do açúcar no setor internacional, o governo suspendeu subsídios e financiamentos para as novas destilarias. Esse momento coincide internamente com as descobertas de grandes reservas de petróleo pela Petrobras na Bacia de Campos na década de 80 (LUCCHESI, 1998).

Dessa forma, esse programa alterou toda a especialização da cana-de-açúcar, dinamizando a produção alcooleira nos grandes centros consumidores. O Próalcool passou por estas fases, tendo significativa participação nos rumos energéticos do país (Bray et al., 2000).

Os investimentos realizados pelo Governo Federal permitiram que o aumento de escala industrial possibilitasse a diminuição dos custos de produção e consequente viabilização e crescimento da produção nacional do etanol.

Nos últimos dez anos a produção de etanol saiu de um patamar de 15 bilhões de litros para mais de 25 bilhões de litros por safra (ANP, 2015), conforme demonstrado na Figura 6.

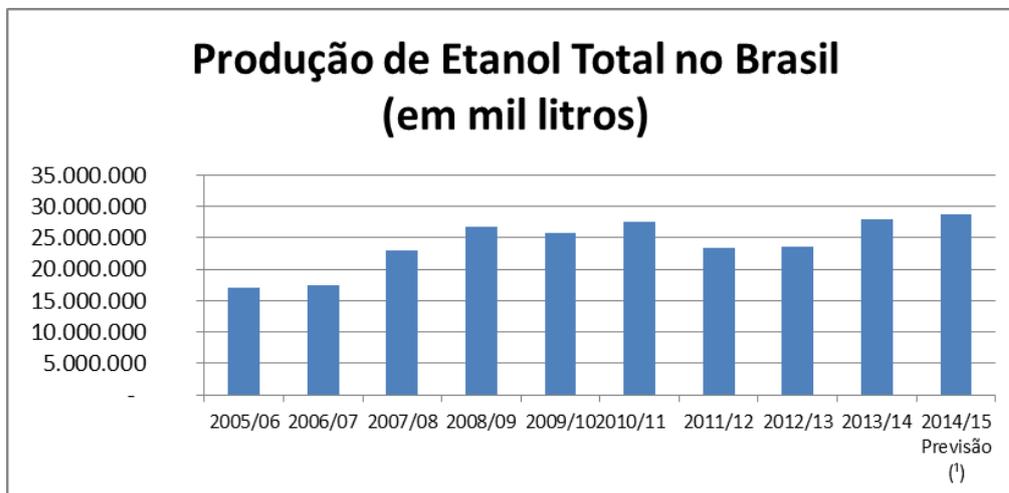


Figura 6: Produção total de etanol no Brasil na última década.

Fonte: elaborado pelo autor a partir de dados da ANP, 2015.

Ainda relacionado ao contexto produtivo, o Brasil possui, segundo dados da ANP (2015), 382 plantas autorizadas para produção de etanol (anidro e hidratado), com capacidade 309.243m<sup>3</sup>/dia. (Figura 7)

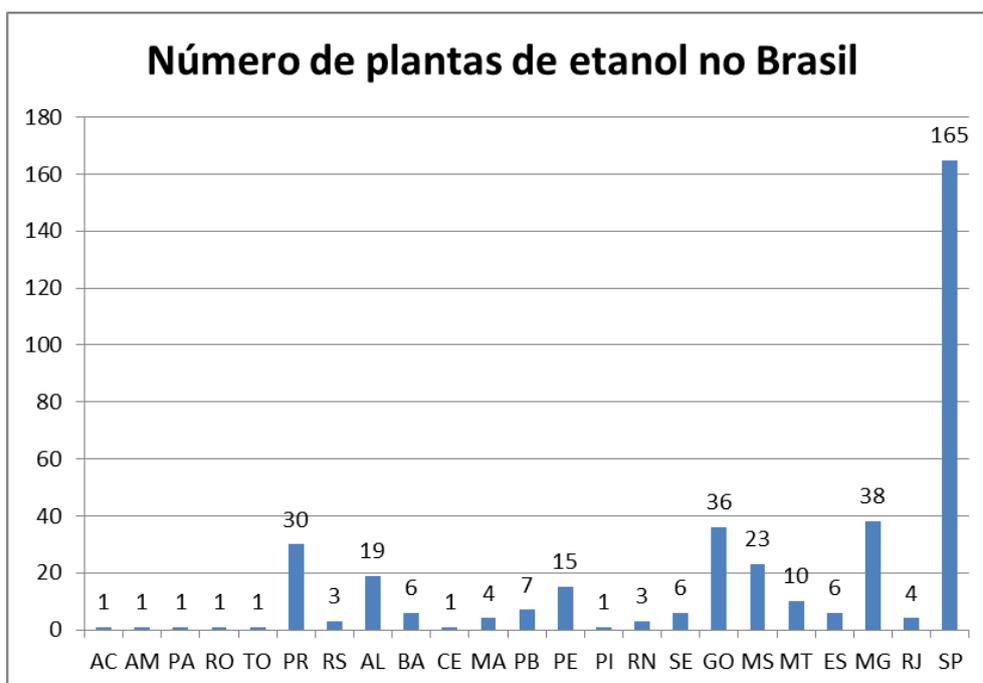


Figura 7: Número de plantas de Etanol no Brasil.

Fonte: ANP, 2015.

A maior parte das empresas produtoras de etanol está concentrada no estado de São Paulo (Figura 9), que possui quase a metade da capacidade instalada de produção do país com 165 plantas (Figura 7) com capacidade de produzir 147.005 m<sup>3</sup>/dia (Figura 8).

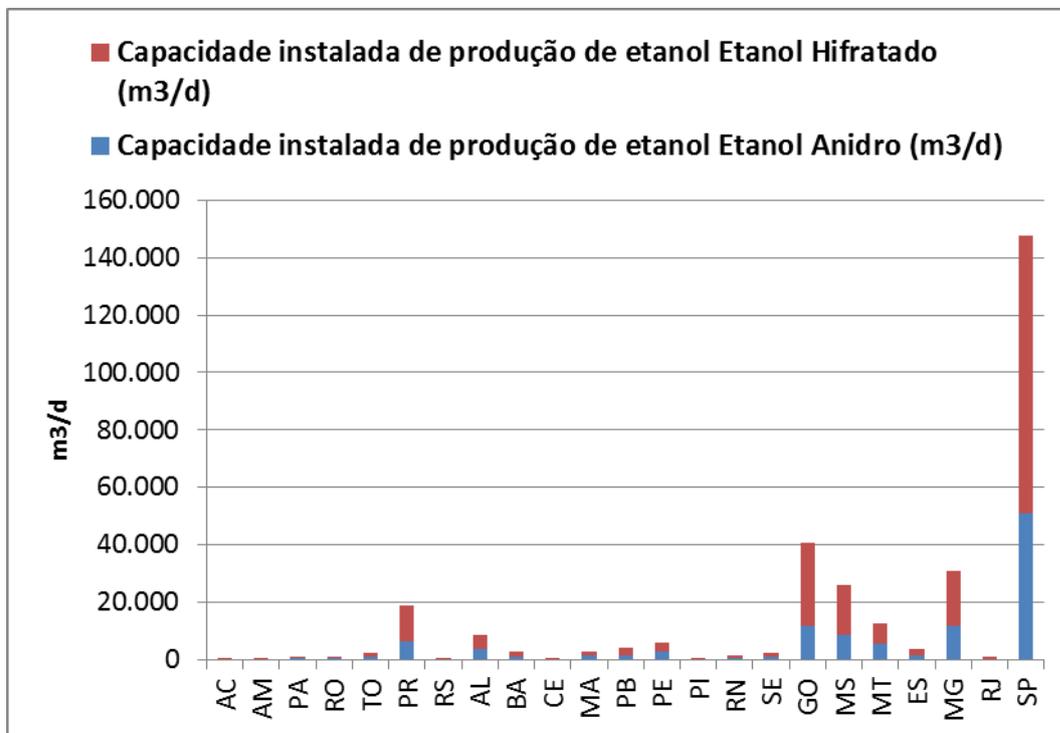


Figura 8: Capacidade instalada de produção de etanol no Brasil.

Fonte: ANP, 2015.

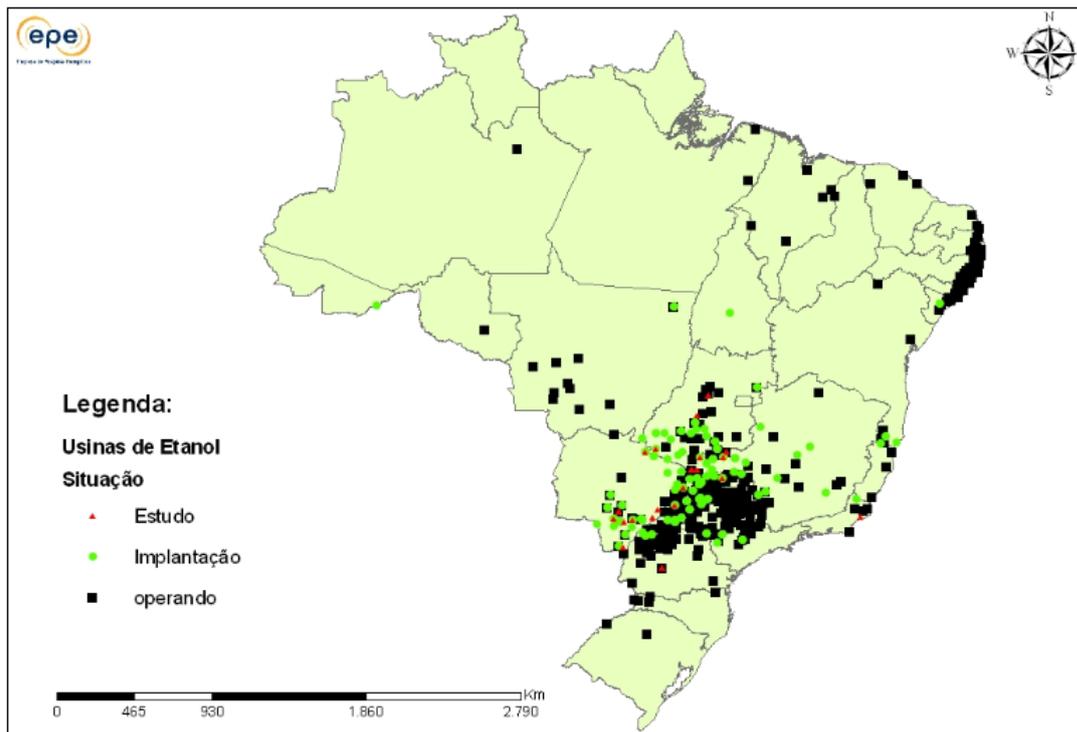


Figura 9: Distribuição das usinas de Etanol no Brasil.

Fonte: ANP, 2015.

Segundo dados da UNICA (2015), seis estados do Brasil (São Paulo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Paraná) representaram 91,8% da produção de etanol no Brasil na safra 13/14.

Na safra 2013/2014, foram exportados quase 3 bilhões de litros de etanol para atender demandas do mercado externo, sendo o principal consumidor os Estados Unidos (UNICA, 2015).

O Proálcool alcançou êxito rápido e serve como modelo para implantação de novas formas de energia em todo o mundo. É neste contexto que surge a implantação da tecnologia do biodiesel. Surge como uma possibilidade de adoção de novos insumos para a produção de energia utilizando-se de um modelo já consolidado de políticas e ações estratégicas àquelas adotadas no Proálcool. Os erros foram detectados e alternativas a eles podem ser aplicadas. Os passos certos podem ser repetidos e ainda aperfeiçoados (Garcia et al., 2007).

Com o decorrer do Proálcool houve uma mudança nos polos regionais, o Nordeste experimentou uma redução relativa da produção e deu lugar ao Centro-Sul. Atualmente, o Estado de São Paulo produz sozinho cerca de 60% da cana do país (CONABa, 2015). Deve-se destacar que os controles governamentais de cota

de produção e exportação, tabelamento de preços e concessão de subsídios à produção e a movimentação tanto para o açúcar quanto para o etanol foram eliminadas em um regime de transição iniciado em meados dos anos 90 e concluído em 2002. Atualmente o governo apenas define o teor de etanol na gasolina, que está em 27,5% desde 2014.

## 4

### Metodologia de pesquisa

Nesse capítulo é apresentada a classificação da pesquisa quanto aos seus aspectos metodológicos. Logo após, são apresentados os métodos de construção da análise do nível de maturidade entre cadeias realizada, que envolveu a aplicação de questionário a empresas beneficiadoras das matérias-primas, além da análise qualitativa de dados primários e secundários.

Por fim é demonstrada a forma de construção do gráfico de dispersão elaborado para as cadeias da soja, cana-de-açúcar, palma e mamona.

#### 4.1

##### Classificação da pesquisa

Segundo Gil (1999), a pesquisa é um processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos.

A classificação da metodologia de pesquisa aqui empregada utilizou como base os conceitos aplicados por Silva e Menezes (2005), Gil (1999) e Vergara (2005), que possibilitaram classificar da seguinte forma:

- Quanto ao tipo:

Trata-se de pesquisa aplicada que objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida a problemas de cadeias de suprimentos, buscando classificar os participantes quanto ao nível de maturidade dentro das cadeias analisadas.

- Quanto à forma:

Trata-se de pesquisa qualitativa, não utilizando ferramentas estatísticas para análise dos resultados, porém possui características citadas por Silva e Menezes (2005), como a interpretação de fenômenos e atribuição de significados, a utilização de ambiente natural como fonte de dados e a ação do pesquisador como instrumento para análise dos dados.

- Quanto aos objetivos:

Trata-se de pesquisa exploratória, envolvendo levantamento bibliográfico de dados do setor de cadeias de suprimentos, com estudo de caso realizado com empresas produtoras de biocombustíveis no Brasil.

Para analisar o nível de maturidade entre as cadeias de suprimentos foi utilizada a metodologia desenvolvida por Tan (2001), quando este delimitou um modelo (framework) para direcionar as linhas de pesquisa na cadeia de suprimentos que agregam valor para as corporações em duas frentes de atuação.

## 4.2

### **Análise do nível de maturidade entre cadeias de suprimento**

O modelo desenvolvido por Tan (2001), apresentou uma evolução do gerenciamento da cadeia de suprimento com enfoque em duas perspectivas principais.

Em uma das perspectivas, que o autor denominou de *Logística Integrada*, são analisadas questões relativas à eficiência operacional dentro da cadeia de suprimento como pontos de diferença competitiva na busca por melhoria nos resultados das corporações.

Na outra perspectiva, que o autor denominou de *Integração da Rede de Fornecedores*, são analisadas questões relativas à melhoria da integração da base de fornecedores dentro da cadeia de suprimento como diferencial competitivo no alcance de resultados.

Essas perspectivas foram os balizadores da análise do nível de maturidade proposto nesse estudo, através da formatação de um quadro comparativo

bidimensional, tendo um eixo referente ao nível de desenvolvimento da logística integrada da cadeia de suprimentos (Integrated Logistics) - eixo vertical, e um eixo horizontal referente ao nível de Integração com a rede de fornecedores da cadeia de suprimentos (Supplier Base Integration).

Para cada uma das perspectivas foram selecionados indicadores que pudessem quantificar o estágio de desenvolvimento da maturidade de cada uma das cadeias.

Esses indicadores foram elaborados de duas formas básicas, sendo a primeira delas a partir do retorno de um questionário realizado (4.2.1) com empresas beneficiadoras das matérias-primas analisadas (soja, cana-de-açúcar, palma e mamona) e, a segunda forma foi a análise de dados primários e secundários de forma qualitativa (4.2.2).

A composição de cada um dos eixos da matriz proposta pode ser melhor visualizada na Tabela2:

Tabela 2: Eixos da matriz de metodologia.

Metodologia		Aplicação	Indicadores	Peso na avaliação final	Peso na avaliação final
Eixo Vertical		Questionário	<b>Indicador 1:</b> conjunto de 9 respostas do questionário	2	50%
	Logística Integrada				
		Dados Primários /Secundários	<b>Indicador 2:</b> Nível de produção agrícola; <b>Indicador 3:</b> Nível de tecnologia agrícola;	2	50%
TAN, 2000					
Eixo Horizontal		Questionário	<b>Indicador 1:</b> conjunto de 7 respostas do questionário	2	50%
	Cadeia de Fornecedores				
		Dados Primários /Secundários	<b>Indicador 2:</b> Nível de associação de fornecedores; <b>Indicador 3:</b> Nível de formação de preços na cadeia	2	50%

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 4.2.1

#### O questionário

O questionário (Apêndice 1) envolveu dois blocos de perguntas voltadas tanto para a parte de relacionamento da base de fornecedores, abrangendo aspectos de compras e suprimentos, quanto questões associadas ao nível de prestação de serviços de transporte, armazenagem e operação industrial, gerando um indicador para cada bloco, conforme indicado na Tabela 3.

O questionário continha 16 questões, das quais 9 eram relacionadas à Logística Integrada e 7 eram relacionadas à Cadeia de Fornecedores.

O questionário foi enviado para empresas esmagadoras de soja, cana-de-açúcar, palma e mamona com atuação reconhecida na respectiva cultura.

Foram selecionadas 9 empresas no ramo da soja, 4 empresas no ramo de cana-de-açúcar, 4 empresas no ramo de palma e 3 empresas no ramo de mamona.

As empresas selecionadas encontram-se no primeiro elo da cadeia de suprimentos, sendo receptoras da produção agrícola, responsáveis pelo esmagamento e extração dos óleos que são utilizados para a fabricação de biocombustível, quando essa alternativa é economicamente atrativa.

Do total de questionários enviados, obteve-se resposta de 8 empresas esmagadoras dessas matérias-primas, sendo 2 da soja, 3 de cana-de-açúcar, 2 de palma e 1 empresa de mamona.

Todos os questionários foram respondidos por diretores ou por gerentes de primeira linha com experiência e capacitação para dar respaldo às questões realizadas.

Dado o alto nível de complexidade das cadeias analisadas, não foi possível envolver todos os membros no processo de avaliação de nível de maturidade devido ao alto número de participantes. Sendo assim, foram selecionados alguns importantes membros para tornar a análise academicamente viável.

#### 4.2.1.1

##### Nível de operação logística

Para composição do indicador relativo à Logística Integrada do questionário, foram consideradas 9 questões de múltipla escolha (questões 3 a

9;13;14) com uma pontuação percentual de acordo com a resposta selecionada, e uma questão aberta (11) que representa a capacidade instalada de processamento de matéria-prima por dia. No caso da pergunta aberta (11) foi adotado o critério de valor de esmagamento  $\geq 2.000$  toneladas/dia, então 100 pontos, se  $<2.000$  toneladas/dia, então 0 ponto.

O resultado final desse indicador considera a média das respostas de cada uma das cadeias, conforme Tabela 3:

Tabela 3: Questões do indicador de logística integrada.

Questões	Pontuação por cultura - Metodologia de análise
3.A oferta de serviço de transporte para atendimento à safra é satisfatória?	Escala de 1 a 5: quanto maior melhor
4. O serviço prestado pelas empresas de transporte é satisfatório?	Escala de 1 a 5: quanto maior melhor
5.Qual a representatividade percentual do custo de transporte sobre o valor da matéria prima até a usina?	Escala de 1 a 6: quanto menor melhor
6.Qual a distância média percorrida entre a área de produção e a indústria?	Escala de 1 a 6: quanto menor melhor
8.Qual a representatividade média do custo de armazenagem sobre o valor do produto?	Escala de 1 a 6: quanto menor melhor
9.As condições de armazenagem próprias obedecem a padrões exigidos pela CONAB?	Escala de 1 a 5: quanto maior melhor
11.Qual a capacidade instalada de processamento/esmagamento por dia da fábrica?	Questão aberta: 1) se resposta $\geq 2.000$ ton/dia - 100 pontos 2) se resposta $< 2.000$ ton/dia - 0 ponto
13.Qual o percentual de utilização médio da fábrica nos últimos 3 anos com esmagamento?	Escala de 1 a 5: quanto maior melhor
14.Qual o percentual da produção do óleo é direcionado a biocombustível?	Escala de 1 a 6: quanto maior melhor
Total	Média da pontuação das 9 questões

Fonte: Questionário - Apêndice 1.

#### 4.2.1.2

#### Nível de Associação de fornecedores

Para composição do indicador relativo a Rede de Fornecedores do questionário, foram consideradas 7 questões de múltipla escolha (18 a 24) com uma pontuação de acordo com a resposta selecionada.

O resultado final desse indicador considera a média das respostas de cada uma das cadeias, conforme Tabela 4:

Tabela 4: Questões do indicador de rede de fornecedores

Questões	Pontuação por cultura - Metodologia de análise
18.Qual o percentual da produção de grãos é contratada de terceiros?	Escala de 1 a 5: quanto maior melhor
19.Qual o percentual da produção de grãos é oriundo de agricultores familiares (média dos últimos 3 anos)?	Escala de 1 a 5: quanto maior melhor
20.Qual o percentual da produção é destinado à exportação (média dos últimos 3 anos)?	Escala de 1 a 5: quanto maior melhor
21.Qual o percentual de realização dos contratos de fornecimento de grãos previamente firmados com agricultores (média dos últimos 3 anos)?	Escala de 1 a 5: quanto maior melhor
22.Existe adiantamento de recursos para os contratos realizados?	Escala de 1 a 5: quanto maior melhor
23.As condições de financiamento de safra são satisfatórias?	Escala de 1 a 5: quanto maior melhor
24.Qual o prazo médio de duração dos contratos de fornecimento de grãos?	Escala de 1 a 5: quanto maior melhor
Total	Média da pontuação das 7 questões

Fonte: Questionário - Apêndice 1.

#### 4.2.2

#### Análise qualitativa de dados primários / secundários

A análise qualitativa dos dados primários e secundários contempla a seleção de fatores que impactam diretamente tanto fatores operacionais, quanto

fatores de relacionamento da rede de fornecedores situados nas cadeias de produção analisadas.

A análise desses dados gerou mais dois indicadores para cada um dos blocos analisados, conforme já demonstrado na Tabela 2, que serão detalhados a seguir.

#### 4.2.2.1

**Logística Integrada:** indicadores qualitativos selecionados e método de cálculo de performance

Na parte de logística integrada foram selecionados dois indicadores qualitativos, sendo o primeiro deles o **Nível de Produtividade de óleo/etanol por hectare plantado** e o segundo o **Nível de Tecnologia Agrícola** presente em cada uma das culturas (representado pela quantidade de registro de cultivares existente no Ministério da Agricultura e Pecuária - MAPA).

Para ambos indicadores foi atribuída a nota 100 para a cultura que representasse o maior número dentro do critério analisado e foram atribuídos percentuais sobre esse número para as culturas seguintes para atribuição da nota.

#### 4.2.2.2

**Integração da Rede de Fornecedores:** indicadores qualitativos selecionados e método de cálculo de performance

Na parte de logística integrada foram selecionados dois indicadores qualitativos, sendo o primeiro deles o **Nível de Associação de fornecedores** e o segundo a **Formação de Preços da Cultura**.

Para o primeiro item, o **nível de associação dos fornecedores**, foram atribuídos dois critérios de avaliação, cuja análise retornava uma pontuação de 0 ou 100, conforme demonstrado na Tabela 5:

Tabela 5: Composição do Indicador de Associação de Fornecedores.

Item		Pontuação por cultura - Metodologia de análise
Associação de fornecedores;	Possui associação que reúna representantes que representem mais de 50% da produção nacional?	se sim=100 pontos, se não = 0 ponto
	Associação possui mais de 10 anos de atuação?	se sim=100 pontos, se não = 0 ponto
<b>Total</b>		<b>Média das duas perguntas</b>

Fonte: Questionário - Apêndice 1.

Para o segundo indicador, a **formação de preço** para a cultura, também foram atribuídos dois critérios de avaliação, cuja análise retornava uma pontuação de 0 ou 100, conforme demonstrado na Tabela 6.

Tabela 6: Composição do Indicador de Formação de Preço.

Item		Pontuação por cultura - Metodologia de análise
Formação de preço;	Possui referência de preço nacional?	se sim=100 pontos, se não = 0 ponto
	A cultura possui publicação de preço diária?	se sim=100 pontos, se não = 0 ponto
<b>Total</b>		<b>Média das duas perguntas</b>

Fonte: Questionário - Apêndice 1.

### 4.2.3

#### **Construção do gráfico de dispersão - consolidação dos indicadores**

Após o levantamento dos números gerados pelos indicadores apresentados na Tabela 2, foi elaborado um gráfico de dispersão com objetivo de visualizar espacialmente como se apresentam as cadeias de suprimento analisadas.

Os resultados dos 3 indicadores gerou um valor para cada um dos blocos de análise (logística integrada + rede de fornecedores) e realizou-se uma média das avaliações atribuídas a cada uma das culturas analisadas.

Com objetivo de reforçar a opinião e a percepção dos representantes das empresas analisadas, foi atribuído peso 2 para os indicadores elaborados a partir do retorno das avaliações realizadas nos questionários, tanto para a parte de logística integrada quanto para a parte de integração de rede de fornecedores.

Para os demais indicadores foi atribuído peso 1.

A análise foi interpolada conforme demonstrado na Tabela 7, produzindo as pontuações finais que darão origem ao gráfico de dispersão.

Tabela 7: Dados para o gráfico de dispersão.

Item		Soja	Cana	Dendê	Mamona
Logística Integrada	<b>INDICADOR 1:</b> <i>Nível de operação logística</i>	X1	Y1	Z1	W1
	<b>INDICADOR 2:</b> Nível de produtividade agrícola (óleo/ha);	X2	Y2	Z2	W2
	<b>INDICADOR 3:</b> Nível de tecnologia agrícola;	X3	Y3	Z3	W3
<b>TOTAL 1</b>		$=((X1^2)+X2+X3)/4$	$=((Y1^2)+Y2+Y3)/4$	$=((Z1^2)+Z2+Z3)/4$	$=((W1^2)+W2+W3)/4$
Integração da rede de fornecedores	<b>INDICADOR 1:</b> Nível de Associação de fornecedores	A1	B1	C1	D1
	<b>INDICADOR 2:</b> Associação de fornecedores;	A2	B2	C2	D2
	<b>INDICADOR 3:</b> Formação de preço;	A3	B3	C3	D3
<b>TOTAL 2</b>		$=((A1^2)+A2+A3)/4$	$=((B1^2)+B2+B3)/4$	$=((C1^2)+C2+C3)/4$	$=((D1^2)+D2+D3)/4$

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 5

### **Análise de maturidade entre as cadeias de suprimento para produção de biocombustíveis**

Nesse capítulo são apresentadas as áreas de plantio das quatro culturas analisadas, soja, cana-de-açúcar, palma e mamona.

Logo após são apresentados os indicadores utilizados nas duas frentes abordadas sobre a gestão da cadeia de suprimentos, sendo a primeira a integração de operações logísticas e a segunda relativa à integração da rede de fornecedores.

Por fim, é apresentada uma análise gráfica dos resultados alcançados com os indicadores apresentados juntamente com uma análise dos pontos fortes e de melhorias das cadeias de suprimento agrícolas analisadas.

#### **5.1**

##### **Mapa de atuação das cadeias de suprimento agrícolas analisadas.**

Nessa seção são apresentadas as áreas que refletem o plantio atual das 4 cadeias analisadas nessa dissertação: a soja, a cana-de-açúcar, a palma e a mamona.

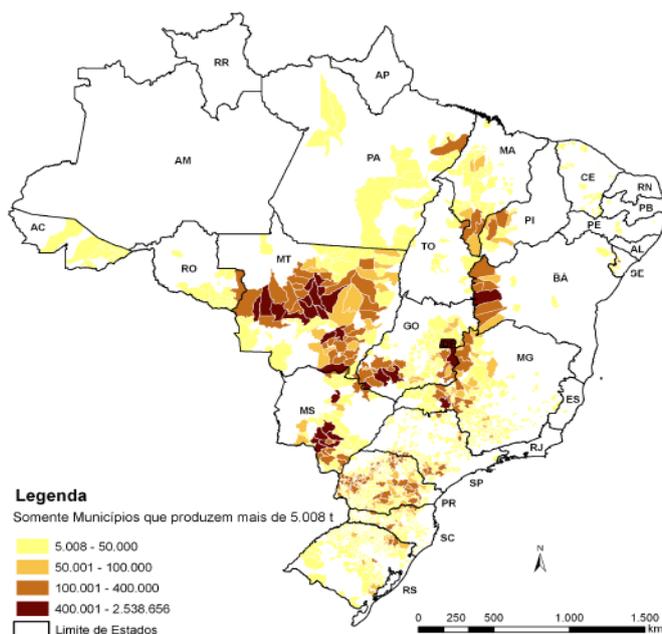
##### **a) Mapa de plantio da soja no Brasil**

Presente em 14 unidades da federação (Figura 10), a soja tem expectativa de safra recorde em 2014/2015 com a colheita prevista de 95 milhões de toneladas de grãos (CONABa, 2015).

A região Centro-Oeste é a principal produtora dessa oleaginosa no país, sendo responsável por 49% da produção na safra 13/14. Os estados do Mato Grosso e do Mato Grosso do Sul foram os principais produtores. A região Sul também se destaca como grande produtora, respondendo por outros 30% da produção nacional (CONABa, 2015).

Novas fronteiras de produção de soja vêm obtendo destaque na produção dessa cultura nos últimos 10 anos. É o caso da , região composta pelos estados do

Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia, também conhecida como MAPITOBA, que viu sua produção sair de 4 milhões de toneladas na safra 03/04 para quase 9 milhões de toneladas na safra 13/14, com tendência de expandir ainda mais a sua atuação nos próximos anos.



Fonte: Conab/IBGE.

Figura 10: Mapa de plantio de soja no Brasil.

Fonte: CONABa, 2015.

#### b) Mapa de plantio da cana-de-açúcar no Brasil

Presente em escala industrial em 10 unidades da federação (Figura 11), a cana-de-açúcar tem expectativa de safra recorde em 2014/2015 com a colheita de 634 milhões de toneladas (CONABa, 2015).

O estado de São Paulo foi responsável por mais da metade da produção nacional (53,8%), seguido dos estados de Goiás (10,4%), Minas Gerais (9,4%), Paraná (6,8%) e Mato Grosso do Sul (6,8%) como principais estados produtores (CONABa, 2015).

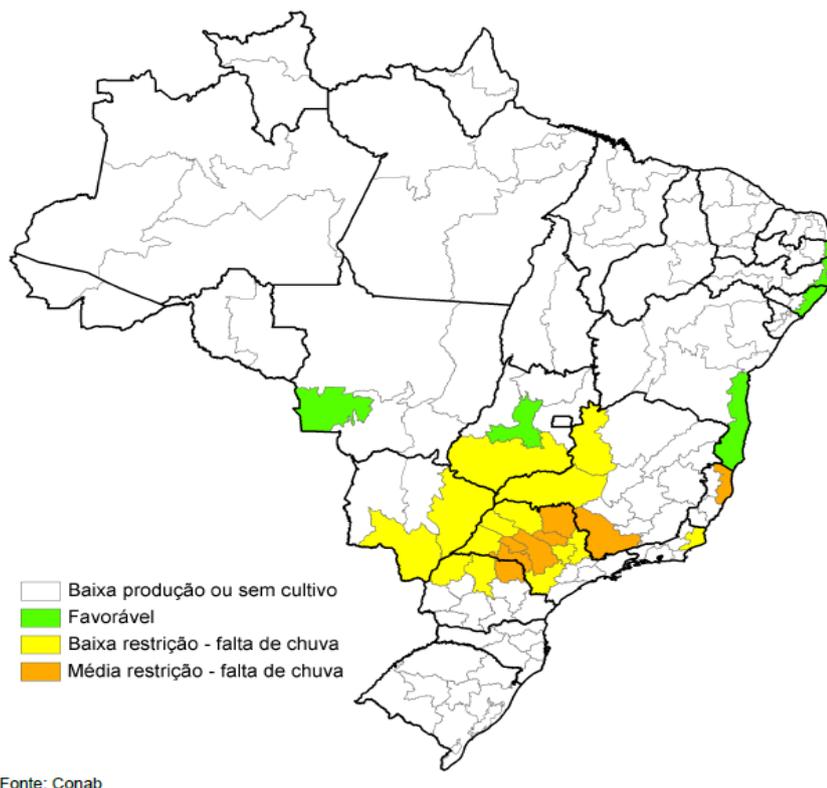


Figura 11: Mapa de plantio de cana-de-açúcar no Brasil.

Fonte: CONABa, 2015.

### c) Mapa de plantio da palma no Brasil

Presente em escala industrial em 3 unidades da federação (Figura 12), a palma produziu 1.246.835 toneladas de cachos de frutos frescos (CFF) em 2013 (IBGE, 2015), sendo o estado do Pará responsável por 83,5% da produção do país, seguido pela Bahia com 16,4% e Amazonas com 0,2%.

As áreas de plantio no Pará, designadas como prioritárias, são aquelas vítimas de ações de desmatamento com foco de atuação para regeneração das mesmas (Cesar e Batalha, 2013).

Trata-se de uma cultura perene, cuja produção não é influenciada por safra agrícola.

A produção industrial está concentrada em 9 grupos industriais, todas localizadas no estado do Pará (Villela et al, 2014). A produção de óleo de palma, apesar de apresentar um crescimento nos últimos anos (IBGE, 2015), ainda não é

suficiente para atender o consumo do mercado interno, sendo o Brasil importador desse óleo atualmente.

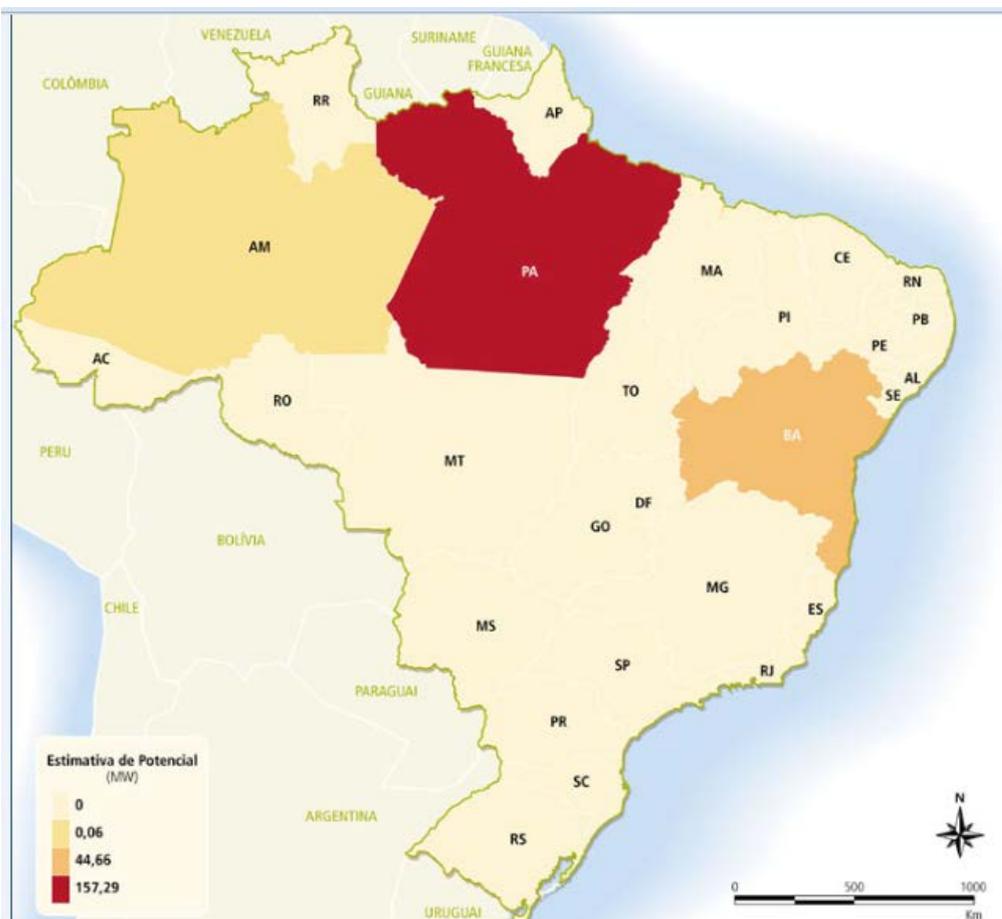


Figura 12: Mapa de plantio da palma no Brasil.

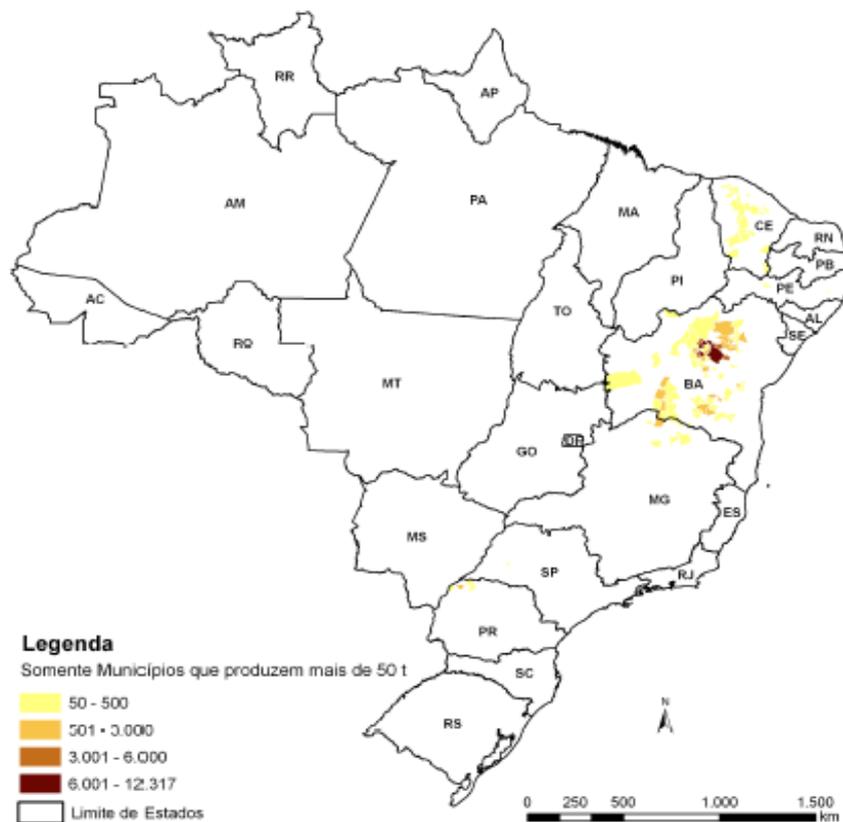
Fonte: CENBIO - CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM BIOMASSA, 2003.

#### d) Mapa de plantio da mamona no Brasil

Presente em 8 unidades da federação (Figura 13), a mamona tem expectativa de colheita de 61 mil toneladas de grãos para safra 2014/2015 (CONABa, 2015).

Bahia, Ceará e Minas Gerais participam com aproximadamente 97% da produção brasileira de mamona. A Bahia se destaca de forma isolada, participando com aproximadamente 86% dos 90,6 mil hectares previstos para serem plantados nesta temporada. É uma lavoura caracterizada por pequenos produtores, baixa tecnologia relacionada à utilização de sementes e equipamentos, além de uma

comercialização desorganizada, que coloca o produtor a mercê de uma forte intermediação (CONABa, 2015).



Conab/IBGE.

Figura 13: Mapa de plantio de mamona no Brasil.

Fonte: CONABa, 2015

## 5.2

### Análise qualitativa das cadeias de suprimento

A análise qualitativa das cadeias de suprimento, conforme já descrito na metodologia, é realizada tendo como balizador os conceitos desenvolvidos por Tan (2001) que divide a gestão das cadeias de suprimentos em duas perspectivas juntamente com a análise dos resultados dos indicadores selecionados para determinar o nível de maturidade das cadeias de suprimento selecionadas.

### 5.2.1

#### **Integração das operações logísticas**

Nessa primeira perspectiva foram analisados 3 indicadores relacionados a melhores níveis de operações de logística integrada, essenciais para a redução de custos e melhor aproveitamento da eficiência dentro das unidades industriais produtivas de cada uma das cadeias analisadas.

Os indicadores e seus resultados serão destacados na sequência.

**a) Indicador 1** – Nível de operação logística: a composição desse indicador é o resultado das respostas de 9 questões da pesquisa realizada com empresas beneficiadoras das cadeias da soja, cana-de-açúcar, palma e mamona.

As perguntas selecionadas nessa primeira parte são relacionadas a operações logísticas, uma das perspectivas propostas por Tan (2001).

O conjunto de respostas é demonstrado na Tabela 8.

Tabela 8: Resultado do questionário: Indicador 1 - Logística Integrada.

Questões	Soja	Cana	Palma	Mamona
3.A oferta de serviço de transporte para atendimento à safra é satisfatória?	60	60	90	100
4. O serviço prestado pelas empresas de transporte é satisfatório?	40	87	90	100
5.Qual a representatividade percentual do custo de transporte sobre o valor da matéria prima até a usina?	70	40	20	60
6.Qual a distância média percorrida entre a área de produção e a indústria?	40	100	85	20
8.Qual a representatividade média do custo de armazenagem sobre o valor do produto?	80	67	-	100
9.As condições de armazenagem próprias obedecem a padrões exigidos pela CONAB?	100	60	30	100
11.Qual a capacidade instalada de processamento/esmagamento por dia da fábrica?	100	100	0	0
13.Qual o percentual de utilização médio da fábrica nos últimos 3 anos com esmagamento?	100	40	100	20
14.Qual o percentual da produção do óleo é direcionado a biocombustível?	80	87	60	0
<b>Resultado</b>	<b>74</b>	<b>71</b>	<b>59</b>	<b>56</b>

Fonte: Questionário - apêndice 1.

A soja apresentou o melhor resultado dentre as cadeias analisadas, alcançando 74 pontos do índice, seguido da cana-de-açúcar, 59 pontos da palma e 56 pontos da mamona.

Na cultura da soja existe alta capacidade de esmagamento nas unidades industriais, superior a 2.000 toneladas de grãos por dia. Além disso, destaca-se o alto percentual de direcionamento do óleo vegetal sendo destinado à produção de biocombustíveis. Como pontos de melhoria na cadeia da soja pode-se destacar a baixa satisfação percebida sobre os serviços de transporte. No caso da soja, a distância percorrida entre produtores e plantas acaba sendo a maior entre as quatro

cadeias, uma vez que a cultura vem se alastrando pelo país, numa velocidade maior do que a implantação de novas plantas esmagadoras.

A cana-de-açúcar fica próxima da soja, porém apresenta custos relativos de transporte mais onerosos em termos percentuais na sua cadeia e menor utilização do seu parque industrial nos últimos 3 anos. Como fator de destaque existe a curta distância percorrida do local de produção e uma melhor percepção sobre a qualidade dos serviços prestados de transportes.

A palma possui um perfil de operação semelhante à cana, porém em escalas de produção ainda bem inferiores, o que comprometeu a sua avaliação no quesito capacidade de beneficiamento. Nessa cultura os custos de transporte representam mais de 10% do valor da matéria-prima.

A respeito da mamona existe uma boa percepção sobre a oferta do serviço de transporte e o baixo impacto sobre o custo total da matéria-prima

Por outro lado, a distância percorrida entre os locais de produção e as unidades de beneficiamento (acima de 300 quilômetros), aquisição, abaixa capacidade de operação industrial e o fato de não direcionar a sua produção para biocombustíveis foram considerados fatores negativos nessa dissertação.

**b) Indicador 2 – Produção de óleo/etanol por hectare (toneladas):**

A Figura 16 possibilita visualizar a alta produção do etanol de cana-de-açúcar por hectare, podendo gerar quase 7.000 litros por hectare plantado.

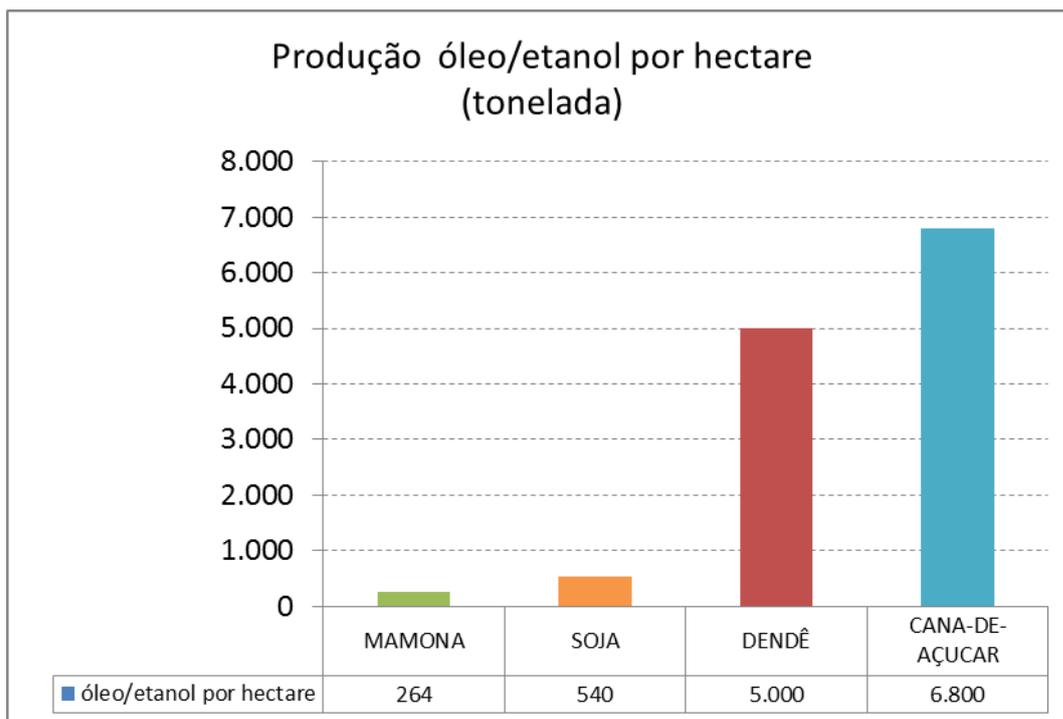


Figura 14: Produção de óleo (ton/ha) da soja, cana-de-açúcar, palma e mamona.

Fonte: Adaptação do autor de dados da CONABa (2015) e IBGE (2015).

Na composição da avaliação desse item, a produção de 6.800 litros por hectare da cana foi tida como a pontuação de 100% sobre o nível de maturidade neste quesito e as demais cadeias foram frações desse percentual, ficando em segundo lugar a palma com 74% (igual a  $5.000/6.800$ ), a soja em terceiro com 8% (igual a  $540/6.800$ ) e a mamona em quarto lugar com 4% (igual a  $264/6.800$ ).

Auxiliam na análise da quantidade de óleo por hectare as Figuras 14 e 15 com as informações de área plantada e de produtividade de cada uma das culturas analisadas.

- Área plantada (hectares):

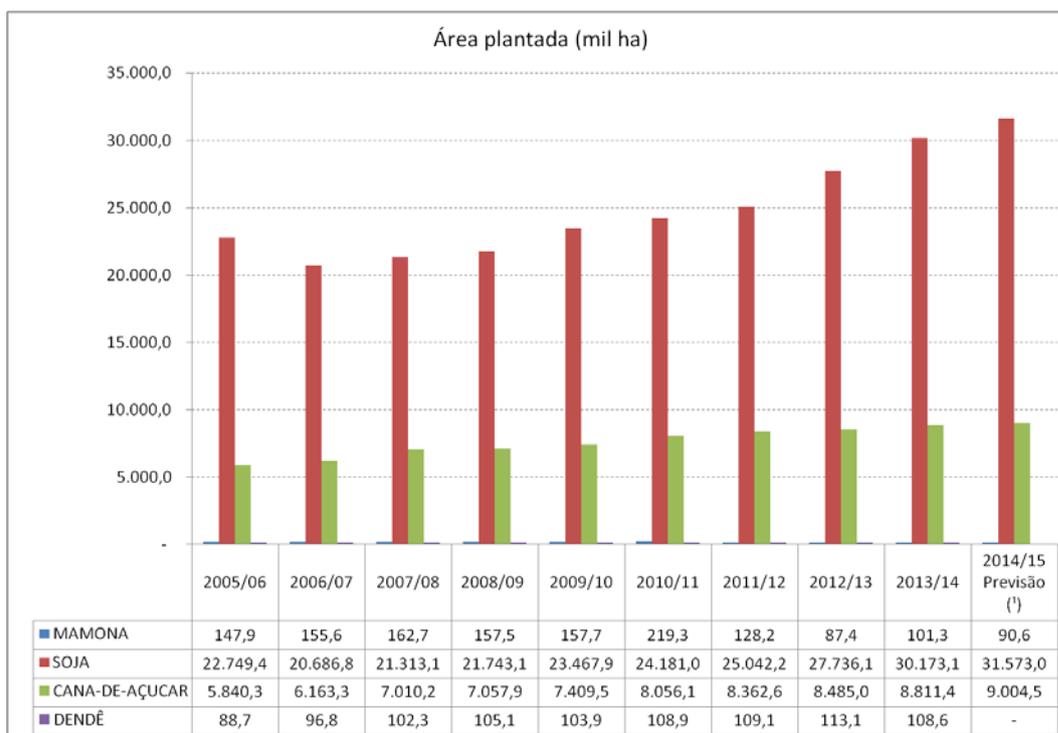


Figura 15: Área plantada (ha) da soja, cana-de-açúcar, palma e mamona.

Fonte: Adaptação do autor de dados da CONABb (2015) e IBGE (2015).

Com base nos dados de área plantada apresentados na Figura 15, analisa-se que, em termos de área plantada, a soja possui papel de destaque no cenário nacional, sendo responsável por mais de 50% da área destinada à produção de grãos no Brasil (CONAB, 2015b).

Esta oleaginosa também apresentou expressivo crescimento nos últimos anos, chegando a um aumento de área plantada de quase 10 milhões de hectares, passando de uma área total plantada de 22,7 milhões de hectares em 2005 para 31,5 milhões de hectares em 2014.

Com patamar inferior em termos de área, porém com crescimento percentual similar, vem a cana-de-açúcar, que também apresentou forte crescimento na área plantada saindo de um patamar de 5,8 milhões de hectares para 9 milhões de hectares.

A mamona e a palma possuem participação muito inferior, representando menos de 1% da área plantada da soja, com pouco mais de 100 mil hectares em 2013 para cada uma dessas culturas.

Também é possível perceber que mesmo em termos percentuais não houve crescimento para essas culturas, ficando a palma com a área plantada praticamente estabilizada enquanto a mamona apresenta uma redução de área na última década.

- Produtividade (kg/ha):

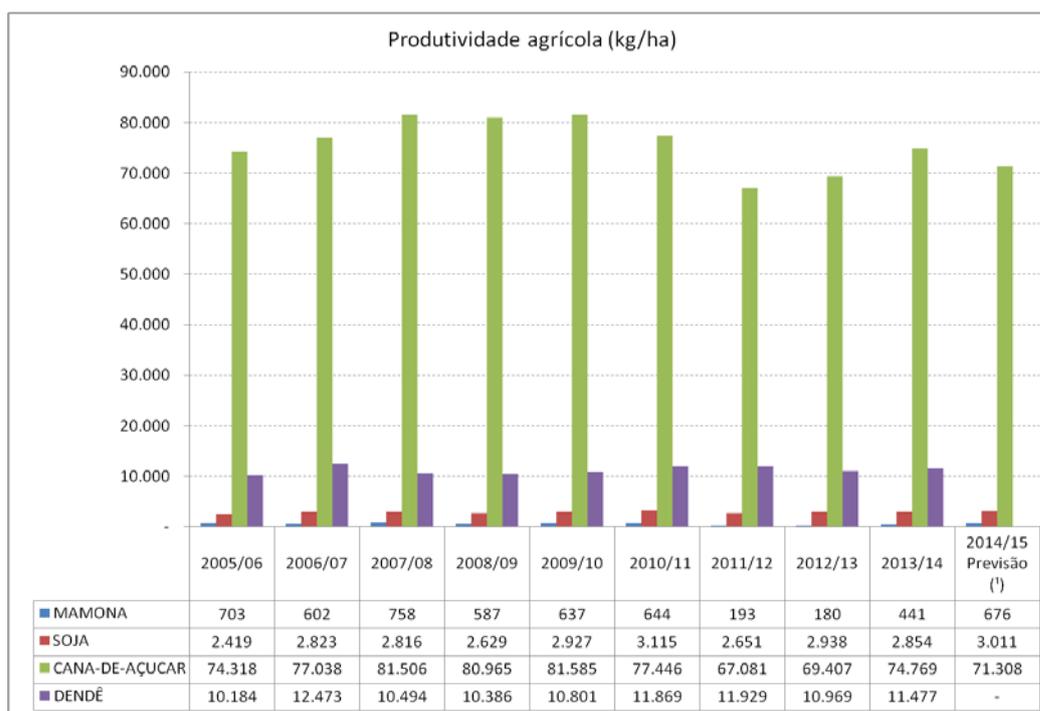


Figura 16: Produtividade agrícola (kg/ha) da soja, cana-de-açúcar, palma e mamona.

Fonte: Adaptação do autor de dados da CONABb (2015) e IBGE (2015).

Com relação ao quesito produtividade (Figura 16) a cana-de-açúcar assume papel de protagonista, apresentando índices de produtividade superiores a 70.000 kg/hectare, enquanto a palma apresenta produtividade na casa dos 11.000 kg/hectare, a soja apresenta produtividade em torno de 3.000 kg/ha e a mamona fica em pouco mais de 600 kg/ha.

A expansão de área plantada, aliada a altos índices de produtividade tanto da cana-de-açúcar, quanto da soja, resultam ano após ano em volumes recordes de produção dessas matérias-primas.

A palma apresenta um aumento percentual em torno de 30% nos últimos 10 anos, porém ainda com volumes muito baixos quando comparados com as outras duas cadeias.

A mamona, mesmo sendo uma aposta do governo federal quando do lançamento do Programa Nacional de Produção de Biodiesel (PNPB), possui índices de produção baixos quando comparados às demais culturas, sendo fortemente impactada por fatores climáticos adversos nas últimas três safras.

**c) Indicador 3 - Nível de tecnologia agrícola;**

Com relação ao nível de desenvolvimento tecnológico no campo, segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2015), é possível perceber através da Figura 17 que a quantidade de cultivares registradas atualmente possui um patamar bem diferenciado entre as culturas analisadas, o que representa de forma indireta o investimento em pesquisa e desenvolvimento de novas cultivares nos últimos anos, efeito do aumento dos investimentos privados em culturas específicas.

Nessa análise, a soja e a cana aparecem em papel de destaque frente à palma e à mamona.

O investimento em desenvolvimento de novas cultivares está diretamente relacionado ao desenvolvimento da produtividade agrícola nos últimos anos.

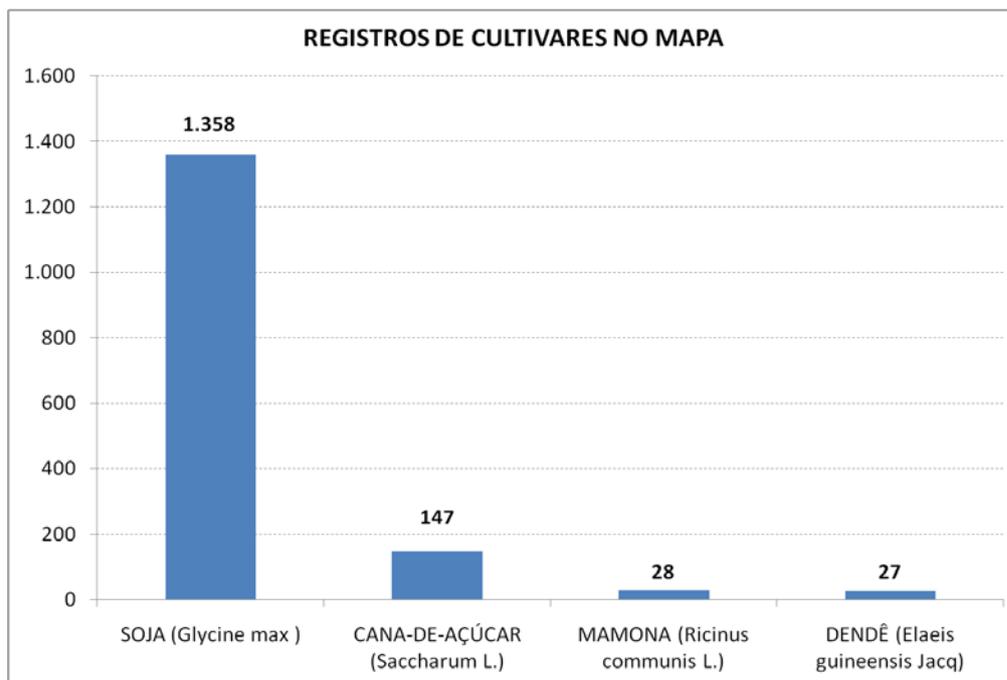


Figura 17: Número de registro nacional de cultivares (RNC) no MAPA.

Fonte: Adaptação do autor de dados do MAPA (2015).

Na composição da avaliação desse item, existem atualmente 1.358 cultivares de soja registradas no MAPA, que tiveram a pontuação de 100% para a essa cultura, nesse indicador. Em segundo lugar, veio a cana-de-açúcar com pontuação percentual de 11% (igual a 147/1.358), em terceiro ficou a mamona, com pontuação percentual de 2% (igual a 28/1.358) e a palma em quarto lugar com 4% (igual a 27/1.358).

## 5.2.2

### Integração da rede de fornecedores

Nessa segunda perspectiva é analisada a excelência na integração entre a base de fornecedores, atividades essenciais para a redução de níveis de inventário e do ciclo de abastecimento dos produtos de cada uma das cadeias analisadas.

Foram selecionados **três indicadores** para mensurar o nível de maturidade dessas cadeias. Os indicadores e seus resultados serão destacados na sequência.

**a) Indicador 1:** Nível de integração da rede de fornecedores: a composição desse indicador é o resultado das respostas de 7 questões do questionário realizado com empresas beneficiadoras das cadeias da soja, cana-de-açúcar, palma e mamona.

As perguntas selecionadas nessa primeira parte são relacionadas a integração da rede de fornecedores, segunda perspectivas propostas por Tan (2001).

O conjunto de respostas é demonstrado na Tabela 9.

Tabela 9: Integração de fornecedores: Indicador 1 - Resultado do questionário.

Questões	Soja	Cana	Palma	Mamona
18.Qual o percentual da produção de grãos é contratada de terceiros?	90	27	20	100
19.Qual o percentual da produção de grãos é oriundo de agricultores familiares (média dos últimos 3 anos)?	50	27	40	100
20.Qual o percentual da produção é destinado à exportação (média dos últimos 3 anos)?	80	33	50	20
21.Qual o percentual de realização dos contratos de fornecimento de grãos de soja previamente firmados com agricultores (média dos últimos 3 anos)?	50	100	60	20
22.Existe adiantamento de recursos para os contratos realizados?	100	67	50	20
23.As condições de financiamento de safra são satisfatórias?	70	47	80	20
24.Qual o prazo médio de duração dos contratos de fornecimento de grãos de soja?	80	100	100	20
<b>Resultado</b>	<b>74</b>	<b>57</b>	<b>57</b>	<b>43</b>

Fonte: Questionário - Apêndice 1.

Analisando as respostas relativas a parte de integração de fornecedores, visualizamos que a cadeia da soja continua com os melhores resultados, num total de 74 pontos, tendo como principais destaques a grande participação de contratação da produção de fornecedores externos, exigindo alto nível de relacionamento na cadeia.

Pode-se destacar também a realização de contratos de um ano de duração, normalmente negociados por safra e a existência de adiantamentos de recursos para os contratos realizados, que permitem o financiamento do plantio para os fornecedores dessa cultura.

Como fatores mais críticos podemos perceber uma baixa realização dos contratos previamente firmados, baixa origem de agricultores familiares e condições de financiamento de safra com potencial de melhoria.

A cultura da cana-de-açúcar, em segundo lugar nesse quesito, com 57 pontos. Como fatores positivos dessa cultura, podemos destacar o alto índice de

fidelização no fornecimento da produção através dos contratos firmados, além do longo prazo dos contratos firmados, acima de um ano.

Como fatores de desenvolvimento da cana-de-açúcar em termos de integração de fornecedores podemos destacar a baixa diversificação de contratação da produção com terceiros, incluindo agricultores familiares, médios e grandes produtores. Quanto maior a concentração da produção própria, maiores os riscos e a exposição a fatores externos.

No caso da palma, que ficou empatada com a cana-de-açúcar em segundo lugar, os comentários são basicamente os mesmos, com a exceção de que existem melhores condições de financiamento para a palma e pior realização de atendimento dos contratos.

No caso da mamona existe uma precariedade muito grande com relação a estruturação da cadeia de fornecedores. As condições de financiamento da safra são insatisfatórias, os contratos são de curto prazo, normalmente de até 30 dias de fornecimento, não são realizados de forma prévia, e há um grande índice de não cumprimento dos mesmos.

#### **b) Indicador 2 - Formação de preço de commodities**

Na composição da avaliação desse indicador, na formação de preços foram utilizados dois critérios que geraram a pontuação desse item, conforme demonstrado na Tabela 10:

Tabela 10: Integração de fornecedores - Indicador 2: Formação de preço.

Item		Soja	Cana	Palma	Mamona
Formação de preço;	Possui referência de preço nacional? (se sim=100 pontos, se não = 0 pontos)	100	100	0	100
	A cultura possui publicação de preço diária? (se sim=100 pontos, se não = 0 pontos)	100	100	0	0
Total		100	100	0	50

Fonte: Elaborado pelo autor.

No modelo da soja, há balizadores internos e externos de formação de preço. Contratos de soja com preço futuro são negociados na bolsa de Mercados e Futuros (BM&F) de São Paulo, além de haver a bolsa internacional que baliza os preços dessa commodity, que é a CBOT (Chicago Board of Trade), com atualização diária no mercado interno.

No caso da cana e do etanol, a formação do preço é realizada com referência ao ATR (Açúcar total recuperável) da cana, que é o açúcar que sobra depois do processo industrial.

O preço do ATR é uma composição entre o preço do açúcar, preço do etanol, mix de produção das indústrias e participação dos custos de produção do açúcar e etanol (CONSECANA, 2015).

Os preços do etanol são atualizados e publicados diariamente pela equipe da ESALQ/CEPEA (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz).

Os preços da mamona possuem publicação no site da CONAB desde 2012, com publicação semanal, e não diária.

Para os preços da palma não foram encontradas referências públicas de atualização dessa cultura no mercado nacional. As únicas fontes de formação de preço foram referentes a cotação do valor do óleo de palma em Roterdã na Holanda, sendo o valor do CFF precificado como 10% do valor do óleo na ocasião da comercialização do produto (PETROBRAS BIOCOMBUSTÍVEL, 2015).

### c) **Indicador 3** - Associações de produção agrícola

Na composição da avaliação desse indicador, na associação de produção agrícola foram utilizados dois critérios que geraram a pontuação desse item, conforme demonstrado na Tabela 11:

Tabela 11: Integração de fornecedores - Indicador 3: Associação de fornecedores.

Item		Soja	Cana	Palma	Mamona
Associação de fornecedores;	Possui associação que reúna representantes que representem mais de 50% da produção nacional? (se sim=100 pontos, se não = 0 pontos)	100	100	100	0
	Associação possui mais de 10 anos de atuação? (se sim=100 pontos, se não = 0 pontos)	100	100	0	0
Média		100	100	50	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Cada cultura analisada possui um histórico de produção e associativismo no Brasil, sendo que cada uma possui uma entidade representativa dos seus produtores, com exceção da mamona.

O entendimento do nível de associação dessas entidades ajuda a demonstrar o nível de maturidade com relação ao nível de integração da cadeia de fornecedores dessas culturas.

No caso da soja existe desde a década de 1990 a APROSOJA, Associação Brasileira dos Produtores de Soja, entidade criada com objetivo de agregar valor à cultura da soja, buscando melhores condições de infraestrutura e logística, além de prorrogação de dívidas de agricultores rurais e abertura de novas linhas de crédito.

A APROSOJA possui atualmente 10 entidades estaduais distribuídas pelo país.

No caso da cana-de-açúcar existe a UNICA - União da Indústria da Cana de Açúcar, que é a maior organização representativa do setor, tendo sido criada em 1997 através da fusão de diversas organizações setoriais do Estado de São Paulo.

Sua missão é desenvolver condições para aperfeiçoar o ambiente institucional de modo a favorecer a competitividade do setor sucro-energético no Brasil.

A UNICA representa não apenas o setor de açúcar mas também o setor de bioetanol contando com a participação de mais de 120 companhias associadas.

No caso da palma existe a ABRAPALMA - Associação Brasileira de Óleo de Palma, criada em 2012 com objetivo de agregar o setor produtivo e liderar o projeto de tornar o país um modelo na produção sustentável do óleo de palma.

A ABRAPALMA foi criada com a missão de representar, organizar e agregar empresas produtoras de óleo de palma com objetivo de produzir conhecimento técnico e científico, aprimorar as políticas públicas e promover na prática o desenvolvimento do setor, com o devido cuidado social e ambiental.

Atualmente a entidade conta com a participação de 8 empresas que possuem suas atividades concentradas no estado do Pará.

E finalmente, no caso da mamona, apesar de haver registros de entidades locais de produtores, essa cultura ainda carece de alguma entidade mais representativa da cultura capaz de gerir demandas comuns à mesma.

### 5.3

#### Visualização gráfica da análise qualitativa

As duas perspectivas de atuação desenvolvidas segundo Tan (2001) foram segregadas no item 3.1., agrupando um total de 6 indicadores, sendo 3 relacionados a integração de operações logísticas e 3 relacionados a integração da rede de fornecedores.

As pontuações representativas do nível de maturidade foram agrupados e interpolados na Tabela 12:

Tabela 12: Análise do nível de maturidade das cadeias de suprimento.

Item		Soja	Cana	Dendê	Mamona
Logística Integrada	Primeira parte do questionário	74	71	59	56
	Nível de produtividade agrícola (óleo/ha)	8	100	74	4
	Nível de tecnologia agrícola	100	11	2	2
TOTAL Integrated Logistics		64	63	48	29
Integração da rede de fornecedores	Segunda parte do questionário	74	57	57	43
	Associação de fornecedores	100	100	50	0
	Formação de preço	100	100	0	50
Supplier Base Integration		87	79	41	34

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com os dados da tabela, foi possível gerar um gráfico de dispersão para obter uma demonstração espacial sobre o nível de maturidade entre cadeias de suprimento destinadas à produção de biocombustíveis no Brasil.

O resultado pode ser visualizado na Figura 18.

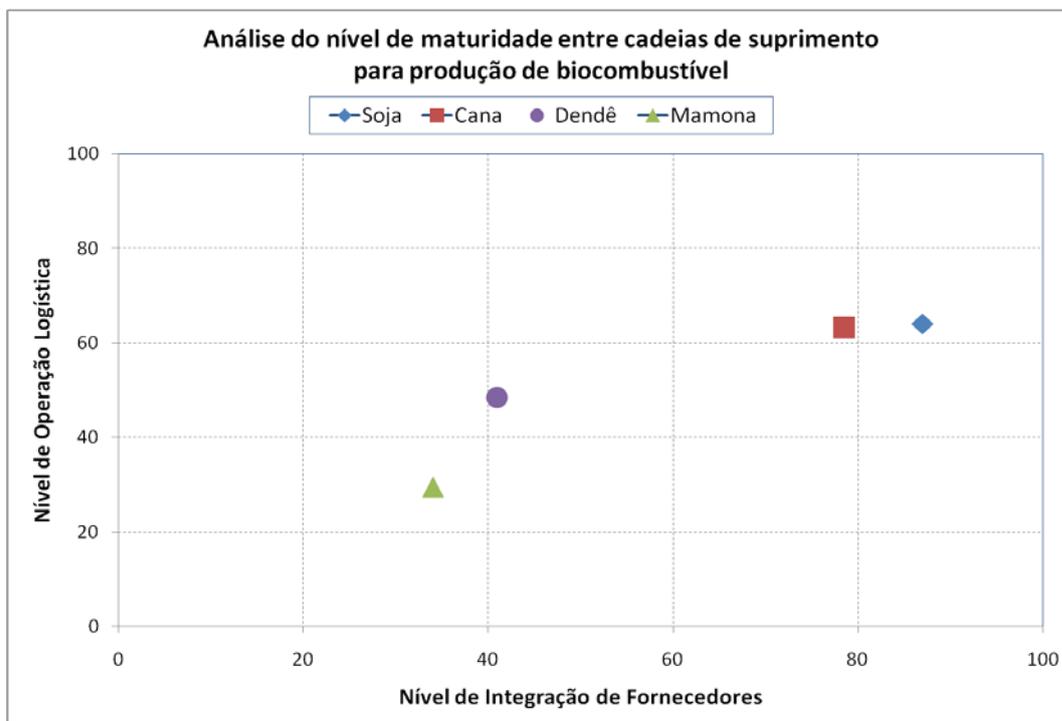


Figura 18: Análise de dispersão do nível de maturidade das cadeias de suprimento analisadas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

No Figura 18 pode-se visualizar que as cadeia da soja e da cana-de-açúcar apresentam níveis de operação logística superiores e próximos um do outro. A vantagem da cadeia da soja fica por conta do melhor nível de integração com os seus fornecedores.

Em seguida está a cadeia da palma com níveis intermediários nos dois eixos analisados. Em último está a cadeia da mamona, com a menor pontuação entre as quatro cadeias analisadas.

## 5.4

### **Análise de pontos fortes e fracos das cadeias analisadas**

Analisando os pontos fortes de cada uma das cadeias pode-se destacar a alta produtividade da cana-de-açúcar e da palma, sendo seguidos da soja e da mamona.

A soja se destaca nos quesitos de alta quantidade de área plantada no Brasil, efeito de uma composição de fatores, tais como o investimento em diferentes cultivares, o que proporciona maior confiança aos agricultores no momento de investir no plantio, pois existem diferentes variedades para diferentes regiões de plantio, com exigências edafoclimáticas diferentes, proporcionando aumento progressivo em investimentos produtivos.

Tal resultado corrobora o trabalho apresentado por Cesar (2012), que cita que "o nível tecnológico geral possui diferenças importantes entre as culturas. Em campo, as técnicas difundidas para o manejo da mamona são arcaicas. No caso do dendê, a tecnologia vigente também compromete às perspectivas de expansão da cultura. Já para a soja, o alto nível tecnológico é consolidado até mesmo entre os agricultores familiares."

A confiabilidade atrai a formação de associações cooperativas de agricultores, além da participação de grandes empresas no desenvolvimento da cadeia produtiva. A produção gera maiores investimentos e conseqüentemente aumento de produção ao longo dos anos.

Como pontos de melhoria da soja pode-se destacar que à medida que cresce a produção, a capacidade de escoamento fica estrangulada, uma vez que os investimentos em infraestrutura (armazenagem e rodovias) não acompanham os investimentos em produção.

O baixo teor de óleo por hectare plantado também é um fator negativo para a soja no que tange a considerar essa matéria-prima como suprimento de biocombustível, pois a cultura exige mais espaço para produção da mesma quantidade de óleo da palma ou de etanol a partir da cana-de-açúcar, por exemplo.

A cana-de-açúcar possui excelentes níveis de produtividade, estando o etanol da cana entre os mais competitivos do mundo. A grande quantidade de indústrias instaladas no país, efeito de políticas de governo nas décadas de 70 e 80, proporcionou boa capacidade instalada para processamento da produção.

Entre os seus fatores de fraquezas e ameaças destaca-se o alto custo relativo ao corte, colheita e transporte, que chega a mais de 10% do valor da matéria-prima.

O fato da cultura da cana-de-açúcar ser uma cultura de longo prazo, onde o ciclo total de produção gira em torno de 6 a 7 anos, ao mesmo tempo em que promove alto nível de relacionamento entre os fornecedores e a indústria processadora, gera maior risco para os agricultores, fato esse que é diluído em culturas de ciclo curto, como a soja e a mamona.

O óleo de palma possui alto teor de óleo por hectare, destacando-se com boas condições de produção principalmente na região norte do país, região equatorial similar à dos maiores produtores mundiais de palma - Malásia e Indonésia, responsáveis por mais de 80% da produção mundial na safra 13/14 (FGV/Agroanalysis, 2015).

Segundo representantes da ABRAPALMA, o óleo de palma fornece quase um terço da produção global de óleos vegetais e ocupa apenas 8% das terras alocadas para o cultivo de oleaginosas.

Soma-se a isso o fato da área de plantio estar concentrada em regiões de desmatamento, cumprindo um importante papel ambiental e integrando agricultores familiares promovendo inclusão social.

A palma também possui um potencial de aproveitamento de subprodutos como o óleo de palmiste, que permite agregação de valor ao produto.

Como fatores de fraqueza há, assim como a cana-de-açúcar, um alto custo para colheita e transporte dos cachos de fruto fresco e do óleo para os grandes centros de refino e consumo do país.

Conforme destacado por Leiras, 2006, a palma apresenta uma particularidade de acidificação do óleo que faz com que a extração seja realizada em até 48 horas após a colheita para não comprometer a qualidade do produto.

A atuação em perímetros reduzidos com alta produtividade por hectare promove maior interação entre as indústrias e seus fornecedores.

Para a cultura da mamona, pode-se destacar o rápido ciclo de produção e os baixos custos de movimentação do produto ao longo da cadeia.

A capacidade instalada de processamento de grãos da indústria atende a produção de óleo que é destinada para a indústria ricinoquímica que possui um

universo vasto de aplicações, tais como a indústria têxtil, cosméticos, detergentes, lubrificantes, entre outros.

O fator de incerteza de produção da mamona é um ponto de melhoria para o desenvolvimento da cultura no Brasil. Como a produção está concentrada em pequenos agricultores familiares no Nordeste do país, em região de semiárido, a produção está diretamente relacionada a questões climáticas e índices de pluviosidade mínimos necessários para o desenvolvimento da cultura.

A mamona, por se tratar de cultura resistente a condições climáticas adversas, torna-se muitas vezes a única fonte de geração de receita para esses agricultores.

Outro ponto de melhoria para o desenvolvimento da mamoneira e que já vem sendo estudada por algumas empresas é a melhoria do sistema de colheita, que ainda é basicamente manual, aumentando os custos de produção.

A solução proposta por Leão, 2010 de investir em unidades de prensagem mecânica, ficando a tecnologia de extração por solvente prejudicada pelo seu alto investimento inicial sem valoração do maior volume de óleo obtido pelo aumento de eficiência tornou-se comprometido visto a capacidade ociosa da indústria instalada e dos altos custos de implementação de novas unidades e um custo de transporte e armazenagem relativamente baixo para soja e mamona.

Nesse sentido, torna-se mais significativo potencializar ao máximo a utilização de plantas de alta capacidade, mesmo havendo custos de transporte e armazenagem envolvidos, do que instalar várias pequenas unidades produtoras.

## 6

### Conclusões

O objetivo desse trabalho foi propor um modelo de análise de nível de maturidade para a cadeia de suprimentos de biocombustíveis no Brasil utilizando indicadores de operações logísticas e nível de integração de fornecedores proposto por Tan (2001).

O modelo demonstrou-se possível de ser aplicado em outras cadeias de suprimentos além da cadeia de biocombustíveis e de fácil adaptação.

Além disso, contribui para uma análise das cadeias selecionadas, podendo destacar os seguintes pontos:

Dentro dos critérios de avaliação analisa-se que as culturas da soja, da cana-de-açúcar, da palma e da mamona, apresentam níveis de maturidade diferenciados dentro da cadeia de suprimentos para produção de biocombustível no Brasil.

A soja, com participação de mais de 70% no suprimento do biodiesel no Brasil, passou a agregar valor ao que até antes da criação do PNPB era visto como subproduto da cultura da soja, que era o óleo. Com o aumento da demanda desse produto, e analisando os preços atuais tanto do farelo quanto do óleo, pode-se verificar que o óleo, mesmo com apenas 18% do rendimento no esmagamento já representa 47% do faturamento quando comparado ao farelo, tornando-se um importante produto na composição de receita para as indústrias esmagadoras.

Com os recentes aumentos das alíquotas de participação de biodiesel no diesel, passando de 5% (B5) para 7% (B7), a soja representa a melhor alternativa competitiva para suprimento dessa demanda.

Com relação à infraestrutura de transportes, apesar de enfrentar alguns gargalos logísticos para escoamento de produção de grãos no mercado externo, há oferta de transporte para atender a demanda interna, o que representa uma posição bastante competitiva frente a outras culturas analisadas.

O alto investimento, realizado principalmente por empresas multinacionais, em plantas de esmagamento, garantem ganho de escala e

permitem maior investimento em novas variedades de sementes, capazes de se adaptar em novas fronteiras agrícolas do país.

O desenvolvimento de um mercado com alto índice de liquidez e parametrizado por precificação internacional promovem garantia de investimento e confiabilidade dos produtores que buscam dirimir riscos nos seus investimentos.

A cana-de-açúcar vem em seguida dentro do painel analisado com grau de maturidade elevado, tendo uma rede de fornecedores ampla e solidificada, porém com um grau de amplitude menor do que a soja, mas bem a frente das culturas de mamona e da palma.

A cana-de-açúcar destaca-se no quesito produtividade e beneficiamento da produção, sendo a principal cultura de biocombustível do país e uma das principais do mundo, porém segundo os critérios analisados ainda possui alto custo logístico quando comparada à soja.

A palma possui alto potencial de produção de óleo por hectare, sendo uma realidade em países orientais como Malásia e Indonésia, porém ainda possui alguns problemas de infraestrutura e de logística no Brasil.

Com atuação em uma região carente em recursos, a palma ainda requer melhores condições de competitividade no que tange sua avaliação para fins carburantes já que essa cultura atende ao mercado alimentício nacional que é importador de óleo de palma.

A presença recente de grandes grupos investidores traz perspectivas à expansão da palma no Norte do país, que, por se tratar de uma cultura perene, com visão de ciclos de produção de longo prazo, possui um horizonte favorável de produção de médio e longo prazo.

A mamona, que foi apontada pelo PNPB como ideal para promoção de desenvolvimento regional no Semiárido do país, não obteve êxito uma vez que possui alto grau de imprevisibilidade de produção, oriundo de uma relação frágil da cadeia de fornecedores, que é formada de pequenos agricultores ainda dispersos e com baixa capacidade de organização e que por sua vez, torna difícil o investimento em tecnologia diminuam os riscos de produção dessa cultura.

Enquanto a soja e a cana-de-açúcar apresentam grau de maturidade avançado, com mercado estabelecido, rede de fornecedores ampla e solidificada com alta participação no suprimento da demanda de biocombustível no Brasil, a mamona e a palma estão em um patamar inferior em nível de desenvolvimento.

Sendo assim, é possível avaliar, nesse cenário, que tanto a soja quanto a cana-de-açúcar ainda dominarão por um bom tempo o mercado de biocombustível no Brasil, devido à capacidade de articulação entre a sua cadeia de fornecedores e melhores condições de competição logística.

## 6.1

### **Sugestão de trabalhos futuros**

Os estudos a respeito da GCS possuem uma quantidade vasta de material para pesquisa na literatura. Porém, estudos sobre nível de maturidade dessas cadeias de suprimento ainda estão em fase inicial e possuem alto potencial de crescimento.

A pesquisa limitou-se à análise de nível de maturidade entre cadeia de suprimentos com enfoque na integração de atividades logísticas e na integração de fornecedores e indústrias na cadeia de suprimentos de biocombustíveis, sendo quatro matérias-primas utilizadas como referência para a pesquisa (Soja, Cana-de-açúcar, Mamona e Palma).

Trabalhos futuros poderão ser elaborados tendo como base a ampliação da análise dentro da própria cadeia de biocombustível utilizando outras fontes de suprimento.

Outra opção de desenvolvimento de estudos seria utilizar o modelo proposto para analisar outros setores produtivos ou até mesmo outras cadeias de suprimento envolvendo outras formas de produção de energia.

Vários cruzamentos poderão ser realizados com foco na identificação e projeção do nível de maturidade de cadeias de suprimentos que poderão balizar oportunidades de investimentos futuros nos setores explorados.

O próprio setor de biocombustível apresenta um potencial enorme de crescimento e poderá ser melhor explorado.

Sendo assim, há um vasto campo a ser explorado nesse sentido ficando muitas possibilidades de cruzamentos e pesquisas a serem desenvolvidas nesse setor futuramente.

## Referências Bibliográficas

ANP - Agência Nacional de Petróleo - **Boletim mensal do biodiesel**. Brasília: Ministério das Minas e Energia, 2015. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/>>. Acesso em: maio/2015.

BALLOU, R.H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**: Logística empresarial. Bookman Companhia Ed, 2006.

BATALHA, M.O.; SILVA, A.L. Gestão de cadeias produtivas: Novos aportes teóricos e empíricos. In: GOMES, M.F.M.; COSTA, F.A. (Eds) **(Des)Equilíbrio econômico & agronegócio**; Viçosa: UFV, DER, 1999. p. 249-266.

BATALHA, M.O.; SILVA, A.L. **Gerenciamento de sistemas agroindustriais: definições, especificidades e correntes metodológicas.**; In: BATALHA, M. O. (Org.). Gestão agroindustrial. São Paulo: Atlas, 2007. p. 1-62.

BIODIESEL BR, 2006. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/proalcool/pro-alcool/programa-etanol.htm>> Acesso em: julho/2015.

BOWERSOX, D.J.; CLOSS, D.J.; COOPER, M.B.; BOWERSOX, J.C. **Gestão logística da cadeia de suprimentos** (4ª ed.), 2014.

BRASIL, 2015, Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para assuntos jurídicos, LEI Nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Rio de Janeiro. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm)> Acesso em: julho/2015.

BRAY, S.C.; FERREIRA, E.R.; RUAS, D.G.G. **As políticas da agroindústria canavieira e o próalcool no Brasil**. Unesp-Marília. Publicações, 2000. 104p.

BRITISH PETROL - **Statistical review of world energy June 2013**. Disponível em: <[http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/statistical-review/statistical\\_review\\_of\\_world\\_energy\\_2013.pdf](http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/statistical-review/statistical_review_of_world_energy_2013.pdf)>. Acesso em: março/2014.

CARVALHO, P.T. **Balço de emissões de gases de efeito estufa de biodiesel produzido a partir de soja e dendê no Brasil**.2012. 153f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ. 2012.

CENBIO - Centro Nacional de Referência em Biomassa. **Panorama do potencial de biomassa no Brasil**. 2003. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/biomassa/5\\_2.htm](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/biomassa/5_2.htm)>. Acesso em: junho/2015.

CÉSAR, A.S. **Análise dos direcionadores de competitividade da cadeia produtiva de biodiesel: o caso da Mamona**. 2009. 171f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

CÉSAR, A.S. **Competitividade da produção de biodiesel no Brasil: uma análise comparativa de mamona, dendê e soja.** 2012. 260f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

CÉSAR, A.S.; BATALHA, M.O. Brazilian biodiesel: The case of the palm's social projects. *Energy Policy*, v. 56, p. 165-174, 2013.

CÉSAR, A.S.; OLIVEIRA, G.L. de; ZOPELARI, A.L.M.S.; CONEJERO, M.A. Concentração do mercado de biodiesel: Uma análise sobre as regiões do Brasil. **Anais do SOBER 2015 – 53º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, João Pessoa, 2015.

CHAN, H.D. & KUMARS, V. SPECIAL ISSUE - Applications of reference models for supply-chain integration, *Production Planning & Control*, 25: 13-14, 1059-1064, DOI: 10.1080/09537287.2013.808834, 2014.

CONABa - Companhia Nacional de Abastecimento. **Relatório de levantamento de safras.** Brasília: Ministério da Agricultura e Pecuária, 2015. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: julho/2015.

CONABb - Companhia Nacional de Abastecimento - **Relatório de séries históricas.** Brasília: Ministério da Agricultura e Pecuária, 2015a. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: maio/2015.

CONSECANA - Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de S. Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.consecana.com.br/>>. Acessado em: junho/2015. EMBRAPA - **Empresa Brasileira de Agropecuária.** 2015. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000f837cz5s0z8kfsx007poikmekcqa.html>>. Acesso em: junho/2015.

ETHANOL PRODUCER MAGAZINE. **Global biofuel production.** 2013. Disponível em: <<http://ethanolproducer.com/articles/9680/wba-enough-land-for-more-food-feed-biofuels>>. Acesso em: março/2014.

FAO - **Food and Agriculture Organization.** 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/agp/greenercities/pt/hup/index.html>>. Acesso em: julho/2015. FGV - AGROANALISYS. **Óleo de Palma, o crescimento da indústria global.** 2015. Disponível em: [http://www.agroanalysis.com.br/materia\\_detalhe.php?idMateria=1659](http://www.agroanalysis.com.br/materia_detalhe.php?idMateria=1659). Acesso em: maio/2015.

FIORAVANTI, C. O etanol que mobiliza o mundo. **Política de C & T – FAPESP.** Ed. 187. set. 2011.

GARCIA, L.F.; CONEJERO, M.A.; NEVES, M.F. Biodiesel: um olhar para o futuro com base nos 30 anos do Proálcool. **Anais do SOBER 2007 – 45º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, Londrina, 2007. v. 45.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 1999.

GOMES, C.F.S. Gestão da Cadeia de Suprimentos integrada à tecnologia da informação. São Paulo. Pioneira Thomson Learnig, 2004.

HASS, M.J.; FOGLIA, T.A. Matérias-primas alternativas e tecnologias para a produção de biodiesel. In: KNOTHE, G. *et al.* **Manual de biodiesel**. Tradução de Luiz Pereira Ramos. São Paulo: Edgard Blucher, 2006. p. 46-66.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Geociências. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável**. Brasil, 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de palma no Brasil. 2015**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/>>. Acesso em: março/2015.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policymakers. In: SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K.B.; TIGNOR, M.; MILLER, H.L. (eds). **Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007.

JUGEND, D.; ONOYAMA, M.M.; da SILVA, L.S. **Níveis de maturidade em gestão do processo de desenvolvimento de produtos: estudo de caso em empresas de bens de capital sob encomenda**. São Carlos, SP, UFSCAR – Universidade Federal de São Carlos, 2008.

LAMBERT, D.M.; COOPER, M.C.; PAGH, J.D. Supply chain management: implementation issues and research opportunities. *The International Journal of Logistic Management*, v. 9, n. 2, p. 1-20, 1998.

LEAO, R.C.; HAMACHER, Biodiesel e Agricultura Familiar: Um modelo para otimização da cadeia de suprimento. Rio de Janeiro, Rio Oil & Gas Expo and Conference, 2010.

LEITE, R.C.C.; LEAL, M.R.L.V. O biocombustível no Brasil. *Novos estudos -CEBRAP*, n. 78, p. 15-21, 2007.

LEIRAS, A. HAMACHER, S. SCAVARDA, L.F. Avaliação econômica da cadeia de suprimentos do biodiesel: estudo de caso da dendeicultura na Bahia. *BAHIA ANÁLISE & DADOS*, Salvador, v. 16, n. 1, p. 119-131, jun. 2006.

LOCKAMY III, A.; McCORMACK, K. The development of a supply chain management process maturity model using the concepts of business process orientation. *Supply Chain Management: An International Journal*, v. 9, n.4, p. 272-278, 2004a.

LOCKAMY III, A.; McCORMACK, K. Linking SCOR planning practices to supply chain performance: An exploratory study. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 24, n. 12, p. 1192-1218, 2004b.

LUCCHESI, C.F. **Estudos Avançados - Dossiê Recursos Naturais**. 1998. São Paulo. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40141998000200003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40141998000200003&script=sci_arttext)>. Acesso em: jun. 2014.

MAPA - Ministério da Agricultura e Pecuária. **Registro Nacional de Cultivares**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/registros-autorizacoes/registro/registro-nacional-cultivares>>. Acesso em: abr. 2015.

McCORMACK, K.; LADEIRA, M.B.; de OLIVEIRA, M. P. V. Supply chain maturity and performance in Brazil. *Supply Chain Management: An International Journal*, v. 13, n. 4, p. 272-282, 2008.

MENTZER, J.T.; DeWITT, W.; KEEBLER, J.S.; MIN, S.; NIX, N.W.; SMITH, C.D.; ZACHARIA, Z.G. Defining supply chain management.. *Journal of Business Logistics*, v. 22, n. 2, p. 1-25, 2001.

MME - Ministério das Minas e Energia. **Relatório do Mercado de Derivados de Petróleo**. Brasília: Ministério das Minas e Energia. 2015. Disponível em:<<http://www.mme.gov.br/>>. Acesso em: junho/2015.

NOVACANA. **Processos de fabricação do etanol**. 2015. Disponível em <<http://www.novacana.com/etanol/fabricacao/>>. Acesso em: julho/2015.

OPEC - **Organization of the Petroleum Exporting Countries**.2015. Disponível em: <[http://www.opec.org/opec\\_web/en/](http://www.opec.org/opec_web/en/)>. Acesso em: julho/2015.

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

PETROBRAS BIOCOMBUSTÍVEL. **Relatório do grupo de trabalho sobre o dendê**. Rio de Janeiro, 2015.

PIRES, S.R.I. Managerial implications of the modular consortium model in a Brazilian automotive plant. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 18, n. 3, p. 221-232, 1998.

PLÁ, J.A. Perspectivas do biodiesel no Brasil. *Indicadores Econômicos FEE*, v. 30, n. 2, 2002.

QUINTELLA, H.L.M. de M.; ROCHA, H.M. Nível de maturidade e comparação dos PDPs de produtos automotivos. *Produção*, v.17, n. 1, p. 199-217, 2007.

RATHMANN, R.; BENEDETTI, O.; PLÁ, J. A.; PADULA, A.D. Biodiesel: uma alternativa estratégica na matriz energética brasileira? **II Seminário de Gestão de Negócios**, v. 1, 2005.

RINALDI, R.; GARCIA, C.; MARCINIUK, L.L.; ROSSI, A.V.; SCHUSCHARDT, U. **Síntese de biodiesel: uma proposta contextualizada de experimento para laboratório de química geral**.2007. Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, CP 6154, 13083-970 Campinas - SP, Brasil

SHIKIDA, P.F.A.; BACHA, C.J.C. Evolução da agroindústria canieira brasileira de 1975 a 1995. *Revista Brasileira de Economia*, v. 53, n. 1, 1999.

SILVA, E.L. da; MENEZES, E.M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4ª. ed. Florianópolis: UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

SUAREZ, P.A.Z.; MENEGHETTI, S.M.P. 70º aniversário do biodiesel em 2007: evolução histórica e situação atual no Brasil. *Química Nova*, v. 30, n. 8, p. 2068-2071, 2007.

TAN, K.C. A framework of supply chain management literature. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, v. 7, n. 1, p. 39-48, 2001.

UNICA - União da Indústria da Cana de Açúcar. **Produção de etanol no Brasil**. 2015. Disponível em:<<http://www.unicadata.com.br/historico-de-producao-e-moagem.php?idMn=32&tipoHistorico=4>>. Acesso em: junho/2015.

USDA - **Departamento de Agricultura dos Estados Unidos**. 2015. Disponível em:<<http://www.usdabrazil.org.br/portugues/reports.asp>>. Acesso em: julho/2015.

VERAS, T. da S. **Análise da competitividade da cadeia produtiva do hidrogênio no Brasil e a proposição de uma agenda de trabalho setorial**. 2015. 193f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental). Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda. 2015.

VERGARA, S.C. **Métodos de pesquisa em administração**. São Paulo: Editora Atlas, 2005.

VILLELA, A.A.; JACCOUD, D.B.; ROSA, P.L.; FREITAS, M.V. **Status and prospects of oil palm in the Brazilian Amazon**. Rio de Janeiro. UFRJ, 2014.

WORLD ENERGY. **Survey of energy resources**, 2010. Londres. Disponível em: <[http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2012/09/ser\\_2010\\_report\\_1.pdf](http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2012/09/ser_2010_report_1.pdf)> Acessado em março/2015.

## APÊNDICE 1: Questionário

Questões
1. Qual percentual do volume transportado de grãos de soja é entregue por conta do fornecedor?
2. Qual percentual do volume transportado de grãos de soja é realizado até a usina com frota própria?
3. A oferta de serviço de transporte para atendimento à safra é satisfatória?
4. O serviço prestado pelas empresas de transporte é satisfatório?
5. Qual a representatividade percentual do custo de transporte sobre o valor da matéria prima até a usina?
6. Qual a distância média percorrida entre a área de produção e a indústria?
7. Há necessidade de utilização de armazenagem em terceiros nos períodos de pico de safra?
8. Qual a representatividade média do custo de armazenagem sobre o valor do grão de soja?
9. As condições de armazenagem próprias obedecem a padrões exigidos pela CONAB?
10. Há quantos anos opera a fábrica?
11. Qual a capacidade instalada de processamento/esmagamento de grãos de soja/dia da fábrica?
12. Há perspectiva de expansão de capacidade instalada nos próximos 5/10 anos?
13. Qual o percentual de utilização médio da fábrica nos últimos 3 anos com esmagamento de grãos de soja?
14. Qual o percentual da produção do óleo é direcionado a biocombustível?
15. Fatores macroeconômicos possuem forte impacto no planejamento operacional da fábrica?
16. Fatores climáticos impactam no planejamento operacional da fábrica?
17. Produtos substitutos influenciaram na capacidade operacional da fábrica nos últimos 3 anos?
18. Qual o percentual da produção de grãos é contratada de terceiros?
19. Qual o percentual da produção de grãos é oriundo de agricultores familiares (média dos últimos 3 anos)?
20. Qual o percentual da produção é destinado à exportação (média dos últimos 3 anos)?
21. Qual o percentual de realização dos contratos de fornecimento de grãos de soja previamente firmados com agricultores (média dos últimos 3 anos)?
22. Existe adiantamento de recursos para os contratos realizados?
23. As condições de financiamento de safra são satisfatórias?
24. Qual o prazo médio de duração dos contratos de fornecimento de grãos de soja?
25. Descreva brevemente 3 pontos positivos e 3 pontos de melhoria da cadeia de suprimentos de matéria prima de grãos/cana (especificar por empresa).