UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE DE
RIBEIRÃO PRETO
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO

JULIANA CHIARETTI NOVI

**Análise das alternativas de destinação do glicerol realizadas por produtores de biodiesel:
proposta de contribuição no âmbito das medidas compensatórias e mitigadoras**

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Sonia Valle Walter Borges de Oliveira

Ribeirão Preto
2017

Prof. Dr. Marco Antonio Zago
Reitor da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Dante Pinheiro Martinelli
Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto

Prof. Dr. Márcio Mattos Borges de Oliveira
Chefe de Departamento de Administração / FEA-RP

JULIANA CHIARETTI NOVI

**Análise das alternativas de destinação do glicerol realizadas por produtores de biodiesel:
proposta de contribuição no âmbito das medidas compensatórias e mitigadoras**

Tese apresentada ao Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Sonia Valle Walter Borges de Oliveira

Versão Corrigida
(Verão original disponível na FEA-RP)

Ribeirão Preto
2017

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

NOVI, Juliana Chiaretti.

Análise das alternativas de destinação do glicerol realizadas por produtores de biodiesel: proposta de contribuição no âmbito das medidas compensatórias e mitigadoras. Ribeirão Preto, 2017.

188 p.: il.; 30 cm

Tese apresentada à Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Sonia Valle Walter Borges de Oliveira.

1. Biodiesel. 2. Destinação do Glicerol. 3. Legislação. 4. Medidas Compensatórias e Mitigatórias. 5. Falhas de mercado. 6. Externalidades.

Nome: NOVI, Juliana Chiaretti

Título: Análise das alternativas de destinação do glicerol realizadas por produtores de biodiesel: proposta de contribuição no âmbito das medidas compensatórias e mitigadoras.

Tese apresentada ao Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Aprovada em: ____/____/____

Banca examinadora

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____
Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____
Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____
Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____
Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____
Julgamento: _____ Assinatura: _____

*Dedico este trabalho aos que me ajudaram a
manter o foco na consecução deste importante
objetivo profissional e de vida: meu marido
Alexandre, meu filho Alexandre e a minha
família Pereira Salgado e Chiaretti Novi*

Assim que A observa alguma coisa que lhe parece errada, da qual X está sofrendo, conversa a respeito com B e, então, A e B propõem a promulgação de uma lei que remedeie o mal e auxilie X.

Tal lei objetiva, sempre, determinar o que C deva fazer para X ou, na melhor das hipóteses, o que A, B e C, devam fazer para X. (...) O que eu quero fazer é olhar C. (...) Chamo-o de Homem Esquecido. (...).

É o Homem em quem nunca pensamos. (...) é a vítima do reformador, do especulador social e do filantropo, e espero mostrar-vos, antes de terminar, que ele merece vossa atenção. Dado seu caráter e os muitos encargos que sobre ele pesam.

“O Homem Esquecido” de William Graham Summer (trecho)

AGRADECIMENTOS

À Deus, primeiramente.

Ao meu marido Alexandre, pelo respeito, carinho e atenção, sempre.

Aos meus pais, Ana Maria e Luiz Carlos, e minha amiga, Maria Glória. Pessoas presentes e também participantes de minhas conquistas, pois nunca hesitaram em me apoiar.

À Profa. Sonia Valle Walter Borges de Oliveira, minha orientadora, que me apoiou em diversas decisões tomadas ao longo dessa pesquisa, em quem me espelho para tornar-me uma exímia professora e pesquisadora. É uma honra ter sido sua orientada.

Aos funcionários da secretaria da pós-graduação da FEA-RP/USP, por serem eficientes e prestativos.

RESUMO

NOVI, Juliana Chiaretti. **Análise das alternativas de destinação do glicerol realizadas por produtores de biodiesel: proposta de contribuição no âmbito das medidas compensatórias e mitigadoras.** 2017. 188 f. Tese (Doutorado em Administração de Organizações) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2017.

Legalmente, foi implementado pelo Governo Federal, o Programa Nacional de Produção do Biodiesel (PNPB). Entretanto, sua produção gera o glicerol. Para os pesquisadores, caso disposto indevidamente, esse coproduto poderá acarretar problemas ambientais. Assim, se o intuito é alcançar a sustentabilidade com a implantação do biodiesel na matriz energética, torna-se relevante sua adequada gestão, uma vez que não há controle sobre sua produção e destinação. Falhas de mercado geralmente coexistem com as chamadas falhas de regulação. Nesse contexto, o objetivo foi analisar alternativas de destinação do glicerol realizadas por produtores de biodiesel que podem contribuir no âmbito das medidas compensatórias e mitigadoras. Os métodos utilizados foram pesquisa bibliográfica, documental e de campo para se estudar a teoria e a prática que envolvem o tema. A análise de conteúdo foi realizada com o uso do *software* MAXQDA®. Além das unidades estudadas, compostas por grandes e pequenos produtores de biodiesel, foram entrevistados engenheiros químicos e pesquisadores na área. Como resultados tem-se que as alternativas de destinação do glicerol realizadas pelos pequenos produtores estudados parecem evidenciar alocação eficiente de recursos. Assim, dentre os aspectos sustentáveis, o econômico se destaca na forma de oportunidade de negócios e geração de renda para o pequeno produtor. Ao contrário, nos grandes produtores, uma vez que poderá demandar maiores custos de transação a destinação é ineficiente e transferida para terceiros. Assim, buscando perpetuar o sistema econômico e proteger o meio ambiente, espera-se que os resultados possam fornecer subsídios para a implantação de políticas que visem remediar ineficiências relacionadas à preservação ambiental e sustentabilidade nos negócios.

Palavras-chave: Biodiesel. Alternativas de destinação do glicerol. Legislação. Medidas compensatórias e mitigatórias. Falhas de Mercado. Externalidades.

ABSTRACT

NOVI, Juliana Chiaretti. **Analysis of the alternatives of destination of glycerol carried out by biodiesel producers: proposal of contribution in the scope of compensatory and mitigating measures.** 2017. 188 f. Thesis (Doctorate in Administration of Organizations) - Faculty of Economics, Administration and Accounting of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2017.

Legally, the Federal Government implemented the National Biodiesel Production Program (PNPB). However, its production generates glycerol. For researchers, if improperly disposed of, this co-product could lead to environmental problems. Thus, if the intention is to achieve sustainability with the implementation of biodiesel in the energy matrix, it becomes relevant its adequate management, since there is no control over its production and destination. Market failures generally coexist with so-called regulatory failures. In this context, the objective was to analyze which alternatives of destination of glycerol carried out by biodiesel producers can contribute in the scope of the compensatory and mitigating measures. The methods used were bibliographic, documentary and field research to study the theory and practice that involve the theme. Content analysis was performed using MAXQDA® software. In addition to the units studied, composed of large and small biodiesel producers, were interviewed chemical engineers and researchers in the area. As a result, the alternatives of destination of the glycerol carried out by the small producers studied seem to show efficient allocation of resources. Thus, among the sustainable aspects, the economic stands out in the form of business opportunity and income generation for the small producer. On the contrary, in large producers, the destination is transferred to third parties, since it may demand higher transaction costs. Thus, a system is proposed to encourage, discipline and facilitate alternatives that may contribute to the perpetuation of the economic system in conjunction with environmental protection, attributing functionality to compensatory and mitigating measures. It is hoped that the results could contribute to the implementation of policies aimed at increasing subsidies, especially for small producers.

Keywords: Biodiesel. Allocations of glycerol. Legislation. Compensatory and mitigating measures. Market failures. Externalities.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo conceitual simplificado da pesquisa.....	28
Figura 2 - Problemas da atividade produtiva e suas relações com as questões ambientais	31
Figura 3 - Aspectos legais relacionados ao glicerol	45
Figura 4 - Dinâmica da Gestão Ambiental	55
Figura 5 - Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade.....	59
Figura 6 – Modelo PSR	60
Figura 7 - Definições de sustentabilidade para diferentes contextos	63
Figura 8 - Diferenças entre o modelo tradicional e o modelo de negócios atual	65
Figura 9 - Sistema Ambiental Urbano.....	68
Figura 10 - Fluxograma das cadeias produtivas da matéria-prima para o biodiesel	73
Figura 11 - Processo de obtenção do biodiesel por transesterificação	75
Figura 12 – Principais setores industriais de aplicação da glicerina	81
Figura 13 - Resumo esquemático da geração do glicerol e suas rotas alternativas.....	82
Figura 14 - Consumo de glicerina pelos diferentes setores industriais	83
Figura 15 – Esquematização da classificação da pesquisa.....	92
Figura 16 - Ilustração das unidades de análise da pesquisa.....	97
Figura 17 – Análise de conteúdo na comunicação	102
Figura 18 – Etapas da análise de conteúdo da pesquisa	103
Figura 19 – Etapas da pesquisa	105
Figura 20 - Aquecimento de sebo animal para produção de biodiesel.....	118
Figura 21 - Miniusina de biodiesel da empresa “X”	121
Figura 22 - Layout da planta do processo de biodiesel	121
Figura 23 - Layout da planta de biodiesel da empresa “X”	122
Figura 24 - Alternativas de destinação do glicerol realizada por PP “X”	129
Figura 25 - Alternativas da destinação do glicerol realizada por PP “R”	134
Figura 26 - Alternativa da destinação do glicerol realizado pelas usinas “S” e “T”	139
Figura 27 - Categorização disposta no MAXQDA12®	141
Figura 28 – Análise dos aspectos sustentáveis e matriz de códigos do grande produtor	141
Figura 29 – Categorização disposta no MAXQDA12®.....	142
Figura 30 - Análise dos aspectos sustentáveis e matriz de códigos	142
Figura 31 - Nuvem de Palavras resultantes da análise de conteúdo da pesquisa	145

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Discussão exemplificada sobre falhas de mercado e falhas de governo.....	39
Quadro 2 - Contabilização das entradas e saídas do ciclo de vida da soja.....	53
Quadro 3 - Tecnologias de produtos e processos empregadas na proteção ambiental	56
Quadro 4 - Comparativo entre gestão e gerenciamento	57
Quadro 5 - Definições de Sustentabilidade	61
Quadro 6 - Aspectos sociais, ambientais e econômicos do desenvolvimento sustentável.....	62
Quadro 7- Cinco problemas fundamentais nos atuais padrões de produção.....	64
Quadro 8 - Vantagens ambientais e econômicas dos biocombustíveis.....	66
Quadro 9 - instituições que atuam como órgãos reguladores do mercado de biodiesel.....	69
Quadro 10 - Vantagens e desvantagens do biodiesel	70
Quadro 11 - Exemplos de aplicações do glicerol purificado (glicerina).....	83
Quadro 12 - Argumentos utilizados ao longo da pesquisa.....	98
Quadro 13 - Categorização analisada para os pequenos produtores rurais	99
Quadro 14 - Sistematização de estudos com base em periódicos Análise Editorial.....	100
Quadro 15 - Artigos referentes a publicações sobre o mercado do glicerol	109
Quadro 16 - Artigos referentes a publicações sobre sustentabilidade e glicerol.....	110
Quadro 17 - Restrições à destinação do glicerol identificados no estudo.....	114
Quadro 18 - Exemplos identificados de Fichas de Informação: transporte de glicerol	117
Quadro 19 - Características construtivas da miniusina de biodiesel.....	119
Quadro 20 - Algumas questões discutidas com os fabricantes de mini-usinas de biodiesel.	123
Quadro 21 - Principais resultados do estudo de caso da PP “R”	130
Quadro 22 - Tipos de respostas obtidas em entrevistas as usinas	135
Quadro 23 - Categorização analisada na pesquisa	140
Quadro 24 - Entraves considerados como barreiras aos aspectos sustentáveis neste estudo	146

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução do percentual de teor de biodiesel presente no diesel fóssil	51
Tabela 2 - Cronograma de aumento do teor de biodiesel a partir de 2017, conforme a Lei nº 13.623/2016, segundo a ANP	51
Tabela 3 – Indicadores quantitativos do desempenho ambiental e socioeconômico de cada etapa da cadeia de produção de biodiesel de soja	53
Tabela 4 - Percentual de matérias-primas utilizadas para a produção de biodiesel no Brasil	73
Tabela 5 - Glicerina gerada na produção de biodiesel em grandes regiões e unidades da Federação – 2006-2015	108
Tabela 6 - Características e custo das miniusinas da Empresa X	120
Tabela 7 - Despesas de investimento: miniusinas de biodiesel.....	123
Tabela 8 - Custo de extração de óleo de soja para 3.000 litros/dia completo, em funcionamento.....	124

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AED – Análise Econômica do Direito

APROBIO – Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

BPF – Óleo combustível de Baixo Ponto de Fluidez

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

FDA – *Food and Drug Administration*

GRAS – *Generally Recognized as Safe*

MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário

MDIC – Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços

MME – Ministério de Minas e Energia

MONG – Matéria Orgânica não Graxa

OECD – Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico

ONU – Organização das Nações Unidas

PIB – Produto Interno Bruto

PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente

PNPB – Programa Nacional de Produção do Biodiesel

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

SAU – Sistema Ambiental Urbano

Sebrae - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

UBRABIO – Associação Brasileira do Biodiesel e Bioquerosene

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	23
1.1 Problema de Pesquisa	27
1.2 Objetivos geral e específico.....	27
1.3 Justificativa.....	27
1.4 Estrutura da Tese	29
2 REFERENCIAL TEÓRICO	31
2.1 Expansão Econômica e a Preservação Ambiental	31
2.2 Falhas de mercado: externalidades	36
2.3 Legislação Ambiental no Brasil	41
2.3.1 Medidas Compensatórias e Mitigadoras.....	47
2.4 Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB).....	49
2.4.1 Impactos ambientais da produção de biodiesel	52
2.5 Gestão Ambiental	54
2.6 Sustentabilidade.....	58
2.6.1 Fatores críticos para a sustentabilidade.....	63
2.7 Biodiesel	68
2.7.1 Matérias-primas e processo de transesterificação.....	72
2.8 Glicerol	76
2.8.1 Aplicações usuais do glicerol.....	80
2.8.2 Mercado do glicerol	87
3 ASPECTOS METODOLÓGICOS	91
3.1 Classificação da pesquisa	91
3.2 Método da Pesquisa	95
3.3 Coleta de dados.....	97
3.4 Tratamento e análise dos dados qualitativos	102
3.5 Entraves considerados neste estudo.....	104
3.6 Etapas da Pesquisa.....	105
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	107
4.1 Glicerol: lacuna normativa e considerações no contexto nacional.....	107
4.1.1 Volume e Mercado de glicerol	107
4.1.2 Lacuna normativa: falha de regulação e falha de mercado	111
4.1.3 Identificação de restrições relacionadas ao glicerol e sua destinação	114

4.2 Pequenos produtores de biodiesel: destinação do glicerol e casos estudados.....	117
4.2.1 <i>Produção de biodiesel por mini-usinas</i>	118
4.2.2 <i>Pequeno Produtor “X” (PP “X”)</i>	124
4.2.3 <i>Resultados de pesquisa de campo realizada na usina “S”, autorizada a comercializar e produzir biodiesel pela ANP</i>	136
4.3 Proposta para contribuição no âmbito das medidas compensatórias e mitigatórias	139
4.3.1 <i>Análise das alternativas de destinação do glicerol</i>	140
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	151
REFERÊNCIAS	155
APÊNDICE A	177
APÊNDICE B	179
APÊNDICE C	181
ANEXO A	185
ANEXO B.....	187

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, os processos antropogênicos de ‘desenvolvimento’ intensificaram, sobretudo, o consumo de combustíveis fósseis (ZHAO et al, 2015; CONIGLIO et al., 2014). Desse modo, problemáticas ambientais surgiram e a busca por soluções mitigadoras motivaram pesquisas na área (DALIAS; POLYCARPOU, 2014; BIERMANN; BROHM; DINGWERTH, 2002; MOTA; MONTEIRO, 2013; RECH; BUTZKE; GULLO, 2012).

Franco et al. (2013, p. 437) afirmam que elas se intensificaram pelos “fortes incentivos governamentais para o aumento da utilização de energias renováveis e pela tendência de alta nos preços do petróleo”. Assim, diversas são as pesquisas realizadas sobre o biodiesel (MOTA; SILVA; GONÇALVES, 2009; HASSANA et al., 2013; CORDOBA, 2011; DHARMADI; MURARKA; GONZALEZ, 2005; AL-LAL et al., 2012; FERRARI; OLIVEIRA; SCABIO, 2005).

No *ranking* mundial de produção e consumo desse biocombustível, em primeiro lugar estão os Estados Unidos e, em segundo, o Brasil (EMBRAPA, 2015). Em 2015, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), divulgou a Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis indicando que houve um aumento de 16,7% no consumo de biodiesel no ano de 2014 em relação ao ano de 2013, somando 3,4 bilhões de litros (EPE, 2015).

Para Wischral (2016, p. 24) “as principais forças motrizes que impulsionam a utilização de tecnologias renováveis são as preocupações com o aquecimento global, a busca por segurança energética e a volatilidade dos preços de matérias primas”. Segundo Grimmer (2009, p. 2), “os biocombustíveis tornaram-se questões relevantes de política global [...]. Numerosos governos estão implementando políticas internas para incentivar a produção de biocombustíveis”. Discussões internacionais surgiram com relação à implementação de políticas voltadas também aos aspectos socioambientais da produção de biodiesel (BAILEY, 2008).

Em 06 de dezembro de 2004, no Brasil, teve início a criação de um mercado nacional de biodiesel com o Programa Nacional de Produção do Biodiesel (PNPB). O objetivo do Governo Federal ao lançá-lo foi implementar e incentivar sua produção e uso, para promover a inclusão social e o desenvolvimento regional no país. Nesse sentido, como principal resultado tem-se a definição de um arcabouço legal e regulatório na área.

De acordo com Pinheiro e Saadi (2005, p. 11), “há um amplo reconhecimento [...] de que as leis [...] e o direito em geral exercem um papel essencial na organização da atividade econômica”.

Em 13 de janeiro de 2005, foi promulgada a Lei nº. 11.097 (BRASIL, 2005), que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, tornando-se um marco legal ao definir os percentuais de adição de biodiesel ao óleo diesel que deveriam ser cumpridos ao longo dos anos. Logo, houve o aumento da produção para atender às metas definidas pela legislação, conforme a regulamentação do PNPB.

Segundo Rossetti (2016), a produção é considerada uma atividade econômica fundamental. Entretanto, nos processos produtivos há a geração de efluentes e resíduos (PINTO et al., 2005). Assim, fenômenos que parecem ter sido desconsiderados pelas diretrizes impostas pelo Poder Público recaem sobre, por exemplo, a destinação dos resíduos gerados no processo de produção do biodiesel, em especial, o glicerol (CONIGLIO et al., 2014; DALIAS, POLYCARPOU, 2014; DASARI et al., 2005; QUISPE; CORONADO; CARVALHO JR, 2013; D'AUREA, 2010).

Em sua maioria, as aplicações desse coproduto exigem um processo de refino para atender às exigências sobre o grau pureza necessária, que é acima de 95% (KONGJAO; DAMRONGLERD; HUNSOM, 2010; CONTRERAS-ANDRADE et al., 2015; OPPE, 2008). O custo desse processo é elevado apesar não envolver tecnologias complexas (SANDERSON, 2013; DALIAS; POLYCARPOU, 2014). Consequentemente, o excesso de oferta é fato, devido às impurezas, baixos serão os seus preços no mercado (ARANTES, 2015).

O mercado de glicerol está diretamente relacionado à produção de biodiesel. O excesso de oferta faz com que ocorra sua desvalorização (CIRIMINNA et al., 2014; QUISPE; CORONADO; CARVALHO JUNIOR, 2013).

Dessa forma, problemas ambientais poderão surgir, conforme enfatiza Sanderson (2013, p. 1)

[...] o crescimento da produção mundial de biodiesel está gerando um excedente, podendo tornar-se um problema ambiental [...]. A glicerina bruta obtida no processo de produção de biodiesel vem impregnada dos excessos utilizados de álcool, de água e de impurezas inerentes à matéria-prima. Só depois de purificada a glicerina pode ser utilizada na área química e no setor alimentício, porém, a tecnologia exigida para extração das impurezas tem custo elevado e é dominada apenas por algumas empresas brasileiras.

Nesse contexto, tanto para a comunidade científica como para as indústrias do setor a “colocação do glicerol é um sério problema para a produção de biodiesel em grandes

quantidades e é fundamental buscar alternativas para o consumo desse volume extra de glicerol” (BEATRIZ; ARAÚJO; LIMA, 2011, p. 306). Para Mota, Silva e Gonçalves (2009, p. 647), o volume do glicerol deverá compor uma fonte de matéria-prima renovável, cabendo “aos pesquisadores utilizarem o conhecimento para desenvolver aplicações economicamente viáveis e que possam beneficiar toda a sociedade”.

Ao longo dos anos, o interesse pelas questões ambientais “têm mudado não apenas a imagem das empresas diante de seus consumidores, mas também sua forma de produção e eliminação de resíduos, muitas vezes influenciando as suas margens de lucro” (COSTA, 2005, p. 302). Assim, os pilares sustentáveis, constituídos para embasar os interesses da sociedade, estão alicerçados em um terreno complexo e dinâmico onde há um paradoxo entre teoria e prática (FONSECA, 2015).

Nos pilares socioeconômicos, sustentam-se aspectos relacionados ao bem-estar, geração de renda e oportunidades de negócios, já que a produção é considerada uma atividade fundamental que envolve a capacidade empresarial e o aprimoramento de tecnologias que a favoreçam (ZENATTI, 2011; ROSSETTI, 2016). No pilar ambiental, as pretensões dos agentes econômicos demandam, por exemplo, classificações de comportamentos duais abstratos, certo e errado, legal e ilegal. Assim, para Pinheiro e Saddi (2005, p. 16) há um “caráter de universalidade conforme os critérios internos do sistema jurídico vigente, com regras que só se operacionalizam no mercado, e o mercado, na economia”.

Entretanto, abordar problemas ambientais no âmbito da economia atribui o ‘papel de vilãs’ a que foram relegadas nos últimos anos as empresas. Há um leque de problemas, [...] passando por todos os tipos de poluição, destinação final de resíduos e outros” (DIAS, 2011, p. 82). Assim, “a tomada de decisão para a alocação eficiente de recursos em uma sociedade ultrapassa a fronteira estritamente econômica, pois nem tudo que é viável do ponto de vista da economia, é necessariamente bom para o homem” (PONCIANO; SOUZA; MATA, 2008, p. 3).

Destarte, pautados por um arcabouço legal vigente, mediante limitações ou oportunidades para decidir, os agentes econômicos poderão talvez obter subsídios para compensar ou mitigar efeitos negativos. “Os agentes econômicos comparam os benefícios e os custos das diferentes alternativas antes de tomar uma decisão, seja ela de natureza estritamente econômica, seja ela de natureza social” (PORTO, 2013, p. 12).

Para os impactos decorrentes da atividade a ser exercida são estabelecidas medidas mitigatórias e compensatórias¹. Elas visam diminuir ou minimizar os efeitos do impacto e compensar os efeitos do impacto, respectivamente. A presença do aparato controlador e mediador do Estado faz-se imprescindível, segundo alguns economistas (MOCHÓN, 2007). “A própria justificativa para a atuação do Estado na seara do direito ambiental é oferecida pela análise econômica, a partir dos modelos de Artur Cecil Pigou e de Ronald Coase”.

Para Mankiw (2016), quando estão presentes as externalidades, as políticas públicas podem propiciar uma melhoria na ineficiência causada pela falha na alocação e utilização dos recursos do mercado. “Se quiser saber como a economia será afetada por qualquer acontecimento ou política, você precisa pensar, primeiro, nos impactos provocados sobre a oferta e a demanda” (Ibid., p. 63). Dados divulgados pelo Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços para as exportações brasileiras mostram que, em 2016, o Brasil exportou menos glicerina que no ano anterior, representando uma queda de mais de 11% em relação à 2015, onde foram 270,2 mil toneladas (BIODIESELBR, 2016).

Zylbersztajn e Sztajn (2005, p. 3), enfatizam que “o Direito influencia e é influenciado pela Economia, e as Organizações influenciam e são influenciadas pelo ambiente institucional”. Assim, para esses pesquisadores, uma análise interdisciplinar permite um entendimento aprofundado sobre a complexidade da realidade, onde se pode discutir, de modo crítico, temas de interesse social. Para classificar o biodiesel como fonte renovável “é essencial considerar [...] as proporções de energia alocadas aos seus coprodutos e ao seu reaproveitamento” (QUINTELLA et al. 2009, 793), pois, “[...] produzir biodiesel não significa somente reduzir a emissão de gases de efeito estufa, aumentar o número de empregos nos agronegócios envolvidos. [...] significa criar demanda para o excedente de resíduos” (FREITAS, 2004, p. 89).

Não há legislação que regulamente o glicerol (BARROS; MANZONI, 2015; COSTA, 2005; OLIVEIRA, 2008; MACHADO et al., 2012). “As Secretarias Estaduais de Meio Ambiente, que controlam a forma de descarte dos efluentes industriais em geral não possuem legislação específica para o descarte da glicerina²” (D’AUREA, 2010, p. 7). Além disso, “sua queima libera na atmosfera a acroleína, que é uma substância com caráter cancerígeno” (BATISTA, 2007). Para Badajide (2013) se os produtores, pesquisadores, instituições educacionais e políticas estiverem à frente de estudos sobre o glicerol, alternativas viáveis e sustentáveis para a ‘indústria’ do biodiesel poderão ser propostas.

¹ Existem também as medidas preventivas, que visam prevenir o impacto. Mas, como produzir biodiesel gera o coproduto glicerol, essa medida não foi analisada e, portanto, desconsiderada nesta tese.

² O termo glicerina refere-se ao glicerol na forma comercial com pureza acima de 95%

Sendo assim, espera-se que os resultados possam fornecer subsídios para a implantação de políticas que busquem remediar ineficiências relacionadas à preservação ambiental e ao desenvolvimento sustentável nos negócios.

1.1 Problema de Pesquisa

Quais alternativas de destinação do glicerol realizadas por produtores de biodiesel podem contribuir no âmbito das medidas compensatórias e mitigadoras?

1.2 Objetivos geral e específico

O objetivo geral foi analisar alternativas de destinação do glicerol realizadas por produtores de biodiesel que podem contribuir no âmbito das medidas compensatórias e mitigadoras.

Os objetivos específicos são:

- Analisar a lacuna normativa sobre a destinação do glicerol no país;
- Identificar entraves relacionados à destinação do glicerol;
- Identificar casos de destinação do glicerol realizado por produtores de biodiesel;
- Analisar, com base nos resultados obtidos, os aspectos sustentáveis das alternativas realizadas por produtores de biodiesel.

1.3 Justificativa

Sustentabilidade é um tema complexo, pois “os debates acerca da temática ambiental revelam correntemente algumas contradições entre o desenvolvimento considerado sustentável e o modelo de crescimento econômico tradicional” (FONSECA, 2015, p. 209). Há um paradoxo entre os sistemas produtivos, ambientais e de mercado, pois diferenças existem entre os limites da administração e a gestão dos recursos naturais (GRAYMORE; SIPE; RICKSON, 2010; ROSSETTI, 2016). Destarte, pesquisas nessa área contribuem no auxílio à tomada de decisão (HANSSON; FERGUSON, 2011).

A escolha do tema foi com base na investigação realizada sobre os aspectos sustentáveis da produção de biodiesel, em especial, seu coproduto. Identificou-se a necessidade de trabalhos relacionados ao glicerol porque, legalmente, houve um importante avanço no país em relação ao uso e produção do biodiesel com a implantação da PNPB em 2008. Mas, dentre os seus

efeitos regulatórios, não existem disposições que o regulamentem, portanto, indaga-se: os produtores de biodiesel sabem que “a grande quantidade de glicerol gerado pode tornar-se um problema ambiental, uma vez que não pode ser eliminado no ambiente”? (QUISPE; CORONADO; CARVALHO JUNIOR, 2013, p. 475). “Ocorrem lançamentos criminosos nos cursos d’água, como já se verificou nos estados do Ceará e da Bahia” (FAIRBANKS, 2009, p. 3).

Os impactos ambientais podem ser decorrentes de atividades ou empreendimentos necessários para um crescimento socioeconômico. Todavia, suas consequências demandam medidas que poderão prevenir, mitigar ou compensá-los. Nesse contexto, tem-se o pressuposto de que não há controle ou fiscalização sobre a produção ou destinação do glicerol. Assim, considerar que isso pode representar um problema para a sociedade constitui um fenômeno a ser estudado. A Figura 1 ilustra o modelo conceitual simplificado da pesquisa.

Figura 1 - Modelo conceitual simplificado da pesquisa

Fonte: Elaborado pela autora.

A pesquisa científica deve proporcionar desenvolvimento e avanços. Estes, tornam-se apropriados com disciplina, no conhecer para operacionalizar. Investigar e entender o contexto para, então, propor e buscar soluções. Atualmente, os produtores buscam alternativas para se adequar às normas ambientais. No entanto, na ausência de um sistema para incentivar, facilitar ou disciplinar uma atividade, como será possível tomar uma decisão, em termos sustentáveis?

As informações levantadas nessa pesquisa poderão explicitar quais as medidas adotadas pelos produtores pesquisados e constituir fonte de dados para outros que tenham essa pretensão. Em relação aos pequenos produtores de biodiesel, não há suporte ou apoio, logo, é necessária a formulação de políticas públicas nesse sentido. E esta é também uma contribuição que se pretende levantar. Em recente discussão política, o Ministério de Minas e Energia rejeitou proposta de ajuda às pequenas usinas (BIODIESELBR, 2017a).

Espera-se, portanto, contribuir no âmbito das medidas compensatórias e mitigatórias para se tornarem funcionais, uma vez que não basta ser eficaz, mas sim, proporcionar a perpetuação do sistema econômico conjuntamente à proteção ambiental.

Falhas de regulação geralmente coexistem com as chamadas falhas de mercado. Trabalhos realizados por Peixoto (2013), Matias e Belchior (2007), Ponciano, Souza e Mata (2008), Coelho (2007), Salama (2008) envolvem uma análise interdisciplinar somente entre os conceitos jurídicos e econômicos. Sendo assim, a forma de abordagem utilizada nesta tese para analisar o tema proposto engloba aspectos jurídicos, econômicos e de gestão ambiental, fato que configura o seu caráter de ineditismo.

1.4 Estrutura da Tese

A tese está estruturada em cinco capítulos. Neste capítulo, foram apresentadas as motivações e indagações introdutórias que culminaram nas contribuições que se pretende com a pesquisa. No segundo capítulo, serão descritos os conceitos e as bases literárias que forneceram subsídios para o alcance dos objetivos propostos, além das limitações do estudo. No terceiro capítulo, serão determinados os aspectos metodológicos da pesquisa e que proporcionaram a análise e discussão dos resultados, no quarto capítulo. Por fim, são apresentadas as considerações finais, suas principais contribuições, suas implicações para a teoria e para futuros trabalhos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo aborda temas relacionados ao contexto no qual a pesquisa está inserida, apresentando as referências que serviram de base para estabelecer as diretrizes e fundamentações desta tese.

2.1 Expansão Econômica e a Preservação Ambiental

Dentre as questões discutidas pelos entes políticos e sociais, a partir das décadas de 70 e 80 do século XX, está como gerar desenvolvimento que não acarrete, ou pelo menos, tenha reduzido seu impacto no meio ambiente. A Figura 2 sintetiza os argumentos de Nijkamp (1981³ apud PONCIANO; SOUZA; MATA, 2008) no que se refere aos debates que levaram à interdisciplinaridade presente nesse contexto.

Figura 2 - Problemas da atividade produtiva e suas relações com as questões ambientais

Fonte: Adaptado de Ponciano, Souza e Mata (2008).

A questão econômica fundamental “não está atrelada apenas a ação de produzir e consumir, com alocação dos recursos escassos da sociedade, mas sim em utilizar estes recursos

³ NIJKAMP, P. **Environmental Policy Analysis: Operational Methods and Models**. Londres, John Willey. 1981.

de forma a minimizar a depredação dos recursos naturais” (PONCIANO; SOUZA; MATA, 2008, p. 3).

De acordo com Seiffert (2013) as fontes mais poluentes que contribuem para o aumento das emissões de gases é proveniente da queima de combustíveis fósseis (carvão, por exemplo) e, portanto, alterações na matriz energética são necessárias para mitigar os efeitos das mudanças climáticas. Além disso, o autor afirma que o desmatamento também constitui um fator que agravou as mudanças climáticas, pois, anteriormente à Revolução Industrial, a madeira já era utilizada como fonte de energia e matéria prima para proporcionar a expansão das cidades e das atividades agropecuárias.

Ao citar a questão dos organicistas ou fisiocratas, que encorajavam as atividades econômicas realizadas por meio da agricultura, por exemplo, pode-se observar a intenção de reduzir o quanto fosse possível o número daqueles envolvidos nas atividades relacionadas ao comércio e às finanças.

“Na verdade, a fisiocracia surgiu como reação ao mercantilismo. A fisiocracia sugeria que era desnecessária a regulamentação governamental, pois a lei da natureza era suprema, e tudo o que fosse contra ela seria derrotado” (VASCONCELLOS; GARCIA, 2014, p. 252). Portanto, em ambientes onde exista excesso de intervenção governamental ou regulamentação, “uma economia com significativo desenvolvimento comercial e financeiro não se ajustava às necessidades da expansão econômica. Só a terra tinha capacidade de multiplicar a riqueza” (Ibid., p. 252).

A intensa urbanização associada a um aumento populacional acarretou a produção de resíduos, porém, apesar de um longo período transcorrido, a conscientização dos problemas pelo seu descarte indevido é recente.

“A promulgação da Lei nº. 12.305 de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, foi importante, pois representa uma tentativa de modificar o cenário precário que acarreta efeitos adversos ao ambiente” (NOVI et al., 2013, p. 194). Muito embora tenha entrado em vigência após 5 anos da PNPB, a PNRS (BRASIL, 2010) não traz diretrizes sobre como proceder com o coproduto glicerol. Para a PNRS os resíduos constituem

Qualquer material, substância, objeto ou bem descartado, resultante de atividades humanas em sociedade, e cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, [...] e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível – art. 3º, XVI (BRASIL, 2010)

Ainda em relação à destinação de resíduos, denomina-se coproduto aquilo que tem mercado para venda e, subproduto, aquilo que é vendido se for economicamente viável (ROBRA et al. 2006). Conforme Quintella et al. (2009, p. 803), são considerados coprodutos os resíduos que “necessitam ser reutilizados para reduzir os impactos ambientais e para maximizar os resultados da energia aplicada, podendo agregar valor e se constituir de outras fontes de renda importantes para os produtores agrícolas e indústrias”.

Mundialmente, o Brasil é considerado um país privilegiado quanto à disponibilidade de água doce. No entanto, a degradação dos recursos hídricos constitui um dos graves problemas, cabendo destacar um maior comprometimento da qualidade da água. O que se observa no país no que concerne à problemática dos recursos hídricos não é somente a escassez meramente física de água em algumas regiões, mas principalmente a ineficácia de sua gestão (MENDONÇA; LEITÃO, 2008, p. 146).

Para a Seade (2010), a forma de ocupação territorial rural é totalmente diferente da urbana, implicando políticas públicas distintas. Além disso, nem todos os setores rurais se caracterizam como de alta ou muito alta vulnerabilidade, pois dentre os 645 municípios paulistas, eles concentram apenas 3,7% dessa população, apesar de representarem 8,1% dos setores censitários do Estado. O grau de vulnerabilidade e a dimensão socioeconômica dos setores censitários rurais é classificado como alto ou muito alto (SEADE, 2010).

Paralelamente aos desafios enfrentados pelo Estado ao formular e implementar políticas públicas, está em identificar locais para que possa intervir de modo a atingir alvos prioritários em áreas que concentram segmentos populacionais mais fragilizados. Nesse contexto, uma das definições de vulnerabilidade é, segundo Confalonieri⁴ (2003 apud MENDONÇA, 2004, p. 142), “[...] produto da exposição física a um perigo natural e da capacidade humana para se preparar para e recuperar-se dos impactos negativos dos desastres”. Veyret⁵ (2007, p. 24 apud CARDOSO, 2014, p. 6) define a vulnerabilidade como uma “magnitude do impacto previsível de uma área sobre os alvos [...] A vulnerabilidade pode ser humana, socioeconômica e ambiental”.

Para Wehrmann, Vianna e Duarte (2006, p. 13), os “valores dos componentes sociais e ambientais devem, necessariamente, entrar no cálculo do valor final do produto. [...], o componente social praticamente não existe”. Para Tapah, Santos e Leake (2014), a cadeia produtiva do biodiesel deve se originar quando há a associação da disponibilidade da matéria-

⁴ CONFALONIERI, U. E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. **Revista Terra Livre**, São Paulo, ano 19, v. 1, n. 20, p. 193-2004. 2003.

⁵ VEYRET, Y.(organizadora). **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007

prima e motivações, ou seja, em decorrência de necessidades e oportunidades que desenvolvam um potencial para a realização de atividades.

A motivação existente se baseia nos benefícios sociais e ambientais, que se diferenciam em razão de diversos níveis de desenvolvimento socioeconômico e a expectativa sobre os programas de geração de renda e emprego, a partir da produção do biodiesel, decorrem do grande potencial que o mercado energético tem tanto a nível nacional como mundial (ANITESCU; BRUNO, 2012). Segundo Monteiro et al. (2014, p. 224),

A capacidade produtiva não seria o produto esperado pelo desenvolvimento, mas sim um dos meios que beneficiariam a expansão das capacidades humanas, propiciando a cooperação e a solidariedade entre os cidadãos, o que permitiria a transformação do crescimento econômico em desenvolvimento como liberdade.

Porter e Van der Linde (1995a), afirmam que regulamentações adequadas podem auxiliar no processo de inovação no sentido de reduzir custos ambientais e permitir o uso mais eficiente dos recursos.

Todavia, no Brasil, apesar da criação de normas, legislação e modelos na tentativa de avançar no que se refere à proteção do meio ambiente a gestão do meio ambiente tem como característica a desarticulação dos diferentes organismos envolvidos, a falta de coordenação e a escassez de recursos financeiros e humanos para o gerenciamento das questões relacionadas ao meio ambiente (BORBA, 2007).

O autor ensina ainda que, dentro do contexto histórico, isso pode resultar da forma pela qual a questão ambiental tem sido tratada ao longo da história no país visto que a economia brasileira, desde os tempos coloniais, caracterizou-se por ciclos de exploração de alguns recursos naturais (pau-brasil, cana-de-açúcar, etc).

“A ideia de crescimento econômico coincide com o advento do capitalismo como sistema econômico dominante, em meados do séc XVIII. Esse sistema provocou contínuas mudanças tecnológicas e acumulação de capital” (TEBCHIRANI, 2012, p. 160).

Para Mochón (2007, p. 284) “o crescimento econômico, isto é, o aumento da produção de uma sociedade, é a chave para a elevação do nível de vida no longo prazo [...] esse crescimento permite que a maior parte da população desfrute de um nível de vida mais alto”.

Desse modo, o crescimento econômico está inserido no processo de desenvolvimento de uma sociedade. Entretanto, “o desenvolvimento econômico, gerado pela moderna tecnologia, trouxe consequências que põem em risco a própria sobrevivência da humanidade” (MORAES, 1980, p. 241).

Enfatiza Mochón (2007, p. 288) que, “o avanço da tecnologia (conhecimentos sobre como produzir os bens e serviços) é o fator-chave para gerar crescimento econômico”.

Segundo Resende⁶ (2011 apud TEBCHIRANI, 2012, p. 166)

O crescimento sempre foi objetivo da política econômica, que associa o crescimento ao aumento de renda e do bem-estar. Todavia, as evidências de que a atividade econômica impacta negativamente os recursos ambientais do planeta, aproximando-se atualmente de um limite tolerável, torna-se questionável associar de forma permanente níveis de bem-estar ao crescimento.

A sustentação do crescimento econômico em face das exigências globais de preservação do meio ambiente constitui um dos diversos desafios que dizem respeito às questões econômicas. Conforme ensina Nusdeo⁷ (1975, p. 9 apud MORAES, 1980, p. 241)

[...] um dos setores onde se torna mais nítida a distinção entre desenvolvimento econômico e qualidade de vida é exatamente onde se intersectam as áreas de economia e ecologia, fazendo com que as condições do meio ambiente se degradem em virtude do saque sobre ele levado a efeito pela atividade do sistema econômico. (grifo nosso).

Segundo Rossetti (2016, p. 407), crescimento e preservação do meio ambiente constituem um paradoxo, pois se têm

[...] de um lado, as fundamentadas razões para a expansão da produção de bens e serviços; de outro, as inquestionáveis razões para a preservação ambiental. [...] A degradação ambiental, como resultado de processos produtivos [...] já causou danos de difícil reparação; mas, em contrapartida, conscientizou a maior parte das nações sobre a necessidade de posturas preservacionistas. Um novo comportamento dos agentes econômicos – governo, empresas e unidades familiares – pode conduzir à operacionalização de um novo conceito, o de desenvolvimento sustentável.

O crescimento efetivo é determinado pela eficiência com que se utilizam os recursos (MOCHÓN, 2007) e, portanto, não se utilizar de forma racional os recursos limitados proporciona degradações ambientais em diversos sistemas econômicos.

“Um sistema econômico pode ser considerado o formato da sociedade em aspectos político, jurídico e socioeconômico, por meio do qual se busca atingir o objetivo de melhoria do bem-estar” (TEBCHIRANI, 2012, p. 21). Ainda segundo o autor, dentre os elementos básicos do sistema de mercado (capitalista) estão os fatores de produção (capital e trabalho), as unidades consumidoras ou famílias, as unidades produtoras ou firmas (empresas) e as

⁶ RESENDE, A. L. Desigualdade e bem-estar. **Valor Econômico**, v. 1, n. 3, 2011.

⁷ NUSDEO, F. **Desenvolvimento e ecologia**. São Paulo: Saraiva, 1975.

instituições (políticas, jurídicas e socioeconômicas) cuja intervenção possibilita reduzir falhas de mercado e também instabilidades por meio da gestão da política econômica. A estabilidade e a solidez destas últimas, ou seja, das instituições, garantem o bom funcionamento do sistema (VASCONCELLOS; GARCIA, 2014).

Segundo Rodrigues (2013, p. 279) em relação ao desenvolvimento como crescimento econômico e tecnológico deve-se pensar “na utilização e na transformação dos elementos que compõem o meio ambiente. Afinal, se desenvolvimento significa expansão econômica, é certo que ele pressupõe a produção de bens que têm como matéria-prima os recursos naturais”.

Se houver o estancamento do ritmo de expansão, por questões ambientais, ocorrerão as chamadas externalidades negativas (ROSSETTI, 2016). Ainda segundo o autor, portanto, buscar ao mesmo tempo a preservação das bases naturais e a expansão da produção, o resultado será uma contradição. As externalidades estão inseridas nas chamadas falhas de mercado, que serão apresentadas a seguir.

2.2 Falhas de mercado: externalidades

Segundo Mankiw (2016, p. 64) “mercado é um grupo de compradores e vendedores de determinado bem ou serviço particular. Os compradores, como grupo, determinam a demanda pelo produto e os vendedores, também como grupo, determinam a oferta do produto”.

Os mercados “às vezes são altamente organizados, tais como mercados de muitas mercadorias agrícolas. Neles, compradores e vendedores encontram-se em lugares e horários determinados, onde um leiloeiro ajuda a estabelecer os preços e a organizar as vendas” (MANKIW, 2016, p. 64). Ainda segundo o economista, os mercados são geralmente uma boa maneira de organizar a atividade econômica. Conforme ensina Rodrigues (2013, p. 299), externalidade “é o reflexo social que um produto causa. Por ser impossível medi-las, essas consequências não estão geralmente incluídas no preço do produto. Daí por que as externalidades são um desvio de mercado”.

“As externalidades surgem quando os indivíduos ou empresas realizam ações que consideram apenas os benefícios e os custos privados, não considerando os custos e benefícios sociais” (Ibid., 2016, p. 12).

Assim, na ausência de deficiências de mercado, o resultado de mercado competitivo é eficiente. Por outro lado, um tipo existente de deficiência de mercado é chamado de externalidade.

O impacto das ações de uma pessoa sobre o bem-estar de outras que não participam da ação é chamado de externalidade.

As falhas de mercado ocorrem quando a presença de ineficiência gera a necessidade de regulação por parte do Estado, uma vez que os resultados econômicos se apresentam de forma indesejável do ponto de vista social. Ocorrendo essas falhas, a regulação é necessária em algumas ocasiões, com a função de promover o bem-estar social (FRADE, 2016, p. 11).

Quando há externalidades, os mercados não distribuem os recursos de maneira eficiente porque não estão presente os custos de negociação ou de transação. Um agente econômico que não é penalizado pelas externalidades negativas que causa, produzirão mais do que é socialmente desejável. No Anexo A, estão descritas algumas considerações sobre a questão da ineficiência e das externalidades.

O problema principal é se caso “não devidamente tratada, mesmo em um mercado competitivo, elas impedirão que a máxima eficiência econômica seja alcançada, sob a ótica social, havendo sempre uma divergência entre valores sociais e privados” (PONCIANO; SOUZA; MATA, 2008, p. 3).

“Na presença de externalidades, o preço de uma mercadoria não reflete necessariamente o seu valor social. Nesse sentido, as empresas poderão produzir quantidades excessivas ou insuficientes, de tal forma que o resultado seja ineficiência do mercado” (Ibid., 2008, p. 3). Em resumo, os agentes econômicos desconsideram custos externos ou mesmo benefícios de suas ações, portanto, o resultado do mercado é ineficiente.

Vasconcellos e Garcia (2014, p. 35) questionam: Quando o Estado deveria intervir na economia?

A justificativa econômica para a intervenção governamental nos mercados se apoia no fato de que no mundo real observam-se desvios em relação ao modelo ideal, isto é, existem as chamadas imperfeições de mercado: externalidades [...]. As externalidades ou economias externas se observam quando a produção ou o consumo de um bem acarreta efeitos positivos ou negativos sobre outros indivíduos ou empresas, que não se refletem nos preços de mercado. As externalidades dão a base econômica para a criação de leis antipoluição, de proteção ambiental etc.

Para Mankiw (2016), quando estão presentes as externalidades, as políticas públicas podem propiciar uma melhoria na ineficiência causada pela escassez de bens e pela falha na alocação e utilização dos recursos do mercado.

A presença do aparato controlador e mediador do Estado faz-se imprescindível, segundo alguns economistas (MOCHÓN, 2007). As externalidades podem ser negativas ou positivas.

As positivas representam uma menor quantidade de mercado do que socialmente

desejável. As negativas, referem-se a uma menor quantidade de mercado do que socialmente desejável.

Para Ponciano, Souza e Mata (2008, p. 3) “quando no preço do bem colocado no mercado não estão incluídos os ganhos e as perdas sociais resultantes de sua produção ou consumo. Assim, o efeito negativo ou positivo não pode ser agregado ao valor do produto por ser impossível de ser medido”. Ainda segundo os autores, a externalidade está presente quando “a utilidade ou a produção de um agente “X” inclui variáveis reais (não-monetárias) em quantidades determinadas por terceiros que não devotam uma especial atenção com o bem-estar de “X” e não o compensam pelos efeitos de suas atividades” (Ibid. 2008, p. 4).

Segundo Mankiw (2016), busca-se diminuir os problemas internalizando-se a externalidade. Como exemplo de externalidade negativa, tem-se, a poluição.

Caso um terceiro seja afetado por uma transação realizada entre um comprador e um vendedor, esse efeito é denominado externalidade, onde a poluição é um exemplo clássico (ROSSETTI, 2016; PINHEIRO; SAADI, 2005; MANKIW, 2016; MOCHÓN, 2007; VASCONCELLOS; GARCIA, 2014). Esses autores denominam esse tipo de efeito como externalidade negativa, onde, em um mercado, as situações socialmente ótimas estão abaixo das situações em equilíbrio.

Diversas políticas são utilizadas para remediar ineficiências causadas pelas externalidades. Outrossim, deve-se “considerar não só os efeitos imediatos de qualquer ato ou política, mas, também, os mais remotos; descobrir as consequências dessa política, não somente para um único grupo, mas para todos eles” (HAZLITT, 2010, p. 24).

De acordo com Mankiw (2016, p. 359) as políticas públicas regulamentam o comportamento para impedir atividades socialmente ineficientes algumas vezes, podendo internalizar uma externalidade com impostos corretivos.

Outra política pública é a concessão de licenças de poluição. [...] As pessoas afetadas pelas externalidades podem, às vezes, resolver o problema privadamente. [...] Segundo o Teorema de Coase, se as pessoas puderem negociar sem custos, então sempre poderão chegar a um acordo em que os recursos sejam alocados eficientemente. Mas, em muitos casos, chegar a um acordo quando existem muitas partes envolvidas é difícil, de modo que o Teorema de Coase não se aplica.

Por outro lado, existem também os efeitos considerados como externalidades positivas, por exemplo, os avanços tecnológicos, as vacinas, a educação. Eles proporcionam que as situações consideradas socialmente ótimas sobreponham-se às de equilíbrio (ROSSETTI, 2016; MOCHÓN, 2007; VASCONCELLOS; GARCIA, 2014; PINHEIRO; SAADI, 2005).

Nesse sentido, falhas de mercado e falhas de governo são apresentadas e discutidas por Salama (2008, p. 41) “A existência de falhas de mercado é a justificativa clássica para a regulação de atividades pelo Estado. [...]. As falhas de mercado geralmente coexistem com falhas de regulação”. O Quadro 1 sintetiza as respostas à uma discussão proposta pelo pesquisador (Ibid., 2008) ‘se o mercado falha, a regulamentação irá falhar menos’?

Quadro 1- Discussão exemplificada sobre falhas de mercado e falhas de governo

Exemplo	Poluição do ar
Pergunta	Como o governo pode resolver o problema?
Alternativas	Uma alternativa é regular as atividades poluentes (por exemplo, limitando as emissões de gases tóxicos). Outra alternativa é tributar mais pesadamente os produtos tóxicos (com os chamados impostos “pigouvianos”). Uma terceira alternativa é criar direitos de propriedade sobre unidades de poluição (os chamados créditos de carbono).
Solução	Qual a melhor alternativa? A verdade é que não há como determinar aprioristicamente (isto é, dedutivamente a partir de princípios gerais) a modalidade institucional que resolverá de maneira eficiente os conflitos que surgem em intercâmbios econômicos. A resposta deve, portanto, levar em consideração os prováveis resultados e custos de cada opção.

Fonte: Adaptado de Salama (2008, p. 41).

“Apercebendo-se da insuficiência dos tradicionais instrumentos de análise da legislação, os juristas passaram a recorrer à Economia como método de estudo e aferição da eficiência da legislação” (PIMENTA, 2006, p. 168).

Por fim, para compreender as falhas de mercado faz-se necessária uma análise econômica que, para esta tese, concentra-se na Análise Econômica do Direito (AED). Historicamente, Coelho (2007, p. 3) afirma que os pesquisadores identificam a Universidade de Chicago como “a legítima precursora do movimento e a Economia Microeconômica Neoclássica, conjuntamente com sua vertente *welfarista*, como a teoria econômica que verdadeiramente permeia suas conclusões”.

A construção de uma sociedade livre, justa e solidária, onde se pode garantir um desenvolvimento que promova bem-estar, por meio da redução das desigualdades sociais e regionais constituem objetivos fundamentais do país. Pode-se definir o movimento da AED ou, *law and economics*, segundo Ribeiro e Galeski Junior (2009⁸ apud GONÇALVES; RIBEIRO, 2013, p. 81) como a “aplicação da teoria econômica para o exame de formação, estruturação e impacto da aplicação de normas e instituições jurídicas”.

“No âmbito do direito ambiental, a construção teórica da ideia de “uso sustentável” dos recursos naturais, [...] é efetiva demonstração não apenas do possível uso das técnicas de AED

⁸ RIBEIRO, M. C. P.; GALESKI JUNIOR, I. **Teoria Geral dos Contratos:** contratos empresariais e análise econômica. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

ao direito ambiental, mas também do efetivo uso que vem sendo feito” (MATIAS; BELCHIOR, 2007, p. 161). Segundo os autores, a atuação do Estado na esfera ambiental justifica-se pelos modelos iniciais propostos por Artur Cecil Pigou e de Ronald Coase.

Arthur Cecil Pigou, em sua obra *The economics of welfare*, de 1920, defende uma atribuição, de cunho taxativo, de um valor pecuniário pelos custos marginais⁹ produzidos pelas indústrias, que deveriam pagar multas pelas perdas sociais causadas (PONCIANO; SOUZA; MATA, 2008). Pigou afirmava que, para evitar danos gerais causados pelas atividades econômicas, faz-se necessária a intervenção estatal que concederia subsídios evitando, pois, as externalidades e incentivando, no contexto atual, o uso de novas tecnologias subordinadas à ideia de sustentabilidade.

Contudo, verifica-se que tal sanção, caso aplicada na realidade social do país, seria insuficiente. Isso pode decorrer dos vultuosos lucros obtidos, os quais superam, em muito, as multas impostas, desqualificando o sentido conscientizador que as penas originariamente deveriam portar, não representando, portanto, problema algum para as empresas poluidoras do meio ambiente (PEIXOTO, 2013).

Segundo Ponciano, Souza e Mata (2008, p. 2), “as empresas poderão produzir quantidades excessivas ou insuficientes, de tal forma que o resultado seja ineficiência do mercado”.

Dessa forma, em contrapartida à teoria de Pigou, surge o Teorema de Ronald Coase (ANEXO B), ao qual, por recusar a intervenção estatal, atribui às partes envolvidas, as personalidades jurídicas de capital privado, o dever de alcançar um equilíbrio. Nele, por recusar a intervenção estatal, atribui às partes envolvidas personalidades jurídicas de capital privado, o qual devem alcançar um equilíbrio (SALAMA, 2008).

Quando pautado no princípio da autoregulação do mercado, as transações privadas de externalidades, com funcionalidade semelhante a uma licença (de poluição), seriam comercializadas sem prejuízo para as partes envolvidas e/ou para o meio ambiente (MATIAS; BELCHIOR, 2007). Inclusive, este foi o argumento utilizado para tratar do Mercado de Crédito de Carbono. Foi Coase também quem propôs o conceito de custo de transação. Segundo Costa e Nogueira (2015, p. 91)

Custos de Transação estão associados às contratações são, portanto, dispêndios de recursos com planejamento, adaptação e fiscalização que envolvem uma negociação ou cumprimento de um contrato. Ou seja, segundo

⁹ Segundo Mankiw (2016, p. 794), custos marginais são “o aumento do custo total (o valor de mercado dos insumos que uma empresa usa na produção) decorrente da produção de uma unidade adicional”.

Coase (1937), sempre que houver custos em negociar, monitorar e coordenar o comportamento dos indivíduos, as transações tornam-se custosas e o equilíbrio do mercado não será eficiente.

“Estes custos são influenciados por elementos comportamentais, pelos atributos das transações [...]. Quanto aos elementos [...] os agentes econômicos possuem racionalidade limitada e comportamento oportunista, tendendo a agir de forma auto interessada”. (CAMPOS; MELLO, KRUGLIANSKAS, 2015, p. 1). “Quando realizam transações com outras empresas, as empresas o fazem mediante contratos [...]. Analogamente, a cadeia produtiva passa a ser um amplo nexo de contratos, mediado pelas características da transação e pelo ambiente [...]” (Ibid., 2015, p. 1).

Sendo assim, de certa forma pode ser imperioso estabelecer parâmetros para atingir um equilíbrio. E, isso demanda muitas vezes normatização do comportamento. No item a seguir, será descrito o âmbito normativo relacionado à preservação ambiental.

2.3 Legislação Ambiental no Brasil

Mundialmente, a legislação ambiental brasileira destaca-se por ser considerada avançada, no entanto, o paradoxo entre teoria e prática permanece. Ainda não há um legado que proporcione a cultura de se obter crescimento econômico junto à proteção ambiental. No Brasil, consideram-se três níveis hierárquicos para estabelecer as normas de controle ambiental, portanto, em todo o país cabe à União instituir normas gerais; aos Estados, cabe instituir as normas peculiares; e, aos Municípios, as normas que abordem interesses locais (MACHADO, 2009).

A matéria ambiental encontra-se sistematizada pela Constituição Federal de 1988 (CF/88) (BRASIL, 2000), onde estabelece, além das competências privativas também a comum para o combate à poluição art. 23, VI. Outrossim, estabelece a competência concorrente para legislar sobre a defesa do solo, dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição, entre outros art. 24, VI.

Desde a década de 1970, busca-se a eficácia em relação à proteção ambiental. O Decreto-Lei 1.413, de 14 de agosto de 1975, por exemplo, impôs às indústrias “instaladas ou a se instalarem no território Nacional a adoção de medidas, indicadas pelos órgãos governamentais competentes para prevenir ou corrigir os inconvenientes e prejuízos causados

pela poluição e contaminação do meio ambiente” (NOVI; OLIVEIRA; SALGADO JUNIOR, 2013, p. 4).

Ante a relevância social que o tema meio ambiente possui, os legisladores elencaram a questão ambiental no âmbito constitucional. O artigo 225 da CF/88 abarca a garantia a um meio ambiente equilibrado, onde

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 2000).

A conscientização ambiental teve início nos anos 1960. Todavia, seu auge foi alcançado em 1972, com a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano ocorrida em Estocolmo. O Primeiro Congresso Internacional sobre o meio ambiente deu origem à expressiva Declaração dos 26 princípios, traz em seu artigo 3º

O homem deve fazer uma constante recapitulação de sua experiência e continuar a descobrir, a inventar e a progredir. Aplicado errônea ou imprudentemente, esse mesmo poder pode causar danos incalculáveis ao ser humano e ao seu meio. [...] graves deficiências nocivas para a saúde física, mental e social do homem, no meio por ele criado, especialmente naquele que vive e trabalha. (grifo nosso) (MORAES, 1980, p. 243).

Durante anos, tanto no Brasil como em outros países, segundo Novi, Oliveira e Salgado Junior (2013, p. 4), “a poluição foi vista como sinônimo de progresso, ou seja, a confiança da sociedade nos processos tecnológicos vivenciados após a Revolução Industrial, não deixavam transparecer o quanto a natureza era, e ainda é vulnerável à intervenção humana”. Porém, de acordo com Theodoro, Batista e Zanetti (2008), tal progresso e desenvolvimento culminaram em avanços nas condições de vida da população, proporcionando saúde e longevidade em contrapartida, ao meio ambiente restou o prejuízo.

As primeiras manifestações relacionadas à gestão ambiental tiveram início aos primeiros sinais dos problemas de escassez de recursos, mas, problemas resultantes da poluição só foram abordados, sistematicamente, após o incremento industrial.

Primeiramente, o foco da preocupação com a poluição estava direcionado ao ambiente de trabalho e aos funcionários que nele operavam. Em segundo plano, foi abordada a questão da população residente a áreas próximas dessas indústrias e empreendimentos que lançavam poluentes na atmosfera.

O Poder Público, com o objetivo de estabelecer um controle sobre as emissões de poluentes por parte das indústrias, meios de transporte e outros empreendimentos, instituiu um

conjunto de políticas ambientais constituindo, então, as chamadas leis ambientais. “As leis ambientais são instrumentos de regras e padrões a serem seguidos, que visam à proteção do meio ambiente e do próprio ser humano quanto à exploração de recursos naturais disponíveis” (NEUMANN; LOCH, 2002, p. 244).

“No tocante à repressão aos abusos da poluição, duas são as esferas de atuação pública: administrativa, desde a imposição de multas até à interdição do estabelecimento poluidor, e a penal, prevendo a aplicação de sanções criminais [...] para os infratores”, segundo Moraes (1980, p. 245). O douto jurista ainda afirma que “a matéria penal é taxativa. Ou consta de lei penal e é crime, ou não consta, e não será crime. [...] é o princípio da anterioridade penal, também chamado de princípio da reserva legal” (MORAES, 1980, p. 259).

Assim, a legislação ambiental brasileira vem sendo elaborada diante de uma estrutura complexa, tanto no que diz respeito à sua implantação quanto seu desenvolvimento, pois mesmo antes do marco histórico que foi a Rio-92 (também chamada de Eco-92), o país já abordava questões ambientais. Fato este que, posteriormente, corroborou para uma nova ramificação do Direito, o chamado Direito Ambiental, que passou a desenvolver ferramentas necessárias para que houvesse um tratamento mais sustentável e consciente dos recursos brasileiros, bem como sua proteção (ARAÚJO et al., 2013).

Novi (2011, p. 24) afirma que

Embora exista um vasto arcabouço jurídico, incluindo normas nos âmbitos federal, estadual e municipal, o país não consegue exercer e controlar sua aplicação de forma eficaz. Quando as normas são ignoradas pela sociedade, a legislação nada significa diante da questão cultural. Os hábitos das pessoas poderão mudar ao longo dos anos e, até que essa sociedade não crie uma consciência normativa, o método punitivo tenderá a tornar-se ineficaz.

Nessa questão, a importância do Direito Ambiental e do legislador foi elevar o meio ambiente à condição de bem jurídico tutelado pelo ordenamento, fazendo surgir a ideia de proteção e de responsabilização em casos de danos provenientes da exploração e degradação dos recursos. Buscou-se assegurar um desenvolvimento pautado no equilíbrio.

Aos que descumprem as normas ambientais deverão ser aplicadas sanções administrativas e penais, conforme distinção feita por Mateo¹⁰ (1977, p. 98 apud MORAES, 1980, p. 252). Além disso, o autor sugere “a adoção de medidas dissuasórias, que incitem os infratores a abandonar as práticas contrárias ao equilíbrio ambiental e medidas compensatórias, que obriguem os causadores da poluição a financiar instalações que eliminem a contaminação”.

¹⁰ MATEO, R. M. *Derecho Ambiental*. Madrid, 1977.

No Brasil, a definição de uma Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) estabeleceu nos artigos 2º e 4º o conceito de desenvolvimento sustentável. Desta forma, alguns dos princípios básicos do Direito Ambiental são decorrentes dessa lei, dentre eles estão: da participação, do desenvolvimento sustentável, do poluidor pagador, do limite, da função socioambiental da propriedade, da prevenção (precaução) e da cooperação entre os povos.

Posteriormente, o conceito de desenvolvimento sustentável também foi contemplado pela Constituição Federal de 1988 em seus artigos 170 e 225 (BRASIL, 2000). Este último, o artigo 225, traz em seus parágrafos alguns preceitos que nortearam a questão ambiental, abordando temas como a Educação Ambiental e a preservação dos recursos naturais.

Em 2010, instituiu-se a Lei nº. 12.305 da PNRS (BRASIL, 2010). Em seu artigo 3º, VII, define-se que “destinação final ambientalmente adequada é a destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes [...]”.

De acordo com Kuwahara (2014, p. 57), a PNRS

além de definir diretrizes básicas para a elaboração de programas institucionais de gerenciamento de resíduos, atribui responsabilidades aos produtores de materiais que possam causar dano ao meio ambiente e confere ao setor público a responsabilidade de estimular a redução da geração de resíduos. O artigo 6º da Lei define os princípios para a PNRS. Sua leitura indica que o desenvolvimento sustentável é uma meta compartilhada e de responsabilidade de produtores, consumidores e governos, reconhecendo-se, na Lei, a importância não só da eficiência econômica, mas também da responsabilidade social e ambiental.

Conforme retratado em estudos internacionais, uma política de gestão de resíduos sólidos eficiente deve contemplar variantes normativas e tecnológicas locais (OLIVEIRA; ROSA, 2003). Cabe destacar que Barros e Manzoni (2015), Costa (2005), Oliveira (2008), Machado et al. (2012) discutem sobre as lacunas normativas que necessitam ser definidas para propor alternativas para o volume excedente de glicerol.

Parte da glicerina bruta produzida está sendo comprada por empresas que purificam e utilizam na indústria química para síntese de resinas e ésteres, na indústria farmacêutica, em cosméticos e para uso alimentício como umectante e conservante. Porém, este mercado não é capaz de absorver a crescente produção de glicerina proveniente do biodiesel, além de que o processo de purificação é muito caro e a produção de biodiesel cresce a cada ano (D’Aurea, 2010, p. 1).

O artigo 170, VI, da CF/88 (BRASIL, 2000) trata do meio ambiente como princípio da ordem econômica, que no Brasil é do regime capitalista. A valorização do trabalho humano e a livre iniciativa constituem seus fundamentos e a sua finalidade é assegurar a todos a existência

digna. Assim, “o legislador constitucional fixou os princípios da ordem econômica [...] destacam-se o da propriedade privada e da função social da propriedade [...] ao mesmo tempo em que os garante, estabelece limitações ao conteúdo e ao exercício desse direito” (RODRIGUES, 2013, p. 109).

Paralelamente, o legislador elencou ao lado desses princípios, o da defesa do meio ambiente, estabelecendo uma presunção de que toda atividade econômica, analisada em cada uma das etapas da cadeia produtiva causa impactos ambientais. Ainda segundo o doutrinador, essa presunção é importante para as regras de responsabilização em matéria ambiental, pois “podemos falar em função socioambiental da propriedade privada como princípio da ordem econômica. Tal dispositivo é, portanto, um dos tentáculos do princípio do desenvolvimento sustentável e do poluidor pagador” (Ibid. 2013, p. 109).

No Brasil, a gestão do meio ambiente se caracteriza pela desarticulação dos diferentes organismos envolvidos, pela falta de coordenação e pela escassez de recursos financeiros e humanos para o gerenciamento das questões relativas ao meio ambiente. Nota-se que, com o passar dos anos, essa situação parece não ter se modificado (DONAIRE, 1994).

Os aspectos legais sobre o glicerol, portanto, merecem destaque em relação às lacunas existentes na legislação, assim, a Figura 3 ilustra o estudo de D’Aurea (2010), onde ele enfatiza tal relevância que fundamenta o tema desta tese.

Figura 3 - Aspectos legais relacionados ao glicerol

Fonte: Adaptado de D’Aurea (2010, p. 1-2).

Essa situação é o resultado de diferentes estratégias adotadas em relação à questão ambiental no contexto do desenvolvimento econômico brasileiro (MONTEIRO, 1981) ao afirmar que a economia brasileira, desde os tempos coloniais, caracterizou-se historicamente por ciclos que enfatizavam a exploração de determinados recursos naturais. Como parte das estratégias que refletem impactos negativos ao meio ambiente, encontra-se a industrialização, a implantação de grandes projetos de infraestrutura e a exploração de recursos minerais e agropecuários para fins de exportação.

Ademais, há o incremento do acelerado processo de urbanização das cidades. O Poder Público e a sociedade têm o dever de proteger o meio ambiente para as gerações presentes e futuras, impondo assim, atos de garantia desenvolvidos pela própria cidadania (AGUIAR, 1996). No entanto, o planejamento não é citado como instrumento preventivo de gestão, mas tão-somente a educação ambiental.

Segundo Ramos (2003, p. 29), “para aumentar os benefícios sociais [...] para a produção de biodiesel devem ser preferencialmente cultivadas em pequenas propriedades rurais e o combustível produzido em cooperativas de pequenos agricultores”.

De acordo com Novi (2011, p. 25)

A questão ambiental ainda não é um foco de prioridades nas políticas públicas. As políticas públicas terão que se estabelecer no intuito de melhorar a qualidade dos locais onde as populações vivem, pois só assim será garantida a preservação do ambiente sadio e mantida a qualidade de vida daquele lugar.

Nesse sentido, as atividades produtivas, inevitavelmente, causam impactos ambientais. No entanto, se as decisões tomadas e planejadas forem aplicadas no intuito de reduzir ou minimizar esses impactos, elas poderão resultar em ganhos socioeconômicos.

Para que possamos gerar o acréscimo de atividades produtivas sustentáveis, é necessário que os gestores tenham conhecimento sobre a proteção ambiental, por meio de métodos para alcançar o desenvolvimento sustentável (DALENOGARE, 2013). Considera-se a necessidade para justificar a existência de questões que devem ser consideradas para o constante aperfeiçoamento do Licenciamento Ambiental, uma vez que ele é a mais importante ferramenta da PNMA.

“O licenciamento ambiental é uma atribuição exclusiva do Estado e um instrumento de gestão ambiental, por meio do qual os órgãos ambientais autorizam a instalação e operacionalização de grandes empreendimentos econômicos ou de infraestrutura (SERRÃO, 2013, p. 97). Em um cenário normativo complexo, “é natural que o Licenciamento Ambiental receba os reflexos negativos em sua eficiência e eficácia, o que resulta determinante para uma

difícil governança e o bom desempenho das políticas públicas ambientais” (CONAMA, *on line*).

Nesse contexto, segundo Serrão (2013, p. 98),

caracterizado por uma desigualdade “estrutural” entre os diferentes grupos sociais que compõem a sociedade brasileira, o Estado, na maioria das vezes, acaba por favorecer aos grupos econômicos, em nome de um modelo de desenvolvimento que prioriza o crescimento econômico, em prol das demais dimensões do desenvolvimento (social, ambiental, cultural, etc).

O licenciamento ambiental

[...] assegura e viabiliza operacionalmente a avaliação dos impactos e que define, após consulta à comunidade, as medidas mitigadoras e compensatórias necessárias para eliminar, reduzir e atenuar os danos ambientais das atividades efetiva e potencialmente poluidoras e degradadoras dos recursos naturais (CONAMA, *on line*).

Desse modo, o próximo item irá abordar as medidas mitigadoras e compensatórias.

2.3.1 Medidas Compensatórias e Mitigadoras

Medidas mitigadoras são o conjunto de procedimentos metodológicos capazes de minimizar e/ou evitar: os efeitos difusos dos impactos negativos da atividade licenciada; o agravamento de impactos identificados e; a ocorrência de novos impactos. Já as medidas compensatórias, por outro lado, objetivam contrabalancear uma perda ou um inconveniente atual ou futuro, ou seja, destina-se a compensar os impactos não mitigáveis (SERRÃO, 2013, p. 24)

Alguns exemplos de adequação ambiental de propriedades produtoras de arroz que fizeram parte do estudo de Dalenogare (2013), são como medidas mitigadoras: Separação do lixo doméstico, reutilização da água de irrigação, curso de capacitação de mão-de-obra. Como medidas compensatórias: curso de educação ambiental para funcionários, alunos e de escolas próximas, plantio de árvores nativas, reflorestamento.

“A ausência da variável ambiental no momento de decidir os planos e programas setoriais de governo sem uma avaliação ambiental prévia e consequente consulta à população, tem feito desaguar todas as expectativas socioambientais provocadas pelos empreendimentos” (CONAMA *online*, p. 2).

As medidas compensatórias e mitigadoras para Serrão (2013) seriam projetos de educação ambiental instituídos por meio de políticas públicas. Assim, é importante definir objetivos, como seria o desenvolvimento desses projetos, ou mesmo programas, e as metas a serem alcançadas. As medidas compensatórias buscam compensar impactos ambientais, por

meio de ações “tomadas voluntariamente pelos responsáveis por esses impactos – ou exigidas pelo órgão ambiental competente. Destinam-se a compensar impactos irreversíveis e inevitáveis” (FARIA, 2008, p. 10).

Ao contrário, “as medidas mitigadoras são “destinadas a prevenir impactos adversos ou a reduzir aqueles que não podem ser evitados” (Ibidem). O termo medidas compensatórias, em sentido estrito, refere-se a medidas de cunho não necessariamente pecuniário. Ela não deve ser confundida com o termo compensação¹¹.

Em relação aos impactos socioambientais e as medidas mitigadoras ou compensatórias no âmbito do licenciamento ambiental, Serrão (2013, p. 98) questiona: “Será o licenciamento ambiental capaz de contribuir para o desenvolvimento socioambiental não apenas para o crescimento econômico do país?”

A autora cita a educação no processo de gestão ambiental como uma das soluções, uma vez que

A proposta de educação no processo de gestão ambiental parte do princípio de que cabe ao Estado criar as condições para que o espaço da gestão ambiental seja um espaço público, evitando que as decisões tomadas privilegiem os atores sociais com mais visibilidade e influência na sociedade e deixem de fora outros atores, geralmente, os mais impactados negativamente. Portanto, é o Estado que media os interesses e conflitos entre atores sociais, definindo os modos de destinação dos recursos ambientais na sociedade (QUINTAS, 2009¹² apud Ibid., 2013, p. 103).

De acordo com o Sebrae (2014, *online*), “no processo de formulação de políticas públicas, a primeira providência a ser tomada quando uma situação é vista como problema [...] é definir as linhas de ação que serão adotadas para resolver a questão”. O que pode determinar um embate político entre os grupos interessados (favoráveis ou não) é essa definição.

O processo de elaboração de políticas públicas, em geral, segundo o Sebrae (2014, *online*) deverá seguir os trâmites:

- ✓ Conversão de estatísticas em informação relevante para o problema;
- ✓ Análise das preferências dos atores;
- ✓ Ação baseada no conhecimento adquirido.

¹¹ “Em questões relacionadas com o ambiente, a expressão “compensação” é utilizada, em geral, em dois sentidos. Em sentido amplo, significa uma forma de reparação que compreende a recuperação de um ambiente alterado por uma atividade ou empreendimento, sem prejuízo de outras medidas adotadas – de natureza pecuniária ou não” (FARIA, 2008, p. 10).

¹² QUINTAS, J. S. Educação no processo de gestão pública: a construção do ato pedagógico. In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (Orgs.). **Repensar a educação ambiental: um olhar crítico**, São Paulo: Cortez, 2009. p. 33 – 80.

Para facilitar a elaboração de propostas, o responsável pela preparação da política pública deve ser reunir com os atores envolvidos no contexto no qual ela será implantada e pedir a eles que apontem a melhor forma de proceder. Também deve ser definido um caminho alternativo, caso a forma apontada antes seja inviável. Este procedimento proporciona à autoridade uma série de opiniões que pode servir como base para apontar o caminho desejado pelos segmentos sociais, auxiliando na escolha e contribuindo com a legitimidade da proposta (Ibid., 2014).

Dessa forma, o biodiesel foi inserido na matriz energética brasileira e, seu PNPB será, portanto, apresentado no próximo item.

2.4 Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB)

Em 2003, foram realizados os primeiros esboços para a criação de uma política para o biodiesel no país. Já no ano seguinte, foi criado o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) e seu objetivo *a priori* foi introduzir o biodiesel na matriz energética. Nesse momento, os resultados foram a definição de um arcabouço legal e regulatório, onde se destacaram a inclusão social e o desenvolvimento regional (ANP, 2016b).

Políticas públicas, segundo Demeterco Neto, Santos e Nagem (2006, p. 73), constituem

O conjunto de planos e programas de ação governamental destinado à intervenção no domínio social, por meio dos quais são delineadas as diretrizes e metas a serem fomentadas pelo Estado, sobretudo, na implementação dos objetivos e direitos fundamentais dispostos na Constituição.

Já para Araújo et al. (2013, p. 244), política pública trata-se de um processo complexo “que envolve escolha de prioridades, dos meios adequados para se atingir os fins determinados, dos caminhos a serem adotados, [...] além de outros elementos atinentes à questão financeira, que agem diretamente ou por meio de delegação e que influenciam a vida dos cidadãos”. Em resumo, diz respeito à ação das autoridades públicas em relação à sociedade, aquilo que é determinado e realizado para que o interesse coletivo seja prevalente. Nesse contexto, o PNPB pode ser considerado uma política pública que possui o apoio e participação essencial das usinas produtoras de biodiesel. A motivação existente para a produção do biodiesel se baseia nos benefícios sociais e ambientais, que se diferenciam em razão de diversos níveis de desenvolvimento socioeconômico e a expectativa sobre os programas de geração de renda e emprego, a partir da produção do biodiesel, decorrem do grande potencial que o mercado energético tem tanto a nível nacional como mundial (ARAÚJO et al., 2013).

O PNPB foi criado em 6 de dezembro de 2004, segundo Araújo et al. (2013), a partir de estudos sobre a viabilidade da utilização do biodiesel no intuito de promover, como seu próprio nome diz, o uso e produção desse biocombustível, e ainda, abarcar as dimensões sociais e ambientais. Isto por meio da inclusão social e redução dos impactos e degradação ambiental. Sua institucionalização deu-se por meio da Lei nº 11.097 de 13 de janeiro de 2005.

Entretanto, Alvarenga Junior e Young (2013), realizaram um panorama da produção de biodiesel no Brasil, apresentando aspectos relacionados à inclusão social e a possibilidade de ganhos ambientais. Neste trabalho não é mencionado o reaproveitamento dos resíduos gerados no processo de fabricação do biodiesel, o glicerol. Eles concluem que os ganhos ambientais e sociais não corresponderam como o esperado pelo Governo Federal, pois a expansão da oferta do biodiesel ocorreu pelo aumento do cultivo de soja mecanizada, de baixo impacto na inclusão social. Os pesquisadores afirmam ainda que o potencial de inclusão social almejado pela instituição do PNPB era a geração de emprego e renda por meio da expansão da agricultura familiar em regiões mais carentes do território nacional.

Estimativas do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) (MDA, 2009) demonstram que cerca de 1 milhão de empregos seriam gerados caso a agricultura familiar tenha a participação de 6% no mercado de biodiesel. Em relação ao aumento da produção de biodiesel Alves et al. (2011, p. 1) afirmam que está “significativamente acelerada, uma vez que o governo brasileiro estabeleceu a obrigatoriedade da adição de biodiesel ao combustível de petróleo [...], que estabelece a obrigatoriedade da adição do biodiesel ao diesel ofertado ao consumidor”.

A relação entre agricultura, meio ambiente e as mudanças climáticas é relevante para a produção bioenergética. No Brasil, mais de 25% da energia produzida provém das fontes renováveis de energia, tais como etanol, biodiesel, carvão vegetal renovável e cogeração de energia a partir de biomassa.

Isso mostra a relevância da agricultura para se contornar os problemas da mudança climática e da sustentabilidade ambiental (FAESP, 2012). Em relação as matérias-primas, cerca de 80% de todo o biodiesel produzido no Brasil deriva da soja.

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2009), isso ocorre porque a cadeia produtiva da soja é bem estruturada e possui opções de conversibilidade.

Sob os aspectos econômicos do biodiesel, pode-se minimizar os custos de produção por meio da comercialização dos coprodutos, aumentando assim a competitividade dos produtores, pois o potencial de geração de renda a partir do glicerol é considerável (OLIVEIRA et al., 2011; TAN; AZIZ; AROUA, 2013). Denomina-se, geralmente, coproduto aquilo que tem mercado

para venda e de subproduto aquilo que é vendido se for economicamente viável, todavia, o resíduo glicerol pode ser coproduto, uma vez que “necessitam ser reutilizados para reduzir os impactos ambientais e para maximizar os resultados da energia aplicada, podendo agregar valor e se constituir de outras fontes de renda importantes para os produtores agrícolas e indústrias” (QUINTELLA et al., 2009, p. 803).

Devem também ser avaliadas as possibilidades de desenvolvimento frente às necessidades do pequeno produtor, no intuito de atingir a sustentabilidade, ou seja, as pequenas propriedades necessitam de projetos que avaliem suas atividades e designem estratégias que se pautem no tripé social, econômico e ambientalmente viáveis (CARDÍN-PEDROSA; ALVAREZ-LOPEZ, 2012).

Até 2003 a adição de biodiesel ao diesel era facultativa, a partir de 2008 tornou-se obrigatória. A Tabela 1 sintetiza a evolução do percentual de teor de biodiesel presente no diesel fóssil no Brasil, conforme ANP (2016b, *online*), já “a Lei nº. 13.263/2016 alterou a Lei nº. 13.033/2014 determinando um cronograma de aumento do teor de biodiesel a partir de 2017, conforme apresentado” na Tabela 2.

Tabela 1 - Evolução do percentual de teor de biodiesel presente no diesel fóssil

Período	Percentual
Jan/2008	2%
Jul/2008	3%
Jul/2009	4%
Jan/2010	5%
Ago/2014	6%
Nov/2014	7%

Fonte: ANP (2016)

Tabela 2 - Cronograma de aumento do teor de biodiesel a partir de 2017, conforme a Lei nº 13.623/2016, segundo a ANP

Período	Percentual
Até março de 2017	8%
Até março de 2018	9%
Até março de 2019	10%

Fonte: ANP (2016)

Para Carof, Colomb e Aveline (2013, p. 51), “os produtores rurais deverão ser capazes de identificar as oportunidades, por meio de subsídios que o façam se reestruturar de forma estratégica e possam planejar decidindo de modo sustentável”.

A cadeia produtiva do biodiesel deve estar alicerçada em políticas públicas que envolvam “aspectos econômicos, incentivos fiscais e vantagens econômicas, além de aspectos

legais como normas e especificações, obrigatoriedade de inserção na matriz energética e apropriação do conhecimento” (QUINTELLA et al., 2009, p. 793).

No entanto, também geram impactos e, estes, serão apresentados no item a seguir.

2.4.1 Impactos ambientais da produção de biodiesel

O contexto atual abrange os interesses ambientais e exigências da sociedade por mecanismos eficientes de produção de energia em larga escala, de forma que se atenda a necessidade populacional.

Para o Brasil, esse aparente antagonismo gera uma crescente demanda por soluções eficientes que permitam a produção sustentável de alimentos e energia no País.

Em estudo realizado por Montanha (2012), para investigar as interferências do setor produtivo de biocombustíveis sobre municípios e pequenos produtores localizados no entorno de usinas de biodiesel, não houve uma correlação significativa entre o desenvolvimento municipal e a implantação e atuação das usinas.

No entanto, este estudo abrangeu uma usina que utiliza o sebo bovino como matéria-prima do biodiesel.

De acordo com Cavalett e Ortega (2011), a avaliação do impacto ambiental da produção de biodiesel de soja, as etapas do seu ciclo de vida permitem uma visão mais criteriosa da quantidade de materiais e energia fóssil presentes nas etapas agrícola, industrial e de transporte.

Portanto, para estes pesquisadores, os benefícios econômicos, sociais e ambientais da produção vão depender da escala e do modo de produção adotados.

A cultura da soja deve ser realizada em áreas que possibilitem a mecanização, com infraestrutura, recursos humanos e financeiros (EMBRAPA, 2015).

Cabe destacar que, em relação aos modais de transporte (ferroviário, aéreo, rodoviário e hidroviário) o transporte rodoviário é um dos mais importantes no Brasil, o que cria um quadro de vulnerabilidade com relação aos combustíveis segundo Wehrmann, Vianna e Duarte (2006).

Desde a década de 1950 do século passado, nas estradas de rodagem, são utilizados caminhões e carretas em trajetos de curtas distâncias para conduzir produtos acabados ou semiacabados (BALLOU, 2001).

Ao se comparar outros modais ao rodoviário, recomenda-se que sejam transportados produtos de alto valor agregado ou perecível, por apresentar fretes de alto valor.

O transporte brasileiro dá-se por meio rodoviário, o que cria um quadro de vulnerabilidade, por exemplo, no ciclo de vida da soja, que é a principal matéria-prima para a produção de biodiesel no Brasil.

De acordo com Cavalett e Ortega (2011), as entradas e as saídas que devem ser contabilizadas no ciclo de vida da soja estão descritas no Quadro 2.

Quadro 2 - Contabilização das entradas e saídas do ciclo de vida da soja

ENTRADAS (<i>input</i>)	SAÍDAS (<i>output</i>)
Combustível	Produto Principal
Água	Co-produto
Eletricidade	Dióxido de Carbono (CO ₂)
Fertilizante	Efluentes Industriais
Pesticidas	Solo
Trabalho	Resíduos

Fonte: Adaptado de Cavalett e Ortega (2011).

No estudo realizado por Cavalett e Ortega (2011), o objetivo foi calcular e discutir indicadores quantitativos do desempenho ambiental, social e econômico de cada etapa da cadeia de produção de biodiesel de soja. Produzir 1L de biodiesel de soja requer os dados sintetizados na Tabela 3.

Tabela 3 – Indicadores quantitativos do desempenho ambiental e socioeconômico de cada etapa da cadeia de produção de biodiesel de soja

	Produzir 1L de Biodiesel	Produzir 1 kg de soja
Requer	7,3 kg material abiótico	4,6 kg de material abiótico
	8,9 ton de água	6,1 ton de água
	0,21 kg de fertilizante	0,14 kg de fertilizante
	5,22 m ² de superfície cultivada	3,5 m ² de superfície cultivada
	0,27 kg de petróleo equivalente	0,07 kg de petróleo equivalente
Energia	<i>Output/Input</i> 2,48	<i>Output/Input</i> 7,24
Libera	864 CO ₂	238 g CO ₂
	8,9 kg solo	6,0 kg solo
	1,26 kg efluentes	

Fonte: Adaptado de Cavalett e Ortega (2011).

Com isso, os pesquisadores concluem que a soja pode ser produzida em sistemas alternativos mais sustentáveis de forma a reduzir estes impactos no meio ambiente e na sociedade.

Por fim, Cavalett e Ortega (2011, p. 28) concluem que a viabilidade do biodiesel depende do aproveitamento do coproduto glicerol, além da reciclagem do material e reaproveitamento energético. Além disto, estudos técnico-econômicos também estão sendo

realizados com o objetivo de se avaliar a produtividade, o consumo de matéria-prima, competitividade econômica e impactos ambientais de cada processo de produção do biodiesel, incluindo a pureza do glicerol gerado (MARCHETTI; MIGUEL; ERRAZU, 2008; PINTO; DE ARAUJO MOTA, 2014).

A pureza do glicerol produzido a partir da preparação do biodiesel é de grande importância, uma vez que eleva o valor agregado do produto (CHI et al., 2007; ASHBY; SOLAIMAN; FOGLIA, 2004; TAN; AZIZ; AROUA, 2013). De acordo com Avila Neto (2009, p. 13) “alguns processos geram de forma tão impura que acaba não tendo aceitação comercial”.

“Nesse caso, a glicerina torna-se um efluente da planta, exigindo adequado tratamento, o que demanda investimentos adicionais, com os custos de descarte atribuídos à produção do biodiesel” (Ibid., 2009, p. 13). Percebe-se, portanto, que o planejamento e gestão devem integrar essa produção. Assim, no próximo item o tema abordado será gestão ambiental.

2.5 Gestão Ambiental

Em 1980, as preocupações relacionadas à preservação e devastação do meio ambiente foram discutidas pela Organização das Nações Unidas (ONU). De acordo com Pimentel (2014, p. 33), “a compreensão das causas dos conflitos tem sido uma importante área de pesquisa nas ciências sociais”. Entretanto, mesmo após discussões mundiais, os desastres ambientais não cessaram e a sociedade, em prol da preservação do meio ambiente, externou suas preocupações aderindo a movimentos sociais e políticos.

Com isso, o meio ambiente adquire dimensões globais, onde é reconhecido como bem econômico e, portanto, subordinado a estruturas mercadológicas e passa a ser incorporado às estratégias individuais e coletivas dos diversos agentes sociais. Ademais, a sociedade exerce influência pressionando governantes e empresas para que criem e adotem programas ambientais (DIAS, 2011).

Nos países desenvolvidos os problemas ambientais estão relacionados a industrialização e urbanização excessivas, que acarretam um desenvolvimento “insustentável”, segundo Sanches (2000).

Ainda de acordo com a economista, o meio ambiente se tornou um elemento-chave para se estabelecer novas formas de ação das práticas produtivas, tonando-se fundamental “estabelecer os novos paradigmas da concorrência industrial e, por isso, aflora como importante questão para se estabelecerem os rumos futuros dos mercados e da sociedade, locais ou globais” (Ibid., p. 86).

Em relação aos impactos causados ao meio ambiente por meio das ações humanas, o conceito de gestão ambiental deve ser entendido como o redirecionamento dessas atividades para que tenham um menor impacto sobre o meio ambiente. Segundo Ometto, Souza e Guelere Filho (2007, p. 25), “o maior objetivo da gestão ambiental é buscar a realização das necessidades humanas de acordo com os potenciais e as restrições dos sistemas ambientais por um prazo de tempo considerado sustentável”.

Para Ferreira (1998), a gestão ambiental é parte integrante do sistema de gerenciamento global de uma estrutura que envolve as atividades de planejamento e organização do tratamento da variável ambiental, com o objetivo de alcançar metas específicas.

Assim, no decorrer dos anos, o setor privado tem cada vez mais utilizado o conceito de gestão ambiental. Entretanto, a abrangência da gestão ambiental está além da atuação da iniciativa privada, permeado também pelas atividades desenvolvidas pelos órgãos públicos (SACHS, 2011).

A Figura 4 ilustra a evolução da dinâmica da Gestão Ambiental nos últimos anos, onde se têm os tradicionais instrumentos e aqueles implementados pela Gestão Ambiental Privada.

Figura 4 - Dinâmica da Gestão Ambiental

Fonte: Adaptado de Magrini (2001).

Lanna (1995, p. 17), define que

gestão ambiental é o processo de articulação das ações dos diferentes agentes sociais que interagem em um dado espaço, visando garantir, com base em princípios e diretrizes previamente acordados/definidos, a adequação dos meios de exploração dos recursos ambientais e naturais, econômicos e socioculturais às especificidades do meio ambiente.

Com isso, tem-se uma estrutura desenvolvida para que uma organização possa controlar seus expressivos impactos sobre o meio ambiente e melhorar continuamente suas operações e seus negócios, pois

as empresas industriais que procuram manter-se competitivas ou mesmo sobreviver e se ajustar a um ambiente de negócios cada vez mais que, diante das questões ambientais, são exigidas novas posturas, num processo de renovação contínua, seja na maneira de operar seus negócios, seja em suas organizações. (SANCHES, 2000, p. 76)

Dessa forma, para se garantir as funções econômica, produtiva e ambiental de uma organização, um dos elementos fundamentais tem sido o emprego das tecnologias ambientais que, nas últimas décadas, vêm se mostrando um fator importante para assegurar a rentabilidade e a competitividade dessas empresas. A detenção da tecnologia, no entanto, não assegura o desempenho da organização, mas sim, sua gestão (Ibid., 2000).

Os avanços tecnológicos proporcionam aumentos na produção e, conseqüentemente, no consumo e utilização de recursos (QUISPE; CORONADO; CARVALHO JUNIOR, 2013). Em relação às tecnologias ambientais empregadas na proteção ambiental, alguns benefícios das tecnologias de produtos e processos estão destacados no Quadro 3.

Quadro 3 - Tecnologias de produtos e processos empregadas na proteção ambiental

Tecnologias de produtos e processos	Benefícios
(MAIMON, 1994; DONAIRE, 1994; PORTER; VAN DER LINDE, 1995a, 1995b; ROOME, 1994; SHRIVASTAVA 1995; QUEIROZ; GARCIA, 2007; ROHRICH; CUNHA, 2004)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ melhorias na eficiência produtiva com menor utilização de energia e materiais por unidade de produto; ✓ minimização da quantidade de resíduos dispostos no meio ambiente; ✓ desenvolvimento de tecnologias mais limpas, que se transformam em vantagens competitivas e até mesmo em produto, com a possibilidade de auferir receitas com transferência de tecnologia, como, por exemplo, o licenciamento de patentes, a prestação de assistência técnica, etc.; ✓ desenvolvimento de novos produtos para novos mercados, seja mediante o reaproveitamento de resíduos e sua utilização como um novo produto, seja mediante o desenvolvimento de produtos com atributos ambientais; ✓ maior segurança pública e minimização dos impactos ambientais de produtos; ✓ melhoria da imagem pública e das relações com os órgãos governamentais, com a comunidade e grupos ambientalistas, permitindo até um maior escopo para auxiliar e influenciar os governos em novas regulamentações; ✓ melhoria nas condições de segurança e saúde dos trabalhadores e nas relações de trabalho; ✓ maior comprometimento de todo o <i>staff</i> da empresa.

Fonte: Adaptado de Sanches (2000, p. 80).

Tachizawa (2009), cita que após a adoção de programas de gestão ambiental, algumas empresas obtiveram economias em torno de US\$ 1 milhão a US\$ 810 milhões. Essas economias estão relacionadas ao controle de poluição, consumo de energia, de água e volume de resíduos produzidos, que podem representar custos de transação. Por fim, em decorrência dos efeitos

dos desequilíbrios ambientais que têm ocorrido, as empresas que optam por adotar ações ambientalmente responsáveis, tornam-se referências em seus respectivos setores e são tidas como modelos para adoção de padrões no que tange à gestão ambiental.

Caldo (2009, p. 19) define os termos gestão e gerenciamento

[...] a gestão pode ser considerada o conjunto de normas e diretrizes que regulamentam os arranjos institucionais, separando os diversos agentes e delimitando seus papéis no interior de uma organização, além de identificar os instrumentos legais que a rodeiam, bem como os mecanismos de financiamento de que dispõe, enquanto que o gerenciamento é a própria materialização do que a gestão delibera, através da ação administrativa que planeja, organiza, executa e controla todas as etapas do processo.

Portanto, a gestão está mais atrelada à escolha de um modelo administrativo, enquanto o gerenciamento diz respeito à prática e aplicação desse modelo em uma organização. As diferenças entre gestão e gerenciamento foram resumidas por Taguchi (2010), conforme pode ser observado no Quadro 4.

Quadro 4 - Comparativo entre gestão e gerenciamento

Gestão	Gerenciamento
O que fazer	Como fazer
Tomada de decisões	Procedimentos operacionais e tecnológicos
Planejamento, definição de objetivos, planejamento de metas, controle e avaliação de desempenho	Ações que visam implementar e operacionalizar os objetivos estabelecidos pela gestão
Políticas, instrumentos e meios	Gerência, indicadores de desempenho

Fonte: Taguchi (2010, p. 46).

Diversas são as ações que uma organização empresarial pode realizar em prol da qualidade de vida da comunidade ou dos grupos sociais que estejam relacionados direta ou indiretamente a suas atividades. Para Ferrel et al. (2001, p. 19) a empresa deve assumir uma responsabilidade “para maximizar os efeitos positivos e minimizar os negativos que ela produz sobre a sociedade”.

O desenvolvimento sustentável tem caráter multidisciplinar, portanto, alinhado com a área das ciências sociais aplicadas, dentre elas, a Administração. Com isso, a importância do desenvolvimento sustentável para esta ciência se dá no alinhamento entre as ações realizadas pelas organizações e as questões sustentáveis (GLADWIN; KENNELLY; KRAUSE, 1995).

Sendo assim, na próxima seção, serão abordados aspectos sobre a sustentabilidade.

2.6 Sustentabilidade

Inicialmente, as antigas civilizações não se preocupavam em preservar o meio ambiente, porque na busca desenfreada por riquezas não se pensava nas consequências de seus atos (MOTA; MONTEIRO, 2013). Assim, a conscientização relacionada às questões dos problemas ambientais contemporâneos gerados pelo modelo tradicional de desenvolvimento econômico têm sido alvo das demandas geradas pela sociedade e pelas organizações empresariais (HASSANA et al., 2013).

A sociedade contemporânea, em relação ao meio ambiente, se depara com o seguinte problema: períodos de crescimento contínuo e desordenado e adoção de modelos de desenvolvimento que viabilizam o crescimento sem pensar no longo prazo, principalmente nos países em desenvolvimento (SANCHES, 2000; RECH; BUTZKE; GULLO, 2012).

Assim, um dos requisitos fundamentais para se compreender e agir em relação as problemáticas ambientais têm sido o desenvolvimento sustentável. O “*caput*” do artigo 225 da Constituição Federal de 1988 traz um significado que pode ser entendido como o tipo de desenvolvimento que visa atender as necessidades das gerações presentes, sem afetar às necessidades das futuras gerações (BRASIL, 2000).

Rodrigues Filho e Juliani (2013, p. 195), afirmam que os conceitos de desenvolvimento e sustentabilidade “passam por um processo de refinamento e de rediscussão e o debate intensifica-se em diferentes fóruns, com o objetivo de provocar reflexão que privilegie a construção de novas visões, principalmente no que se refere à questão energética global”.

O Relatório *Brundtland* fornece a noção mais popular de sustentabilidade (desenvolvimento sustentável): desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades (WCED¹³, 1987 apud MORI; CHRISTODOULOU, 2011, p. 95).

Dessa forma, diversas são as definições de sustentabilidade encontradas na literatura, pois o termo está associado a definição do Relatório *Brundtland* e a novas descobertas no sentido de incrementar a economia, sem contudo, prejudicar a qualidade de vida da atual e das futuras gerações e do meio ambiente. Essa multiplicidade de conceitos e definições acerca do termo sustentabilidade têm dificultado as tentativas de sua avaliação (RODRIGUES FILHO; JULIANI, 2013).

¹³ WCED (World Commission on Environment and Development). **Our common future**. Oxford Paperbacks; 1987.

Conforme ilustra a Figura 5, três são as dimensões que fundamentam o desenvolvimento sustentável: Econômica, Ambiental e Social. Elas constituem os pilares da sustentabilidade e, assim, John Elkington criou o termo *Triple Bottom Line* onde a ideia é a de que as “organizações avaliem o sucesso não somente com base no desempenho financeiro, geralmente expresso em termos de lucro, retorno sobre investimento ou valor para os acionistas” (PEREIRA; SILVA; CARBONARI, 2011, p. 77).

Figura 5 - Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade

Fonte: Adaptado de Barbieri et al. (2010).

“Sustentabilidade é sem dúvida ainda um conceito em construção e epistêmico. Não é um conceito acabado ou que se possa um dia concluir, pois com o avanço da ciência e das exigências humanas de qualidade de vida ele tende a ser um conceito em eterna construção” (RECH; BUTZKE; GULLO, 2012, p. 7). Para Siche et al. (2007, p. 145), sustentabilidade é “[...] um conceito complexo e que possui diferentes abordagens, mas em todas está intrínseco o conceito de equilíbrio da biosfera e do bem-estar da humanidade”.

Como parte de seu programa sobre o desenvolvimento sustentável, a Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico (OECD) utiliza desde 1970, com algumas adaptações, a abordagem ilustrada na Figura 6 para o desenvolvimento de Indicadores Ambientais. Trata-se do Modelo PSR, inicialmente proposto por *Tony Friend* e *David Rapport* para analisar as interações entre as pressões, o estado e as respostas do ambiente. Ele se baseia no conceito de causalidade: as atividades humanas exercem pressões sobre o meio ambiente e mudam a qualidade e a quantidade dos recursos naturais ("Estado"). A sociedade responde a essas mudanças através de respostas socioeconômicas e ambientais ("Respostas Sociais") (OECD, 1993).

Figura 6 – Modelo PSR

Fonte: Adaptado de OECD (1993).

Desse modo, os governos e as empresas ao planejar e executar suas ações devem considerar os aspectos econômicos, sociais e ambientais no processo de tomada de decisão (SACHS, 2011).

Os objetivos das políticas públicas, em relação ao desenvolvimento sustentável devem seguir uma proposta diferente da visão tradicional do mercado (PEREIRA; SILVA; CARBONARI, 2011, p. 71), conforme segue:

- ✓ Revigorar e qualificar o crescimento, ou seja, mudar a lógica do crescimento econômico, com viés exclusivamente produtivo, para o desenvolvimento sustentável fundamentado na busca pela sinergia ótima entre as três dimensões da sustentabilidade.
- ✓ Proporcionar acesso sistêmico às necessidades essenciais, por exemplo: emprego, alimentação, energia, água e saneamento básico.
- ✓ Manter o crescimento populacional em níveis sustentáveis de convivência dentre os recursos escassos.
- ✓ Preservar e fortalecer as fontes de recursos naturais.
- ✓ Reorientar o desenvolvimento de tecnologias e gerenciamento de riscos, ou seja, promover tecnologias limpas com ênfase no gerenciamento de riscos socioambientais.
- ✓ Integrar aspectos sociais e ambientais à economia, no processo de tomada de decisão.

Em relação a qualidade do ambiente, criteriosos modelos de gestão econômicos têm sido utilizados pelas organizações e empresas, pois sua preocupação se estende as comunidades envolvidas direta ou indiretamente em sua atividade (JACKSON, 2009).

“Ao tomar a sustentabilidade como parâmetro e objetivo de suas atividades, as empresas modificam a maneira como se relacionam com os atores envolvidos em processo de produção: a cadeia de valor, a cadeia de suprimentos, bem como os *stakeholders*” (PEREIRA; SILVA; CARBONARI, 2011, p. 82).

Gibson (2006) afirma que, conceitualmente, a avaliação da sustentabilidade foi desenvolvida por meio de aplicações práticas.

Algumas das definições desenvolvidas a partir do conceito estabelecido pela ONU podem ser observadas no Quadro 5.

Quadro 5 - Definições de Sustentabilidade

Aspectos	Econômico	Ambiental	Sociocultural
Definição	A ideia central de sustentabilidade é a de que as decisões atuais não devem prejudicar as perspectivas de qualidade de vida futura. Isto significa que a gestão do nosso sistema econômico deve ser feita a partir dos dividendos dos nossos recursos	Desenvolvimento sustentável está relacionado à preservação dos processos ecológicos essenciais à sobrevivência e ao desenvolvimento humano, à preservação da diversidade genética e ao aproveitamento sustentável das espécies e ecossistemas	Desenvolvimento econômico sustentável está diretamente relacionado com o aumento da qualidade de vida das pessoas de baixa renda, que pode ser medida em termos de alimentos, renda, educação, saúde, abastecimento de água, saneamento, e apenas indiretamente relacionado com o crescimento econômico global.
Ênfase	Nas definições com enfoque econômico a dimensão social é pouco explorada, evidenciando-se quando são feitas referências ao bem-estar. O foco está na maximização do lucro.	Nessa perspectiva a principal preocupação relaciona-se aos impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente. Deve-se reduzir a utilização de combustíveis fósseis e a emissão de substâncias poluentes, adotar políticas de conservação de energia e recursos naturais. A sustentabilidade geográfica é alcançada com melhor distribuição dos assentamentos humanos e atividades econômicas. Assim, uma configuração rural-urbana mais adequada viabilizaria a proteção da diversidade ecológica, ao mesmo tempo que melhoraria a qualidade de vida da população.	Essa abordagem enfoca estratégias de sustentabilidade de longo prazo, que, dentro da lógica de desempenho e lucro da economia tradicional, se preocupam com as consequências sociais e ambientais das atividades, a fim de contribuir para a melhoria da qualidade de vida das comunidades, para a memória cultural e para o desenvolvimento socioeconômico.
Referências	(PEREIRA; SILVA; CARBONARI, 2011, p. 74)	(PEREIRA; SILVA; CARBONARI, 2011, p. 75)	(PEREIRA; SILVA; CARBONARI, 2011, p. 76)

Fonte: Adaptado de Pereira, Silva e Carbonari (2011).

Na avaliação da sustentabilidade, a abordagem *triple bottom line*, que abrange as dimensões ambiental, econômica e social (POPE; ANNANDALE; MORRISON-SAUNDERS, 2004), tem como finalidade fornecer aos decisores políticos uma avaliação do local e global dos sistemas integrados, no curto e longo prazo, a fim de ajudá-los a julgar as ações que devem ou não ser tomadas em uma tentativa de tornar a sociedade sustentável (DEVUYST¹⁴, 2000; NESS et al.¹⁵, 2007 apud MORI; CHRISTODOULOU, 2011). O termo foi tratado pelo Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente (IBGE, 2004), a partir do ponto de vista social, ambiental e econômico, conforme o Quadro 6.

Quadro 6 - Aspectos sociais, ambientais e econômicos do desenvolvimento sustentável

Desenvolvimento Sustentável		
Aspecto Social	Aspecto Ambiental	Aspecto Econômico
Propõe a uma divisão justa de riquezas produzidas, acesso à educação e à saúde a todos, igualdade entre sexos, grupos étnicos, sociais e religiosos, ou seja, buscando uma melhor qualidade de vida da população	Propõe a utilização dos recursos naturais sem desperdício e o menos possível à utilização de recursos não renováveis, para garantir seu uso pelas futuras gerações	Está pautado no crescimento que ao mesmo tempo utilize de maneira eficiente os recursos naturais, aliado a mudanças dos padrões de consumo da sociedade e nos padrões de produção, reduzindo o desperdício e os impactos sobre os recursos naturais.

Fonte: Adaptado de Cardoso (2014, p. 6).

No meio empresarial, de acordo com Dias (2011, p. 43), o seu conceito tem se pautado,

[...] como um modo de empresas assumirem formas de gestão mais eficientes, como práticas identificadas com a ecoeficiência e a produção mais limpa, do que uma elevação do nível de consciência do empresariado em torno de uma perspectiva de um desenvolvimento econômico mais sustentável. [...] ainda falta muito para que as empresas se tornem agentes de um desenvolvimento sustentável, socialmente justo, economicamente viável e ambientalmente correto.

O documento “Meio ambiente: nosso futuro comum” (MARCO UNIVERSAL¹⁶, 2013 apud HIRAKURI et al., 2014, p. 14) utiliza as seguintes definições de sustentabilidade, para diferentes contextos, conforme Figura 7.

¹⁴ Devuyt D. Linking impact assessment and sustainable development at the local level: the introduction of sustainability assessment systems. **Sustain Development**, v. 8, p. 67–78, 2000.

¹⁵ Ness B, Urbel-Piirsalu E, Anderberg S, et al. Categorising tools for sustainability assessment. **Ecological Economics**, v. 60, p. 498–508, 2007.

¹⁶ MARCO UNIVERSAL. Meio ambiente: nosso futuro comum. Marco universal II. Disponível em: <<http://www.marcouniversal.com.br>>. Acesso em: 12 jun. 2013.

Figura 7 - Definições de sustentabilidade para diferentes contextos

sustentabilidade ambiental: implica na capacidade de recomposição dos ecossistemas, mesmo com a interferência do homem	sustentabilidade social: visa ao desenvolvimento aliado à melhoria da qualidade de vida da população. Em países com desigualdades, implica na adoção de políticas distributivas e/ou redistributivas e na universalização do atendimento na área social, principalmente na saúde, educação, habitação e seguridade social	sustentabilidade ecológica: refere-se à base física do processo de crescimento que visa a incorporar os estoques de capital natural às atividades produtivas
sustentabilidade política: refere-se ao processo de construção da cidadania e visa a garantir a plena incorporação dos indivíduos ao processo de desenvolvimento	sustentabilidade econômica: é a gestão eficiente de recursos considerando a regularidade de fluxos do investimento público e privado. Também considera que a eficiência da economia pode e deve ser avaliada por todos os cidadãos	sustentabilidade cultural: é o esforço para se manter a capacidade de diversidade de culturas, valores e práticas no planeta, no país e/ou numa região, que compõem ao longo do tempo a identidade dos povos
sustentabilidade demográfica: contrapõe cenários ou tendências de crescimento econômico a taxas demográficas, à faixa etária da população e à percentagem da população economicamente ativa	sustentabilidade espacial: é norteadas pela busca de maior igualdade nas relações inter-regionais.	sustentabilidade institucional: criada e fortalecida por engenharias institucionais e/ou instituições que considerem critérios de sustentabilidade em várias áreas

Fonte: Adaptado de Marco Universal¹⁷ (2013 apud HIRAKURI et al., 2014, p. 14).

Ante tais definições, no próximo item serão apresentados os fatores críticos para a sustentabilidade.

2.6.1 Fatores críticos para a sustentabilidade

Diferentes interpretações têm sido utilizadas ao longo do tempo sobre o termo desenvolvimento e, elas englobam aspectos sociais, ambientais, culturais e econômicos.

Segundo a OECD (2001¹⁸ apud MONTEIRO et al., 2014, p. 221) “a busca pelo aumento do Produto Interno Bruto (PIB) para elevação dos níveis de renda acabou sendo entendida e empregada como um mecanismo dominante para a promoção do desenvolvimento, inclusive nos dias atuais”.

O modelo produtivo tradicional fundamenta-se tanto na exploração de combustíveis fósseis, caracterizado pela limitação dos recursos naturais, como na problemática ambiental relacionada ao uso desses recursos (SACHS, 2011). Atividades desenvolvidas por setores

¹⁷ Ibidem.

¹⁸ OECD. **Policies to enhance sustainable development**. Paris, 2001.

estratégicos da economia são dependentes de carvão, petróleo, etc. Com isso, segundo Coniglio et al. (2014), há geração de resíduos e poluição, que dificultam a preservação ambiental e as melhorias na qualidade de vida da população.

Nesse sentido, um dos fatores determinantes do desenvolvimento sustentável é a produção. Para Pereira, Silva e Carbonari (2011, p. 101), “a produção precisa ser remodelada com base em padrões que levem em consideração não somente os benefícios econômicos, mas também os ambientais e sociais; e em consonância com o tripé da sustentabilidade”.

Dias (2011, p. 82) afirma que “sendo um dos principais responsáveis pelos problemas ambientais, o setor empresarial está sendo solicitado a assumir maiores responsabilidades quando se trata da manutenção da qualidade de vida”.

Alguns dos problemas fundamentais nos atuais padrões de produção podem ser observados no Quadro 7.

Quadro 7- Cinco problemas fundamentais nos atuais padrões de produção

Uso de materiais e processos que causam degradação ambiental e riscos para a saúde, principalmente por meio de grandes quantidades de emissões tóxicas que prejudicam a saúde dos trabalhadores e de suas famílias, assim como das comunidades do entorno. Nesse cenário, os conceitos de produção limpa e de tecnologia limpa vêm provocando mudanças positivas na produção, mas as transformações precisam ser mais difundidas e aprofundadas, a fim de que os padrões e modelos de produção em vigor se modifiquem.
Falhas no reflexo negativo das externalidades no custo do produto. Nos países em desenvolvimento, quando um produto é fabricado, o ar, a água e o solo consumidos não são computados como custo. São considerados bens livres, principalmente quando não há regulação. Tal percepção leva a equívocos no cálculo dos custos, desconsiderando a dimensão sustentabilidade.
Ineficiência na produção que causam perdas no sistema e degradação ambiental
Iniquidade de acesso aos recursos naturais. Por exemplo, pessoas menos favorecidas economicamente têm menos acesso à energia do que os melhores favorecidos economicamente.
Custos de transação significativamente mais elevados para as pessoas de baixa renda. Por exemplo, os grandes produtores rurais e moradores de grandes centros urbanos têm vantagens em termos de custo e preço de bens e serviços relacionados à escala. Eles também têm acesso facilitado a outros recursos do que os pequenos produtores e as pessoas de baixa renda.

Fonte: Adaptado de Pereira, Silva e Carbonari (2011, p. 102).

Outro fator determinante para o desenvolvimento sustentável é a distribuição dos recursos. Um dos pilares da sustentabilidade é a qualidade de vida dos diferentes grupos populacionais. No Brasil, torna-se fundamental a atuação do governo, das corporações e demais segmentos no intuito de proporcionar uma redistribuição de recursos. “As empresas podem atuar na redistribuição de renda por meio da geração de emprego e de melhoria de qualidade de

vida de seus funcionários, suas famílias e comunidades, através de ações de responsabilidade social” (PEREIRA; SILVA; CARBONARI, 2011, p. 105). A Figura 8 ilustra as diferenças entre o modelo tradicional e o modelo de negócios atual.

Figura 8 - Diferenças entre o modelo tradicional e o modelo de negócios atual

Fonte: Pereira, Silva e Carbonari (2011, p. 117).

A diferença que se destaca é relevante para a tese é que no primeiro modelo há o desperdício dos resíduos, sua disposição final não é considerada, o problema é transferido ao longo dos processos, o enfoque econômico é a produção. Já no segundo modelo, o enfoque econômico é a utilização, onde as dimensões ambiental e social estão inseridas por meio do processo que envolve um retorno dos resíduos.

Com isso, têm-se um dos principais princípios que regem o Direito Ambiental, o do poluidor-pagador. Há a responsabilidade em dispor os resíduos do processo produtivo por parte dos geradores.

Conforme pode ser observado, a sustentabilidade pode proporcionar uma vantagem competitiva as empresas, portanto, não se trata de uma alternativa onde os custos e benefícios socioambientais estarão ofuscados, pois na prática, ao se tornarem ambiental e socialmente responsáveis, as empresas poderão reduzir custos e riscos, aumentando seus retornos financeiros e desenvolvendo tecnologias limpas (JACKSON, 2009).

“Modelo é uma simplificação e uma abstração da realidade que, por meio de pressupostos, argumentos e conclusões, explica determinada proposição ou certo aspecto de um fenômeno mais amplo” (MOCHÓN, 2007, p. 6).

Nesse contexto, tem-se que o desenvolvimento sustentável apresenta três dimensões: ambiental, social e econômica. Sob o aspecto econômico, a sustentabilidade prevê que as empresas devem ter viabilidade econômica e sob o aspecto social, a empresa deve atender aos

requisitos de proporcionar melhores condições de trabalho aos seus empregados (AZAPAGIC, 2003). “Seus dirigentes devem participar ativamente das atividades socioculturais de expressão da comunidade que vive no entorno da unidade produtiva” (DIAS, 2011, p. 44). Sob a ótica ambiental, a empresa deve prezar pela ecoeficiência dos seus processos produtivos, incluindo a não poluição/contaminação do ambiente natural.

Os pesquisadores Uribe, Alberconi, Tavares (2014) concluíram que a utilização do biocombustível traz inúmeros benefícios, sejam eles ambientais ou econômicos. Os autores ressaltam também a economia que é obtida na saúde pública devido às vantagens ambientais (QUADRO 8). “A partir do momento em que se utiliza um maior volume de biodiesel, menor será a emissão de gases poluentes, acarretando assim em um número menor de pessoas com doenças respiratórias, e outras doenças que tenham como causa os gases poluentes” (Ibid., 2014, p. 15).

Quadro 8 - Vantagens ambientais e econômicas dos biocombustíveis

Aspectos	Vantagens
Ambiental	Redução das emissões de dióxido de carbono (CO ₂); redução das emissões de dióxido de enxofre (SO ₂); redução nas emissões de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) e redução das emissões de material particulado.
Econômico	Traz contribuições em geração de empregos, especialmente no setor primário, e diminui a importação do volume de petróleo.

Fonte: Uribe, Alberconi, Tavares (2014).

Por fim, Sanches (2000, p. 81), afirma que

[...] as empresas industriais estão sendo desafiadas a encontrar novas formas de organização e administração da produção que atendam às exigências ambientais e que representem uma participação ativa do empresariado no processo de mudanças de comportamento necessário para que as expectativas da sociedade relativas à melhoria da qualidade de vida sejam atingidas.

Percebe-se que, nos últimos anos, o interesse e a preocupação das empresas pelas questões relacionadas ao meio ambiente tem aumentado. Com isso, “as ações relacionadas à preservação do meio ambiente têm mudado não apenas a imagem das empresas diante de seus consumidores, mas também a sua forma de produção e eliminação de resíduos” (COSTA, 2005, p. 302).

Devido ao aumento crescente da importância das questões ambientais, o planejamento estratégico das empresas não pode mais ignorá-las, como vinha fazendo, pois, além de interferirem nos custos finais dos produtos, os problemas decorrentes de uma má gestão ambiental podem inclusive afetar a continuidade do processo produtivo. No Brasil, por exemplo, há todo um arcabouço jurídico-ambiental que pode vir a sustentar ações que impeçam o

livre funcionamento de indústrias que poluem ou degradam de forma irreversível o meio ambiente, ou que desenvolvam ações que podem induzir outros a fazê-lo (DIAS, 2011, p. 82).

Segundo Omer (2008), para buscar resolver problemas de energia deve-se adotar tecnologias sustentáveis. No entanto, para Oliveira et al. (2011) há entraves nesse processo, pois quando existem ambientes que já estão condicionados às formas tradicionais de energia, torna-se difícil a introdução de mudanças. Os pesquisadores afirmam que barreiras existem tanto em relação à aspectos tecnológicos como em relação aos aspectos humanos e, este, é o mais árduo caminho.

O fator econômico estará acima de todas as alternativas possíveis para a solução dos problemas ambientais, pois optar por um desenvolvimento sustentável geralmente remete a redução do consumo de matérias-primas e energia. reciclagem ou reutilização de produtos são ecológica e economicamente viáveis (NAGEL; MEYER, 1999; OLIVEIRA et al., 2011).

Dentre as questões discutidas pelos entes políticos e sociais, a partir das décadas de 70 e 80 do século XX, está como gerar o desenvolvimento que não acarretem, ou pelo menos, tenham reduzido seu impacto ao meio ambiente. Os termos desenvolvimento sustentável e meio ambiente são abordados juntamente ao conceito de vulnerabilidade e risco, seja ambiental ou econômico (MENDONÇA, 2004).

[...] ao se encontrarem expostas a fenômenos naturais, tecnológicos ou sociais impactantes e de ordem eventual e/ou catastróficos, parcelas importantes da população passaram a evidenciar condições de risco ambiental. A noção de risco ambiental liga-se, então, às ciências da natureza e às ciências da sociedade, e conduz a uma abordagem dual e de interface que concebe [...] os riscos urbanos como produto combinado de um “àlea” (fenômeno aleatório) e de uma vulnerabilidade (Ibid., p. 141).

Veyret¹⁹ (2007, p. 24 apud CARDOSO, 2014, p. 6) define a vulnerabilidade como uma “magnitude do impacto previsível de uma álea sobre os alvos [...] A vulnerabilidade pode ser humana, socioeconômica e ambiental”. Uma das definições de vulnerabilidade é, segundo Confalonieri²⁰ (2003 apud MENDONÇA, 2004, p. 142),

[...] produto da exposição física a um perigo natural e da capacidade humana para se preparar para e recuperar-se dos impactos negativos dos desastres”. Mas há, todavia, que se assinalar, a vulnerabilidade urbana envolve, assim

¹⁹ VEYRET, Y.(organizadora). **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007

²⁰ CONFALONIERI, U. E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. **Revista Terra Livre**, São Paulo, ano 19, v. 1, n. 20, p. 193-2004. 2003.

como os riscos urbanos, uma gama de implicações sociais, econômicas, tecnológicas, culturais, ambientais e políticas [...]

Diante dessas concepções, Mendonça (2004), propõe o Sistema Ambiental Urbano (SAU), para se compreender o estudo dos problemas socioambientais urbanos, que é ilustrado pela Figura 9.

Figura 9 - Sistema Ambiental Urbano

Fonte: Mendonça (2004, p. 143).

Paralelamente à questão energética, dentre os desafios enfrentados pelo Estado ao formular e implementar políticas públicas, está em identificar locais para que possa intervir de modo a atingir alvos prioritários em áreas que concentram segmentos populacionais mais fragilizados.

A próxima seção abordará o conceito de biodiesel, suas matérias-primas e o glicerol para dar prosseguimento ao embasamento teórico desta tese.

2.7 Biodiesel

O biodiesel é um combustível alternativo gerado a partir de fontes renováveis. É biodegradável, não tóxico, renovável e tem baixo perfil de emissão, sendo benéfico para o ambiente e ainda podendo ser considerado uma promissora fonte de energia alternativa (SILVA; SORIA; MADEIRA, 2015; WILLKE; VORLOP, 2008).

Quimicamente, o biodiesel é definido como um combustível composto de mono-álquil-ésteres de ácidos graxos de cadeia longa, derivados de fontes renováveis, como óleos vegetais

e gorduras animais, e também de óleos de fritura ou gorduras usadas, obtidos da reação de transesterificação com um álcool de cadeia curta na presença de catalisador, gerando como resíduo a água de lavagem e como coproduto a glicerina.

Segundo Barski (2008, p. 21),

A evolução da produção e do uso dos combustíveis veio seguindo a lógica da substituição das fontes, então utilizadas por outras frentes práticas e rentáveis (da lenha ao carvão; do carvão ao petróleo), até avançar na busca de caminhos para a sustentabilidade do uso da energia. Essa síntese das fases, que se sucederam desde o século XVIII, explicam o crescimento da produção e do uso do álcool e, mais recentemente o desenvolvimento de novos biocombustíveis.

O conceito de biodiesel foi introduzido pela Lei n. 11.097 de 13 de janeiro de 2005, como “combustível para motores a combustão interna com ignição por compressão, obtido por fonte renovável e biodegradável que possa substituir parcial ou totalmente o óleo diesel de origem fóssil, e que atenda à especificação técnica definida pela Agência Nacional do Petróleo” (BRASIL, 2005).

Geralmente, a base para a produção do biodiesel divide-se em dois grupos: óleos vegetais e sebo animal. Para Banković-Ilić et al. (2014), os óleos vegetais de cocção e as gorduras animais, constituem matérias-primas promissoras para produção de biodiesel mais competitivo frente aos de óleos vegetais puros.

No cenário mundial, temos o Brasil em segundo lugar no *ranking* de produção. No Brasil, segundo Salomão (2013), a produção de biodiesel era praticamente inexistente, mas com o advento da Lei 11.097 de 13 de janeiro de 2005, passou a constituir um elemento na matriz energética brasileira (BRASIL, 2005). Para Demirbas (2009), as preocupações ambientais englobam temas amplamente discutidos na sociedade contemporânea, dentre eles, a escassez dos recursos naturais e a limitação das reservas de combustíveis fósseis, em termos de gerações futuras. Assim, sua produção sofreu um avanço significativo em virtude da necessidade de se atender às metas definidas pela legislação (QUINTELLA et al., 2009). No Quadro 9, estão as instituições que atuam como órgãos reguladores do mercado de biodiesel.

Quadro 9 - instituições que atuam como órgãos reguladores do mercado de biodiesel.

SIGLA	INSTITUIÇÕES	ATRIBUIÇÕES
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética	Formular políticas e diretrizes energéticas
MME	Ministério de Minas e Energia	Executar políticas energéticas
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Regular o mercado do segmento de biodiesel
MDA	Ministério de Desenvolvimento Agrário	Conceder o Selo Combustível Social
MAPA	Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento	Zoneamento Agrícola

Fonte: Elaborado pela autora.

O uso do petróleo e seus derivados intensificam a poluição do ar, causando problemas de aquecimento global pela concentração de CO₂ na atmosfera e uma opção viável para mitigar esses efeitos é a utilização de combustíveis renováveis (SHAY, 1993).

No entanto, o pesquisador afirma que apesar dos óleos vegetais de soja, mamona e girassol aparecem como uma alternativa em substituição ao óleo diesel em motores de ignição por compressão, essa tendência – o uso de combustíveis alternativos – já é discutida há anos.

Historicamente, em 1895, Rudolf Diesel desenvolveu o motor a diesel e, em 1900, testou sua invenção na Exposição Universal de Paris utilizando como combustível o óleo de amendoim (MA; HANNA, 1999). Com a Revolução Industrial e o acelerado processo de crescimento populacional afim de suprir a demanda o uso de derivados de petróleo, como o carvão, o óleo e o gás natural se intensificaram e, desde então, a produção e o consumo de energia estão baseados nas fontes de combustível fósseis (ZHAO et al., 2015). Mota, Silva e Gonçalves (2009, p. 639), afirmam que o “limite ao uso dos combustíveis fósseis não vai se dar somente pelo esgotamento das reservas, mas também pela redução da capacidade ambiental do planeta de absorver os gases oriundos de sua combustão”.

Nesse contexto, em decorrência da oferta limitada de combustíveis fósseis e das preocupações ambientais os óleos vegetais e gorduras animais têm se tornado o foco para a produção de biocombustível, ou melhor, de biodiesel (JOHNSON; TACONI, 2007). O Quadro 10 resume as vantagens e desvantagens relacionadas ao uso do biodiesel, segundo a PNPB (2007).

Quadro 10 - Vantagens e desvantagens do biodiesel

VANTAGENS	Contribui para a geração de empregos no setor primário, o que no Brasil é de suma importância para o desenvolvimento social. Com isso, diminui o êxodo do trabalhador no campo, reduzindo o inchaço das grandes cidades e favorecendo o ciclo da economia autossustentável, essencial para a autonomia do país.
	Devido à incidência de petróleo em poços cada vez mais profundos, torna-se cada vez mais onerosa a sua exploração, existindo assim, a necessidade de se explorar também os recursos da superfície, já que o cultivo e a colheita de plantas oleaginosas, tais como a mamona e o pinhão manso, não requerem investimentos relevantes.
	Não há necessidade de modificação nos atuais motores do tipo ciclo diesel para misturas de biodiesel até 20%. Percentuais acima dessa taxa requerem avaliações detalhadas do desempenho do motor.
DESVANTAGENS	Não se sabe ao certo como o mercado irá assimilar a grande quantidade de glicerina disponível (entre 5 e 10% do produto bruto).
	No Brasil e na Ásia, por exemplo, lavouras de soja e dendê, cujos óleos são fontes potencialmente importantes de biodiesel, estão invadindo florestas tropicais que são importantes bolsões de biodiversidade. Muitas espécies poderão deixar de existir em consequência do avanço das áreas agrícolas.
	A produção intensiva da matéria-prima de origem vegetal leva a um esgotamento das capacidades do solo, o que pode ocasionar a destruição da fauna e flora natural, aumentando assim o risco de erradicação de espécies e o possível aparecimento de novos parasitas.
	Há controvérsias sobre o balanço de CO ₂ do biodiesel. Apesar de ter origem renovável, não se tem certeza se a absorção das plantas equilibra a emissão de gases dos veículos. É preciso

	levar em conta a energia necessária para a produção de adubos, para a locomoção dos tratores agrícolas, para a irrigação, para o armazenamento e transporte dos produtos.
	Cogita-se que possa haver uma elevação nos preços dos alimentos, ocasionada pelo aumento da demanda de matéria-prima para a produção de biodiesel.

Fonte: Adaptado de Bordin (2009).

“As principais desvantagens do biodiesel são a sua maior viscosidade em relação ao diesel, teor mais baixo de energia, menor poder e rotação do motor, além da compatibilidade do motor e seu preço elevado” (DEMIRBAS, 2009, p. 31).

Para Wehrmann, Vianna e Duarte (2006, p. 13), os “valores dos componentes sociais e ambientais devem, necessariamente, entrar no cálculo do valor final do produto”.

Para Tapah, Santos e Leeke (2014), a cadeia produtiva do biodiesel deve se originar quando há a associação da disponibilidade da matéria-prima e motivações, ou seja, em decorrência de aptidões regionais que desenvolvem um potencial para a realização de atividades.

A motivação existente se baseia nos benefícios sociais e ambientais, que se diferenciam em razão de diversos níveis de desenvolvimento socioeconômico e a expectativa sobre os programas de geração de renda e emprego, a partir da produção do biodiesel, decorrem do grande potencial que o mercado energético tem tanto a nível nacional como mundial (ANITESCU; BRUNO, 2012).

Estudo realizado por Cavalett e Ortega (2011, p. 28), cujo objetivo foi calcular e discutir indicadores quantitativos do desempenho ambiental, social e econômico de cada etapa da cadeia de produção de biodiesel de soja, concluiu que

[...] a futura viabilidade do biodiesel está ligada a integração da produção de biocombustíveis [...] tirando-se proveito dos coprodutos e aumentando-se a reciclagem interna de materiais e energia. Permite a descentralização da produção, a inserção e autonomia do agricultor familiar, a implantação de práticas agroecológicas e a redução de deslocamentos entre áreas produtoras e centros consumidores.

Já o estudo realizado por Montanha (2012, p. 242), abordou os impactos do setor de biocombustíveis sob a ótica dos aspectos socioeconômicos e da expansão territorial urbana no município de Lins/SP localizados no entorno de uma usina que utiliza o sebo bovino como matéria-prima do biodiesel. Sua conclusão foi que

O crescimento do setor de biocombustíveis na região do município de Lins não produziu todas as consequências positivas esperadas e supostas sobre o padrão e organização da vida da população residente [...] os resultados apontam que [...] não tem alcançado um de seus principais objetivos, que é a

promoção da qualidade de vida dos pequenos produtores dedicados ao cultivo de plantas oleaginosas.

Por fim, em relação aos aspectos socioeconômicos do biodiesel, pode-se afirmar que quatro elementos constituem as possibilidades para se obter êxito na produção do biodiesel no Brasil, segundo Wehrmann, Vianna e Duarte (2006).

O primeiro é matéria-prima disponível ou potencial para sua produção.

Segundo, vontade e decisão política no intuito de investir em biocombustíveis, por meio de programas e projetos específicos.

Terceiro, o desenvolvimento de pesquisas sobre a temática.

O quarto e último elemento são “experiências associativas que podem, na prática, agregar valor aos produtos e melhor inserir os produtores na cadeia produtiva do biodiesel” (Ibid., 2006, p. 17). Suas principais matérias-primas e o processo de transesterificação serão descritos no próximo item.

2.7.1 Matérias-primas e processo de transesterificação

Em regra, a base para a produção do biodiesel divide-se em dois grupos: óleos vegetais e sebo animal. Os óleos vegetais de cocção e as gorduras animais constituem matérias-primas promissoras para produção de biodiesel mais competitivo frente aos de óleos vegetais puros (BANKOVIĆ-ILIĆ et al., 2014).

Basicamente, as matérias-primas são os óleos vegetais (soja, milho, dendê, mamona, palma, amendoim), gordura animal (sebo bovino, gordura de frango) e óleo residual de fritura (HOLANDA, 2004; HAAS et. al, 2006).

Segundo Shay (1993), os óleos de algas, bactérias e fungos também foram estudados como biocombustíveis.

As gorduras são sólidas à temperatura ambiente e não podem ser utilizadas como combustível em motores a diesel.

Foram estudadas por Ma e Hanna (1999) quatro metodologias de produção primária para a produção de biodiesel, onde foram revisadas suas tecnologias, dentre elas, a transesterificação.

A Figura 10 ilustra um fluxograma das cadeias produtivas envolvidas na preparação da matéria-prima para o biodiesel.

Figura 10 - Fluxograma das cadeias produtivas da matéria-prima para o biodiesel

Fonte: Pinheiro, César e Batalha (2010, p. 5).

Segundo Murta e Córdoba (2008, p. 90), “no mundo, há a predominância do uso da transesterificação pela rota metílica. No que tange o aspecto técnico e econômico, a reação via metanol é mais vantajosa que reação via etanol”.

A Tabela 4 sintetiza informações sobre o percentual de matérias-primas utilizadas para a produção de biodiesel no Brasil, por região, em maio de 2015 (ANP, 2015). O óleo de algodão, a gordura de porco e os outros materiais graxos constituem uma pequena participação na produção nacional.

Tabela 4 - Percentual de matérias-primas utilizadas para a produção de biodiesel no Brasil

Matérias-primas	Região (em %)				
	Centro-Oeste	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul
Óleo de soja	89,61	-	85,82	54,72	80,21
Gordura bovina	9,27	19,67	10,39	44,38	16,64
Óleo de algodão	0,15	-	1,68	-	-
Óleo de fritura	0,07	-	-	0,07	0,22
Gordura de porco	0,11	-	-	-	1,28
Gordura de frango	0,09	-	-	-	0,03
Materiais graxos*	0,70	80,33	2,11	-	1,62

* outros que incluem: óleo de palma/dendê, amendoim, nabo-forrageiro, girassol, mamona, sésamo.

Fonte: Adaptado de ANP (2015).

A região com maior capacidade produtiva e que mais utiliza o óleo de soja é a Centro-Oeste. A região Sul, figura em terceiro lugar na utilização desse óleo, mas em segundo pela sua capacidade produtiva. O Norte, por possuir características peculiares de clima e solo, destaca-

se pelo emprego dos materiais graxos. Já o Nordeste é o segundo a utilizar o óleo de soja, mas em capacidade produtiva, está atrás da região Sudeste, que é o terceiro, e se destaca pela utilização do sebo bovino para produção de biodiesel.

Dentre os processos tecnológicos que podem ser aplicados para a obtenção de biodiesel, a partir das matérias-primas óleo vegetal e sebo animal estão o de craqueamento e a tecnologia de transesterificação (AYOUB; ABDULLAH, 2012). Esta é a mais difundida em decorrência de sua viabilidade econômica e consiste em uma reação química entre a gordura animal ou o óleo vegetal (matérias-primas 87%) com etanol (12%) e um catalisador (1%), da qual resultam ésteres (86%), etanol (4%), fertilizante (1%) e o glicerol (9%), seu coproduto (MARCHETTI; MIGUEL; ERRAZU, 2007).

O processo de produção de biodiesel, desde o beneficiamento da matéria-prima até a obtenção do produto final é constituído, basicamente por duas etapas, a extração de óleo (esmagamento), seguida pela produção de biodiesel propriamente dita, descrita neste trabalho como transesterificação por rota metílica.

“Desta etapa resulta o óleo e a torta, que pode ser comercializada, dependendo do beneficiamento, como ração animal ou fertilizante agrícola”. (MURTA; CÓRDOBA, 2008, p. 102). Para Demirbas (2009, p. 31),

As misturas de até 20% de biodiesel misturados ao combustível para motores diesel de petróleo podem ser utilizados em praticamente todos os veículos a diesel e são compatíveis com a maior parte de armazenamento e equipamento de distribuição. O biodiesel pode ser usado diretamente ou como mistura com combustível para motores diesel, em um motor diesel. O biodiesel é um combustível biodegradável e renovável. Não emite dióxido de carbono líquido ou enxofre para a atmosfera e emite menos poluentes gasosos do que o diesel normal (nossa tradução).

“A transesterificação é uma reação química entre triglicerídeos e álcool na presença ou não de catalisador. A finalidade do processo de transesterificação é a de diminuir a viscosidade do óleo” (DEMIRBAS, 2009, p. 31). “A transesterificação consiste numa reação química, que requer a adição de álcool metanol ou etanol e catalisador ao óleo vegetal.

Durante o processo, a glicerina é removida do óleo vegetal, deixando-o mais fino e reduzindo sua viscosidade (WILLKE; VORLOP, 2008). “Ao término deste processo, o principal produto é o biodiesel (éster) e como subproduto, temos a glicerina” (PARENTE, 2003, p. 23).

No processo de transesterificação empregado na produção de biodiesel, o objetivo é transformar as características do óleo vegetal, de forma que essas fiquem semelhantes à do

diesel e esse processo consiste na separação da glicerina do óleo vegetal (MOTA; MONTEIRO, 2013). A Figura 11 ilustra o processo de transesterificação.

Figura 11 - Processo de obtenção do biodiesel por transesterificação

Fonte: Holanda (2004).

Entretanto, esse processo de refino do glicerol, conforme referenciado, têm custo elevado e ainda não faz parte, inclusive, da maioria das grandes plantas produtoras de biodiesel no país. Assim, o coproduto será apresentado no item a seguir.

2.8 Glicerol

Em 1779, o químico sueco Karl Wihelm Scheele descobriu, durante o processo de saponificação do azeite de oliva, o glicerol (1,2,3 propanotriol). Trata-se de um composto orgânico que também pode ser chamado como glicerina (OECD, 2002). Esta substância possui as seguintes características: é incolor, viscosa, absorve umidade, oleosa, de sabor doce, solúvel em água e álcool, pouca solubilidade em éter (ISHOLA et al., 2013)

Segundo Viana (2011, p. 2), o glicerol residual da produção de biodiesel apresenta outras substâncias, como óleos, ácidos graxos de cadeia longa, metanol, sais e outros, que têm potencial de causar “intoxicação, formação de espumas, mau cheiro, e variações nas características naturais de um determinado ecossistema”. Para Murta e Córdoba (2008, p. 91) “a fase mais pesada é composta de glicerina bruta, constituída pelo excesso de álcool, água, e impurezas provenientes da matéria-prima utilizada”. Alves et al. (2011, p. 1) afirmam que “o glicerol bruto, geralmente apresenta as seguintes impurezas: água, catalisador (alcalino ou ácido), álcool (não reagido), impureza provinda dos reagentes, ácidos graxos, ésteres, oligômeros de glicerol e polímeros”.

Segundo Cubas et al. (2010), o excedente de glicerol representa um problema ambiental, pois baixos valores comerciais são obtidos pelas impurezas que possui, tais como água, metanol e material orgânico.

A maioria dos produtos industriais utiliza apenas glicerol purificado como matéria-prima, ou seja, o coproduto glicerol, resultante do processo de geração de biodiesel é considerado matéria-prima bruta, que precisa ser refinada para os seus diversos tipos de usos (AYOUB; ABDULLAH, 2012).

O glicerol bruto derivado da produção de biodiesel é considerado um rejeito industrial que tem despertado grande preocupação na indústria de biocombustíveis, dentre outros fatores, devido ao seu baixo valor comercial, sua reduzida assimilação após processo de purificação e aos altos custos associados ao seu descarte (SILVA, 2013, p. 5)

Para Beatriz, Araújo e Lima (2011, p. 307), para os usos tradicionais do glicerol, no entanto, “a quantidade utilizada é muito menor do que a indústria do biodiesel produz anualmente e que ainda será produzido”. Os pesquisadores ainda concluem que o glicerol é um coproduto do biodiesel e, portanto, está inserido dentro do seguinte contexto: em sua maioria, os usos de coprodutos provenientes de resíduos renováveis constituem uma excelente opção,

[...] ambientalmente correta, para o desenvolvimento de novos produtos de maior valor agregado, bem como contribui para a redução do custo do tratamento dos resíduos e aumenta o valor econômico desses coprodutos, com consequente diminuição do custo de produção do produto principal. [...] o glicerol é uma matéria-prima barata e muito versátil, constituindo-se em uma alternativa real e viável para gerar substâncias que possam atuar como precursores de produtos industriais de alto valor agregado [...] visando obter produtos econômicos, social e ambientalmente adequados (Ibid., p. 319).

O glicerol é considerado matéria-prima bruta e deve ser refinado para ser utilizado em diversas indústrias, como por exemplo, utilização na produção de produtos químicos, aditivos de combustível, produção de hidrogênio, desenvolvimento de células de combustível, etanol, alimentos para animais, entre outros (LEONETI; ARAGÃO-LEONETI; OLIVEIRA, 2012; SHIELDS et al., 2012; DELLA CASA et al., 2009; TAN; AZIZ; AROUA, 2013).

Em relação à destilação da glicerina bruta, ou glicerol, “salienta-se que mesmo a glicerina bruta, oriunda do processo de transesterificação e contendo impurezas, poderá ser vendida ao mercado. Entretanto, o mercado favorece a comercialização da glicerina purificada” (MURTA; CÓRDOBA, 2008, p. 92).

“Entretanto o seu uso é condicionado ao seu grau de pureza, que deve estar usualmente acima de 95%” (ALVES et al. 2011, p. 1). O processo de purificação do glicerol, contrariamente à transesterificação, tem se tornado uma alternativa inviável economicamente, seja em decorrência dos baixos preços que o mesmo tem atingido ou à crise de preços que a abundância de oferta causa no mercado (SLINN et al., 2008; D’AUREA, 2010).

O aumento da produção de biodiesel associada à crescente disponibilidade do glicerol cria um excesso desse produto no mercado e, conseqüentemente, a diminuição de seu valor (OLIVEIRA, 2008).

Com a crescente produção de combustíveis oriundos de fontes vegetais oleaginosas, o destino dos subprodutos formados é uma preocupação. O glicerol é um dos principais subprodutos desse processo e a indústria absorve boa parte dessa produção sendo incapaz de utilizar cem por cento do glicerol (ARAÚJO et al., 2013, p. 20) – grifo nosso.

Dessa forma, deve-se buscar soluções para o excedente. Uma das soluções encontradas pelas usinas é vender o glicerol para usinas de refino e, estas, exportam (MOTA; SILVA; GONCALVES, 2009; KONDAMUDI et al., 2012).

Dalias e Polycarpou (2014, p. 17) afirmam que “a eliminação de glicerol bruto, o subproduto do biodiesel, pode tornar-se um problema econômico ou ambiental nos casos em que não é possível a comercialização deste material”.

Segundo os pesquisadores, o glicerol constitui uma “das substâncias químicas mais versáteis e valiosas [...] normalmente não pode ser usado antes de um processo de purificação [...] separar o glicerol puro não é um procedimento muito barato” (Ibid., p. 17-18).

Por isso, “existem fatores que restringem sua utilização, tais como a pureza do glicerol, que pode ter impactos negativos na saúde animal”.

Em relação ao metanol utilizado como reagente na produção de biodiesel, a quantidade ‘que não reagiu’, de acordo com Dalias e Polycarpou (2014), restará ao glicerol. Ainda segundo os pesquisadores “nos casos em que sua exploração não seja rentável, a eliminação desta fração pode gerar problemas para usinas de biodiesel. Isto ocorre em países onde o mercado de glicerol não é desenvolvido” (Ibid., 2014, p. 18).

Logo, um problema maior poderá surgir: o descarte indevido do excedente gerado. Não há legislação que regule a gestão ou o gerenciamento desse resíduo (D’AUREA, 2010, p. 1). Trata-se de um produto orgânico e, quando lançado *in natura* no meio ambiente, tem alto potencial poluidor em razão da presença do metanol utilizado no processo de transesterificação (VIANA, 2011; QUISPE; CORONADO; CARVALHO JR, 2013; ARANTES, 2015). Inclusive, poderá comprometer os recursos hídricos da região (OLIVEIRA et al., 2011).

D’Aurea (2010, p. 7-8) corrobora nesse sentido ao afirmar que

As Secretarias Estaduais de Meio Ambiente, que controlam a forma de descarte dos efluentes industriais em geral não possuem legislação específica para o descarte da glicerina. Se o país não encontrar uma utilização para a glicerina, o aspecto ecológico do biodiesel poderá ser prejudicado. O descarte deste resíduo nos rios ou queima gera problemas ambientais. Nos rios, provoca consumo excessivo de oxigênio, causando desequilíbrio na população aquática.

E, essa é uma questão que deve suscitar preocupações, pois existem no mercado equipamentos que são comercializados para que pequenos produtores possam produzir e utilizar o biodiesel. As políticas energéticas foram implantadas para incrementar a produção e uso de biodiesel tanto por grandes como pequenos produtores (BART; PALMERI; CAVALLARO, 2010; KARLEN; KERR, 2012; AYOUB; ABDULLAH, 2012). No entanto, como são abordadas as questões sobre a gestão e o gerenciamento do glicerol gerado?

Para Carof, Colomb e Aveline (2013, p. 51), “os produtores rurais deverão ser capazes de identificar as oportunidades, por meio de subsídios que o façam se reestruturar de forma estratégica para planejar decidindo de modo sustentável”. Nesse sentido, Oliveira et al. (2011) estudaram a viabilidade ecoeficiente, de uma pequena propriedade rural, onde se esquematizou

a avaliação do ciclo de produção dos produtos e resíduos da produção de biodiesel, em termos energéticos, buscando a redução de custos e de impactos ambientais.

Segundo Oliveira (2008, p. 85), “a glicerina loira, caso não aproveitada, pode ter descarte inadequado” e, na prática, pode se verificar que isso ocorre. Antunes et al. (2011, p. 1) também afirmam que “se descartado no meio ambiente, pode ter alto impacto ambiental”.

Para César (2009, p. 82)

o glicerol bruto, emergente do processo de biodiesel, tem a característica de possuir muitas impurezas, por isso, seu valor comercial é muito pequeno quando comparado ao da glicerina [...]. O Brasil importa pouca glicerina, mas paga por ela valor muito superior à glicerina originada do segmento de biodiesel. [...] os profissionais que militam na parte industrial dessa cadeia alegam que a glicerina (proveniente da rota metilica, processo mais usado atualmente), contém elevados teores de metanol e sódio, logo não é recomendável seu uso como adubo.

Dessa forma, “nos atuais processos de desenvolvimento na produção de biocombustíveis no Brasil, faltam componentes sociais e ecológicos. Mas, [...] parece que a fragilidade dos pequenos produtores não é considerada” (KOHLHEPP, 2010, p. 247).

Em relação à viabilidade econômica do biodiesel, Yazdani e Gonzalez (2007, p. 213) argumentam que

Embora os biocombustíveis representem uma alternativa segura, renovável e ambientalmente segura aos combustíveis fósseis, sua viabilidade econômica é uma grande preocupação. A implementação de biorrefinarias que co-produzem produtos de maior valor, juntamente com os biocombustíveis, tem sido proposta como solução para este problema. O modelo de biorrefinaria seria especialmente vantajoso se a conversão de subprodutos ou fluxos de resíduos gerados durante a produção de biocombustíveis fosse considerada. Fluxos ricos em glicerol gerados em grandes quantidades pela indústria de biocombustíveis, especialmente durante a produção de biodiesel, apresentam uma excelente oportunidade para estabelecer biorrefinarias. Uma vez considerado um co-produto valioso, o glicerol bruto está rapidamente se tornando um produto residual com um custo de eliminação atribuído a ele.

A utilização do glicerol é uma opção viável sob a ótica ambiental, pois trata-se de uma “matéria-prima barata e muito versátil, constituindo-se em uma alternativa real e viável para gerar substâncias que possam atuar como precursores de produtos industriais de alto valor agregado [...], visando obter produtos econômicos, social e ambientalmente adequados”. (BEATRIZ; ARAÚJO; LIMA, 2011, p. 318).

Segundo Oliveira (2008, p. 84), “o problema é que o mercado brasileiro consome apenas 40 mil toneladas de glicerina por ano”. O pesquisador estimou que, em 2013, o excedente de glicerina poderia chegar a 250 mil toneladas, em decorrência da obrigatoriedade imposta pela

legislação. Dados recentes do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) indicam que a exportação de glicerina, em 2016, teve um recuo desde a publicação da PNPB, houve uma queda de mais 11% em relação ao ano de 2015, que totalizou 270,2 mil toneladas (BIODIESELBR, 2017b).

Em relação ao processo de purificação da glicerina, relata Franco (2014, p. 53) que ela “já com um teor reduzido de água, passa, então, um processo de destilação na qual ela é aquecida até ser evaporada e, então, é condensada”, expôs informando que, nessa etapa, as impurezas retiradas são, em sua maioria, sais inorgânicos oriundos da produção de biodiesel”.

Continua o autor ensinando que, ao final do processo, outra impureza é removida. Chamada tecnicamente de matéria orgânica não graxa (MONG). Por fim, é efetuada a remoção de odores e a clarificação do produto final. As aplicações do glicerol serão apresentadas, a seguir.

2.8.1 Aplicações usuais do glicerol

Para Mota, Silva e Gonçalves (2009) a continuidade da produção de biodiesel está sujeita ao desenvolvimento de tecnologias que auxiliem na valorização do glicerol. A principal delas é para o seu refino, onde é feita a filtração, destilação a vácuo, descoloração e troca de íons, mas este procedimento apresenta elevado custo (DALIAS; POLYCARPOU, 2014). Sendo inviável para pequenos e médios produtores de biodiesel.

De acordo com Oliveira (2008, p. 84), a glicerina pode ser utilizada na indústria do tabaco para evitar o ressecamento das folhas e tornar as fibras do fumo mais resistentes, assim como também pode ser utilizada para amaciar e aumentar a flexibilidade de fibras têxteis; “a produção de plástico com essa substância vem se somar a uma série de outros usos industriais”.

Dentre as possibilidades de uso do glicerol purificado, chamado de glicerina, estão as encontradas na literatura, tais como, componente de ração animal e cosubstrato de biodigestores (LEONETI; ARAGÃO-LEONETI; OLIVEIRA, 2012).

Nesse sentido, Fontana (2011, p. 56) afirmou também que “uma das supostas soluções imediatas para o problema do glicerol excedente, pode ser resolvida através da utilização pura ou acompanhado de mistura em rações na dieta de frangos e suínos na fase de crescimento e terminação”.

Pesquisas realizadas por Oliveira et al. (2011), Leoneti, Aragão-Leoneti e Oliveira (2012), Berenchtein et al. (2010), Tan, Aziz e Aroua (2013), Amon et al. (2006), Singh e Singh (2009), Zanetti (2012), entre outros, identificaram e analisaram as possibilidades de utilização

do glicerol: produção de produtos químicos, aditivos de combustível, produção de hidrogênio, desenvolvimento de células de combustível, etanol, alimentos para animais, entre outros.

O glicerol é um coproduto resultante da transesterificação; sua purificação bem como sua conversão em produtos de alto valor agregado, têm tido um crescente interesse nos últimos anos devido ao aumento da indústria de biodiesel (TAN; AZIZ; AROUA, 2013; AVILA NETO; 2009). Portanto, são necessários estudos mais aprofundados em busca de sua sustentabilidade (SHAY, 1993; OLIVEIRA; LEONETI; CALDO, 2007; THAMSIRIROJ; MURPHY, 2011) no intuito de, concomitantemente ao aumento de sua produção, fomentar alternativas para o excesso de glicerol gerado, uma vez que tem limitados tipos de aplicações e se tornou um potencial poluidor ambiental (ADHIKARI; FERNANDO; HARYANTO, 2008).

Araújo et al. (2013, p. 20), sobre a aplicação do excedente de glicerol na ração de ruminantes, afirmam que “para reduzir os custos da dieta [...], os teores adequados de glicerol também estão sendo estudados. Espera-se [...] encontrar um limiar que possibilite a inclusão ideal de glicerol nas dietas, sem comprometer o desempenho dos animais”.

A Figura 12 mostra uma distribuição percentual de aplicações mais usuais da glicerina. O glicerol puro pode ser aplicado na indústria de cosméticos, farmacêutica, detergentes, na fabricação de resinas e aditivos e também na indústria de alimentos. Ele resulta da reação de saponificação de ácidos graxos presentes em óleos, azeites ou sebo com hidróxido de sódio ou de potássio. Ele atua como coprodutor no processo de produção de biodiesel.

Figura 12 – Principais setores industriais de aplicação da glicerina

Fonte: Mota, Silva e Gonçalves (2009, p. 640).

Desta forma, do volume total de biodiesel produzido, cerca de 10% correspondem ao glicerol, que é utilizado como única fonte de carbono na obtenção de produtos de maior valor agregado.

A Figura 13 destaca as alternativas de uso para este resíduo e apresenta um resumo dos principais processos, produtos e coprodutos da produção de biodiesel.

Figura 13 - Resumo esquemático da geração do glicerol e suas rotas alternativas

Fonte: Adaptado de Tan, Aziz e Aroua (2013) e Leoneti, Aragão-Leoneti e Oliveira (2012).

“De acordo com a Food and Drug Administration (FDA, 21 C.F.R. 582.1320) a glicerina pode ser utilizada na alimentação animal quando o resíduo do metanol na glicerina não ultrapassa 150 mg/kg de glicerina” (D’AUREA, 2010, p. 9). Apesar de diversas aplicações do glicerol, independente da área de pesquisa

é economicamente inviável a utilização do glicerol residual do biodiesel obtido a partir da produção do biodiesel na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética, uma vez que exige purificação como branqueamento, desodorização e trocador de íons para remover qualquer traço de outros elementos tornando o processo oneroso (PACHAURI; HE²¹, 2006 apud ÁVILA NETO, 2009, p. 13)

Para que a glicerina possa ter essa gama de aplicações, é necessário que se faça uma purificação, a fim de fazer a retirada de impurezas oriundas do processo de produção de biodiesel (LARSEN, 2009). Em artigo de Mendes e Serra (2012) são citados alguns exemplos de aplicação da glicerina e sintetizados no Quadro 11.

²¹ PACHAURI, N.; HE, B. Value-added utilization of crude glycerol from biodiesel production. **A survey of current research activities american society of agricultural and biological engineers (ASABE)**, paper n. 006622, 2006.

Quadro 11 - Exemplos de aplicações do glicerol purificado (glicerina)

Setor	Aplicações
Indústria Farmacêutica e Cosméticos	Composição de cápsulas, supositórios, anestésicos, xaropes, antibióticos e antissépticos. Emoliente e umectante em cremes dentais, hidratantes para a pele, loções pós-barba, desodorantes, batons e maquiagens.
Indústria Têxtil	Amacia e aumenta a flexibilidade das fibras têxteis.
Indústria de Tabaco	Empregada no processamento de tabaco, na composição dos filtros de cigarro e como veículo de aromas.
Indústria Química	Fabricação de tintas e resinas, dinamites.
Indústria Alimentícia	Lubrificantes de máquinas processadoras de alimentos, entre outros. Adoçantes, conservantes, poliglicerina (chocolates).

Fonte: Mendes e Serra (2012, p. 3).

A Figura 14 ilustra o consumo de glicerina pelos diferentes setores industriais.

Figura 14 - Consumo de glicerina pelos diferentes setores industriais

Fonte: Mendes e Serra (2012, p. 2).

O método convencional consiste nas etapas de acidificação, neutralização, evaporação e refino por destilação. Neste processo, é possível obter glicerina com grau de pureza 88%. No entanto, esse método tem por desvantagem o grande consumo energético, alto consumo de água, perdas de tempos e preços onerosos (AVILA et al., 2006).

Já o método de troca iônica consiste na passagem da glicerina já pré-purificada por leitos contendo resinas para a eliminação de cor, odor, traços de ácidos graxos e outras impurezas, ao final do processo é possível obter um produto com pureza maior de 99%. Este método é muito utilizado em função da simplicidade de operação e menor consumo energético em relação ao método convencional (OPPE et al., 2008).

Algumas limitações ao uso do glicerol são enfatizadas por Menten, Miyada e Berenchtein (2009) em estudo realizado sobre o coproduto na dieta animal

Resultados de pesquisas gerados nos últimos dois anos indicam que o uso da glicerina bruta proveniente da produção de biodiesel tem uma aplicação segura quando incluída na formulação de rações para aves e suínos até cerca de 10%, não afetando o desempenho, a saúde, a qualidade da carcaça e da carne dos animais. Entretanto, como a qualidade da glicerina produzida industrialmente pode ser variável, seu uso deve ser feito com cautela até que novos estudos estabeleçam mais claramente todos os efeitos da alimentação de animais com a glicerina bruta.

A legislação dos Estados Unidos atribui ao glicerol o *status* de GRAS, *Generally Recognized as Safe* (reconhecido, geralmente, como seguro) para uso como um complemento alimentar de acordo com os padrões estabelecidos para boas usinas e, alimento inclusive para humanos (21 C.F.R. 582.1320 e 573.640) (FDA, 2006).

“Descobrir e viabilizar novos mercados para a glicerina é um desafio para a indústria e para pesquisadores que fortalecerá a cadeia produtiva do biodiesel e evitará danos ambientais provocados pelo descarte do produto que tem potencial poluidor principalmente para rios e lagos” (ARANTES, 2015, *online*).

Para se evitar problemas decorrentes do acúmulo de glicerol, tornando a produção de biodiesel mais competitiva é necessário que se busquem alternativas para o uso do glicerol bruto gerado nesta produção. “Existe um grande interesse de outros países protegerem tecnologias referentes ao uso do glicerol/glicerina e isso pode estar extremamente relacionado à grande capacidade brasileira de produção de glicerol/glicerina, consequência do aumento das pesquisas e incentivos relativos a produção do biodiesel” (MACHADO et al., 2012, p. 21).

Segundo Marçon (2010, p. 108)

[...] existem alguns tipos de tratamento de glicerina residual já em uso em escala industrial, no entanto, ainda é comum fazer a utilização da mesma na queima em caldeiras para geração de energia, porém a liberação de compostos tóxicos como a acroleína (substância potencialmente carcinogênica) durante a queima é um dos problemas que inviabilizam o seu processo do ponto de vista ambiental.

Para Zenatti (2011, p. 9), a produção de biodiesel é viável, se considerados os aspectos sociais, ambientais, econômicos e tecnológicos. Dentre os aspectos destaca-se:

- ✓ AMBIENTAIS: Fonte renovável de energia; por ser produzido de gorduras animais e óleos vegetais é biodegradável e atóxico.
- ✓ SOCIAIS: Ampliação da área cultivada e de geração de trabalho e renda no campo;

- ✓ TECNOLÓGICOS: Aprimoramento de tecnologias, favorecendo a indústria nacional de bens e serviços;
- ✓ ECONÔMICOS: Diversificação da matriz energética.

Em seu estudo, a pesquisadora analisou a produção de metano na co-digestão anaeróbia de glicerina e água residuária da suinocultura e concluiu que “a produção de biogás apresentou um aumento com o incremento da carga orgânica, sendo, desta maneira, a co-digestão anaeróbia destes resíduos uma opção para o destino final do glicerol bruto” (Ibid., p. 102).

Outra pesquisadora teve o objetivo avaliar a eficiência da glicerina bruta, proveniente da produção de biodiesel, na obtenção de biogás em codigestão com dejetos suínos, buscando um novo mercado para que se possa aproveitar a glicerina bruta na síntese de novos produtos e concluiu que “a glicerina bruta associada aos dejetos suínos numa proporção de 5% m/m pode ser usada como suplemento na biodigestão anaeróbica, proporcionando um aumento significativo na produção de biogás e no seu teor em metano” (SANDERSON, 2013, p. 40).

Em estudo realizado por Duarte, Santos e Trotta (2008), para realizar uma avaliação reológica de misturas de glicerina loira (glicerina com impurezas no processo – glicerol “loira”) e óleo com baixo ponto de fluidez (BPF) para o uso destas misturas em caldeiras e fornos para geração de energia térmica.

O óleo BPF é um óleo combustível derivado de petróleo, de baixo ponto de fluidez, também chamado óleo combustível residual, ao qual é largamente utilizado na indústria moderna para aquecimento de fornos e caldeiras, ou em motores de combustão interna para geração de calor, os óleos combustíveis subdividem-se em diversos tipos, de acordo com sua origem e características (PREMIUM AMBIENTAL - ÓLEOS 2015)

O estudo realizado por Cordoba (2011, p. 212), demonstrou ser técnica, ambiental e economicamente viável a alternativa de reaproveitamento energético do glicerol, “a produção de energia mediante combustão direta de glicerina bruta foi respectivamente 61% e 58% mais barata do que com o óleo diesel e glicerina loira em condições técnicas semelhantes”.

Cabe destacar que a pesquisadora ainda afirma que a glicerina bruta é o co-produto do processo de fabricação do biodiesel e que a glicerina “loira”, é derivado deste processo. Sua tese investigou e avaliou a combustão direta destes dois tipos de glicerina como alternativa de aproveitamento energético sustentável.

Os resultados demonstraram ser técnica, ambiental e economicamente viável esta alternativa de reaproveitamento do glicerol, “a produção de energia mediante combustão direta

de glicerina bruta foi respectivamente 61% e 58% mais barata do que com o óleo diesel e glicerina loira em condições técnicas semelhantes” (Ibid., p. 212).

Para Mendes e Serra (2012, p. 1) outra aplicação do glicerol é “a queima em caldeiras, visando o aproveitamento do seu poder calorífico, é uma das finalidades mais empregadas”.

Mas, segundo De Boni (2008), a acroleína, que é um composto tóxico, é liberada durante o processo de combustão e isto é um problema ambiental que pode inviabilizar essa aplicação.

Outra importante aplicação é a produção de hidrogênio (H_2) a partir do glicerol bruto obtido (ADHIKARI; FERNANDO; HARYANTO, 2008; SEUNG-HOON et al., 2014).

Ainda em relação à questão do reaproveitamento energético utilizando o glicerol, Vianna (2011, p. 85), conclui em seu estudo que

Para a produção de energia elétrica, um sistema de co-geração utilizando turbina com vapor supercrítico é mais viável economicamente, apresentando tempo de retorno do investimento em 2 anos e 4 meses. Na produção de energia térmica para uso na própria usina, o tempo de retorno do investimento é de apenas 1 ano.

Como alternativas do aproveitamento do glicerol há a possibilidade de geração de energia. Slinn et al. (2008), concluíram ser uma alternativa viável para o uso do glicerol ser convertido em energia, onde poderia potencialmente transformar todo resíduo de uma planta de biodiesel em energia. Dentre as tecnologias utilizadas pelas empresas para gerar combustão a partir do glicerol. Cita-se como exemplo a *AirProducts*® (2017) que traz em seu *site*²²

Como mais óleos e gorduras são convertidos para biodiesel, os custos de armazenagem e descarte do subproduto do glicerol bruto estão aumentando. Além disso, embora o glicerol puro tenha muitos usos, a etapa de purificação pode ser cara, impactando assim de maneira negativa a economia geral da produção de biodiesel. Uma possível solução é o uso de glicerol bruto como combustível alternativo em retrofits de caldeiras e fornos para a produção de calor e energia. Há desafios devido às seguintes propriedades do glicerol: pode levar à combustão incompleta e ineficiente e, pode produzir acroleína tóxica (0,1 ppm TWA) após a combustão completa.

Devido aos baixos preços que o glicerol tem atingido no mercado (SLINN et al., 2008), os pequenos produtores são levados à adoção de soluções simplistas como, por exemplo, sua venda ou seu descarte. Esta última solução é a que tem gerado preocupações relacionadas aos impactos ambientais (FERNANDO et al., 2007), já que se trata de um produto orgânico que,

²² Trata-se de uma referência citada nesta tese apenas para ilustrar uma forma de utilização do glicerol. As informações foram retiradas do site: <www.airproducts.com.br/industries/Energy/Bioenergy/Biodiesel/product-list/combustion-of-glycerol-byproduct-biodiesel.aspx?itemld=1E05373EC7F541D5B797341BEF9BB861>. Acesso em: 11 jan. 2017.

quando lançado *in natura* no meio ambiente, tem alto potencial poluidor e, ao se decompor no solo ou na água, produz gases de efeito estufa, além do potencial poluidor dos mesmos e de águas subterrâneas (VIANA, 2011).

Nesse sentido, o item a seguir abordará o tema sobre a relação existente entre a sustentabilidade e o mercado do glicerol.

2.8.2 Mercado do glicerol

Dessa forma, a indústria de biodiesel está enfrentando um problema com a saturação do mercado de glicerol devido às grandes quantidades desse coproduto que são produzidos durante o processamento de biodiesel (KONDAMUDI et al., 2012). Como resultado, ocorre um excesso pelo desequilíbrio entre sua oferta e sua demanda, dificultando a gestão e o gerenciamento desse resíduo pelos seus responsáveis.

Segundo informações do MDIC (2014), no ano de 2014, a indústria do biodiesel produziu “330 mil toneladas de glicerina bruta e sua exportação total atingiu 211 mil toneladas, gerando cerca de 60 milhões de dólares. A China continua como o maior destino das exportações, com cerca de 80% do total”. Dessa forma, concomitantemente há o incremento do coproduto glicerol.

Segundo César (2009, p. 82),

o volume de glicerina aumentou tão intensamente no país que esse resíduo se tornou um inconveniente para as empresas desse setor. Muitas delas têm estocado glicerina com a expectativa de ser encontrado um uso viável, pois ela não pode ser descartada livremente no meio ambiente devido ao seu potencial de poluição. Por isso esse fator é considerado muito desfavorável.

O volume gerado, segundo Mota, Silva e Gonçalves (2009, p. 647) deverá compor uma fonte de matéria-prima renovável no futuro, cabendo “aos pesquisadores utilizarem o conhecimento para desenvolver aplicações economicamente viáveis e que possam beneficiar toda a sociedade”. É fundamental “buscar alternativas para o consumo desse volume extra de glicerol, na forma bruta e/ou como derivados de alto valor agregado, viabilizando economicamente o aumento da produção de biodiesel” (BEATRIZ; ARAÚJO; LIMA, 2011, p. 306).

De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2012, p. 9), a formação do mercado do biodiesel “ainda não conta, definitivamente, com medidas para impulsionar o empreendedorismo de médio e pequeno porte”. Apesar dos diversos programas sociais do Governo Federal para incentivar a agricultura familiar do cultivo de oleaginosas

como o PNPB criado em 2004 e dos incentivos tributários, ainda há dificuldades em promover um desenvolvimento regional sustentável baseado na inclusão dos pequenos produtores (ABREU; OLIVEIRA; LEAL, 2012; LEONETI; ARAGÃO-LEONETI; OLIVEIRA, 2012).

“A natureza do subproduto da produção do glicerol leva a uma volatilização dos preços no mercado, pois os produtores têm que estimular ou restringir a demanda para equalizar suprimento disponível, o que, muitas vezes é determinado por fatores alheios ao mercado de glicerol” (APPLEBY, 2006²³ apud CÉSAR, 2009, p. 82).

Dessa forma, o mercado de glicerol está diretamente relacionado à ascensão da produção de biodiesel. Para Zhu et al. (2007), novas oportunidades para a conversão do glicerol em produtos de alto valor agregado têm surgido e isto têm sido assunto de interesse industrial, pois o processo de purificação ou o aproveitamento direto do glicerol permite a viabilidade do processo produtivo de biodiesel, tornando-o competitivo no mercado (THAMSIRIROJ; MURPHY, 2011).

Na prática, uma das preocupações em termos ambientais sobre a produção do glicerol baseia-se na sua destinação final, pois pelo teor de etil ou metil presentes em sua composição, deve ser considerado um resíduo que pode ter, no longo prazo, impactos ambientais (ZHU et al., 2007; DALIAS; POLYCARPOU, 2014). Apesar do processo produtivo de glicerol não envolver tecnologias complexas, o seu custo é elevado, o que limita seu uso, podendo acarretar seu descarte indevido no meio ambiente (LEONETI; ARAGÃO-LEONETI; OLIVEIRA, 2012).

Apesar de apresentar vantagens, o crescimento também apresenta custos e consequências negativas como, por exemplo, a poluição. Desse modo, uma questão levantada foi se o conhecimento científico produzido em relação ao glicerol é transmitido a quem os produz?

Mochón (2007, p. 288) enfatiza que

Embora ter conhecimento de ponta nas diversas tecnologias e fazer descobertas seja por si só interessante, o mais importante é conseguir que esses avanços sejam úteis ao sistema produtivo e à sociedade em geral. A aplicação dos novos conhecimentos, inventos e técnicas é o que constitui as inovações tecnológicas. Por parte das empresas, incorporar procedimentos inovadores implica correr riscos, pois, para determinadas decisões, não se contará com experiência nem referências suficientes. Por conta disso, o empresário inovador que, tentando se diferenciar dos demais, faz antes de seus concorrentes o que estes não ousam ou não sabem fazer às vezes se vê premiado com uma posição competitiva privilegiada. (grifo nosso).

²³ APPLEBY, D. B. Glicerol. In: KNOTHE et al. **Manual do Biodiesel**. Tradução de Luiz Pereira Ramos. São Paulo: Edgard Blücher, 2006, p. 295-309.

Nos territórios priorizados pela Política Nacional de Desenvolvimento Regional, o Ministério da Integração Nacional, tem atuação por meio de “dois pilares básicos: organização social dos atores regionais e geração de emprego e renda, utilizando-se para tal, de sistemas e arranjos produtivos locais” (COSTA, 2010, p. 6).

Assim, após a apresentação do embasamento teórico no qual a problemática suscitada nesse trabalho pretende se alicerçar, no Capítulo seguinte serão abordados os aspectos metodológicos.

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

As ciências sociais aplicadas, dentre elas a Administração, constituem uma área do conhecimento multidisciplinar, portanto, é uma ciência indispensável para as organizações cujo propósito principal é promover o estudo e a condução das atividades de planejamento, direção e controle, considerando as características do meio ambiente global por meio do desenvolvimento (DIEHL; TATIM, 2004).

A pesquisa em Administração tem origem recente em relação a outras áreas do conhecimento e diferencia-se delas em razão da natureza do fenômeno em estudo, pois envolvem a complexidade de um ambiente em constante mudança, das atitudes humanas, do comportamento e desempenho dos indivíduos e instituições (COOPER; SCHINDLER, 2003).

Considera-se que a complexidade existente, principalmente, no que tange aos aspectos sustentáveis. De acordo com Gil (2009), a pesquisa busca proporcionar respostas para os problemas propostos, constituindo um instrumento de descoberta e aprofundamento sistematizado, mediante a aplicação de métodos científicos.

Assim, para responder aos questionamentos, foram realizadas pesquisas para localizar elementos, dentre eles, uma metodologia, que pudesse contribuir com formas de análise e geração de conhecimento.

Ao se realizar uma pesquisa é fundamental especificar a metodologia que será utilizada, no intuito de esclarecer como se pretende tratar o problema abordado. Portanto, neste capítulo, será apresentado o planejamento metodológico adotado, onde serão descritas a classificação da pesquisa, suas etapas, o método a ser utilizado para o alcance dos objetivos propostos, o instrumento de coleta de dados e as técnicas de análise.

3.1 Classificação da pesquisa

Neste item, no intuito de esclarecer a proposta metodológica desta pesquisa, será apresentada sua classificação em relação ao gênero, objetivos, abordagem e procedimentos utilizados para atingir ao objetivo principal.

Para Diehl e Tatim (2004, p. 47), metodologia pode ser definida como “o estudo e a avaliação dos diversos métodos, com o propósito de identificar possibilidades e limitações no âmbito de sua aplicação no processo de pesquisa científica”.

Existem diversas taxonomias sobre tipos de pesquisa, conforme os critérios utilizados pelos autores Demo (2000), Cooper e Schindler (2003), Gil (2009), Vergara (2009), entre

outros. Para Gil (2009, p. 44), a “classificação não pode ser tomada como absolutamente rígida, visto que algumas pesquisas, em função de suas características, não se enquadram facilmente num ou noutro modelo”.

Demo (2000, p. 22), apesar de considerar que nenhum tipo de pesquisa é autossuficiente, as distingue em quatro gêneros, entretanto, afirma que "na prática, mesclamos todos acentuando mais este ou aquele tipo de pesquisa". Dessa forma, a pesquisa pode ser considerada empírica e teórica. Empírica, pois oferece a “possibilidade de maior concretude às argumentações, por mais tênue que possa ser a base factual.

O significado dos dados empíricos depende do referencial teórico, mas estes dados agregam impacto pertinente, facilitando a aproximação prática" (DEMO, 2000, p. 37).

Teórica, pois é "dedicada a reconstruir teoria, conceitos, ideias, ideologias, polêmicas, tendo em vista, em termos imediatos, aprimorar fundamentos teóricos" (DEMO, 2000, p. 20).

A Figura 15 esquematiza a classificação desta pesquisa, com base em alguns deles.

Figura 15 – Esquematização da classificação da pesquisa

Fonte: Elaborado pela pesquisadora, com base em Demo (2000), Cooper e Schindler (2003), Diehl e Tatim (2004), Cervo, Bervian e Silva (2007), Gil (2009) e Vergara (2009).

Esse tipo de pesquisa é orientada no sentido de recriar condições explicativas da realidade, polêmicas e discussões pertinentes. "O conhecimento teórico adequado acarreta rigor conceitual, análise acurada, desempenho lógico, argumentação diversificada, capacidade explicativa" (DEMO, 2000, p. 36).

Segundo Gil (2009), a classificação das pesquisas com base nos procedimentos técnicos utilizados é muito útil para o estabelecimento do seu marco teórico, de modo a permitir uma aproximação conceitual com o objeto do estudo.

Portanto, ainda segundo o autor, sob o ponto de vista dos objetivos, este estudo apresenta elementos de pesquisa exploratória, pois tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, o aprimoramento das ideias por meio do levantamento bibliográfico e entrevistas.

O planejamento das pesquisas exploratórias é flexível, não-estruturado e possibilita considerar diversos aspectos relativos ao fato estudado, o que está alinhado aos objetivos da tese. Para Vergara (2009, p. 42), esse tipo de pesquisa é realizado em “áreas na qual há pouco conhecimento acumulado e sistematizado.

Por sua natureza de sondagem, não comporta hipóteses que, todavia, poderão surgir durante ou ao final da pesquisa”. Assim, consiste em identificar formas alternativas de resolver um problema e aumentar seu entendimento.

Malhotra (2005), considera que as pesquisas exploratórias têm como objetivo proporcionar esclarecimento e compreensão. Dentre suas características está a de possuir uma amostra pequena e não-representativa, o que está alinhado ao grupo que faz parte deste estudo: grandes e pequenos produtores de biodiesel. Segundo o autor, “a abordagem qualitativa é baseada em amostras pequenas e não representativas e os dados não são analisados estatisticamente” (Ibid., p. 113).

Além disso, trata-se de uma pesquisa descritiva baseada em dados primários e secundários. A frequência com que um fenômeno ocorre está entre os objetivos desse tipo de pesquisa (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007).

Ainda em relação aos objetivos, a pesquisa é aplicada, pois “é usada para avaliar oportunidades [...], conduzida para revelar respostas para questões específicas relacionadas à ação, desempenho ou necessidades” (COOPER; SCHINDLER, 2003, p. 32).

A pesquisa aplicada é fundamentalmente motivada pela necessidade de resolver problemas concretos, que constituem circunstâncias negativas ou oportunidades que, em geral, se atém a problemas específicos de organizações (VERGARA, 2009; DIHEL; TATIM, 2004).

Quanto à abordagem, a pesquisa é de caráter qualitativo. “Qualitativo se refere ao significado, à definição, à analogia, ao modelo ou metáfora caracterizando alguma coisa” (COOPER; SCHINDLER, 2003, p. 132). Bardin (2011) afirma que é preciso aprender a observar, registrar e analisar interações reais entre pessoas, e entre pessoas e sistemas, gerando

um produto ricamente descritivo, expresso em palavras e figuras, com a caracterização do contexto, dos participantes e das atividades de interesse.

Portanto, esse tipo de abordagem é usualmente empregada quando o fenômeno em estudo é complexo e quando o entendimento do contexto é um elemento importante para a pesquisa.

De acordo com Malhotra (2005, p. 112), a pesquisa qualitativa não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas, mas geralmente “é usada para definir o problema com mais precisão, identificar ou esclarecer variáveis-chave a serem investigadas na fase quantitativa”.

Segundo Cooper e Schindler (2003), a técnica qualitativa é a que melhor serve de base para a exploração. E isto corrobora com o objetivo geral que foi analisar quais alternativas de destinação do glicerol realizadas por produtores de biodiesel podem contribuir no âmbito das medidas compensatórias e mitigadoras.

Em relação aos procedimentos, a pesquisa é classificada como uma pesquisa de campo, por se tratar de uma estratégia de pesquisa abrangente.

Segundo Gil (2009, p. 53), o estudo de campo busca o aprofundamento das questões propostas, por meio “da observação direta das atividades do grupo estudado e de entrevistas com informantes para captar suas explicações e interpretações do que ocorre no grupo”.

Por fim, destaca-se a importância do emprego da revisão bibliográfica para levantar e verificar questões relacionadas à linha de estudo, tanto nacional quanto internacionalmente, bem como permitir a identificação dos aspectos sustentáveis e legais vigentes.

Nesse sentido, em relação ao método, a pesquisa também é bibliográfica e documental.

Ao se realizar uma pesquisa bibliográfica, segundo Cervo, Bevilacqua e Silva (2007, p. 80), os documentos podem ser

Primários: quando coletados em primeira mão, como pesquisa de campo, testemunho oral, depoimentos, entrevistas, questionários, laboratórios. Secundários: quando colhidos em relatórios, livros, revistas, jornais e outras fontes impressas, magnéticas ou eletrônicas. Terciários: quando citados por outra pessoa.

De acordo com Gil (2009, p. 46) “na pesquisa bibliográfica as fontes são constituídas sobretudo por material impresso localizado nas bibliotecas, na pesquisa documental, as fontes são muito mais diversificadas e dispersas”.

Para a análise dos resultados obtidos por essas fontes é necessário o uso de método. Na próxima seção, ele será descrito.

3.2 Método da Pesquisa

O método de pesquisa é a escolha de procedimentos sistemáticos para descrever e explicar fenômenos, para Gil (2011, p. 16), ele pode ser conceituado como o “conjunto de procedimentos suficientemente gerais, para possibilitar o desenvolvimento de uma investigação científica ou de significativa parte dela”.

De acordo com Diehl e Tatim (2004, p. 48), o “método deriva da metodologia e trata do conjunto de processos pelos quais se torna possível conhecer uma realidade específica, produzir um dado objeto ou desenvolver certos procedimentos”. Desse modo, diversas técnicas podem ser empregadas para se atingir os objetivos de uma pesquisa, mas, sua definição é primordial.

Esta tese é um estudo exploratório, no qual se busca obter entendimento dos fatores que exercem influência na situação. Nas pesquisas exploratórias é possível desenvolver claramente conceitos, estabelecer prioridades e melhorar o planejamento da pesquisa (COOPER; SCHINDLER, 2003).

Após realizada uma exploração preliminar sobre as usinas produtoras de biodiesel autorizadas a produzir e comercializar biodiesel pela ANP, foram identificados alguns dos problemas que a tese poderia abordar em relação a destinação do glicerol, vez que inexistente legislação. “Esse tipo de questionamento é frequentemente usado em pesquisa exploratória” (COOPER; SCHINDLER, 2003, p. 278), onde as entrevistas servem de base para que esse tipo de pesquisa adquira compreensão (MALHOTRA, 2005).

Dessa forma, o método empregado para tratamento e análise dos dados foi análise de conteúdo, uma vez que a pesquisa tem caráter qualitativo que versa sobre aspectos sustentáveis. Além disso, corrobora com o gênero desta pesquisa, uma vez que Bardin (2011) o descreve como um método empírico.

Segundo a autora (Ibid., p.15), a análise do conteúdo é um conjunto de instrumentos de cunho metodológico em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a discursos (conteúdos e continentes) extremamente diversificados.

A análise de conteúdo, de acordo com Santos (2012) fez surgir discussões sobre suas diversas funções, sendo a heurística relacionada ao seu objetivo e que, portanto, enriquece a tentativa exploratória.

Ainda segundo a pesquisadora, outra função importante da análise de conteúdo é a “administração da prova, que verificava se os achados da análise eram verdadeiros ou não. [...] Nas pesquisas qualitativas, o referencial era a presença ou a ausência de características de um

dado fragmento” (Ibid., 2012, p. 384). Assim, para poder executar o método, é importante que se definam as unidades de análise que servirão de fonte para a coleta de dados. E elas serão apresentadas, a seguir.

3.3 Unidades de análise

Inicialmente, para identificar uma base de dados que pudesse ser analisada, verificou-se que informações relativas aos grandes produtores de biodiesel são parcialmente públicas²⁴, ou seja, podem ser encontrados em *sites* de busca, tais como, Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil (Aprobio), Associação Brasileira do Biodiesel e Bioquerosene (Ubrabio), BiodieselBr. Entretanto, tais bases disponibilizam informações, preferencialmente, mediante prestação pecuniária compulsória.

Em relação aos pequenos produtores, não foi localizada base de dados que pudesse ser utilizada, pois os contatos junto ao Sebrae, por exemplo, restaram infrutíferos. Com isso, para atender aos objetivos propostos, foram identificados dados secundários, em jornais, revistas, reportagens, vídeos e artigos científicos e terciários.

O porte da empresa foi caracterizado de acordo com a classificação do Sebrae (2009a), onde grande empresa é a que possui 500 ou mais funcionários, portanto, grandes produtores de biodiesel. Já em relação aos pequenos, de 20 a 99 funcionários. Com base nessas informações, após análise preliminar, obteve-se apenas contato via telefônica e por *email* com 4 grandes produtores de biodiesel autorizados a produzir e comercializar biodiesel pela ANP para participarem da pesquisa e que, portanto, formam um grupo de unidades analisadas nesta tese.

Destaca-se que, com base na localização dessas usinas, por julgamento e conveniência, uma foi escolhida para se estudar nesta tese. Outrossim, uma usina de refino também foi estudada, por julgamento e conveniência, pois trata-se de cliente da venda de glicerol daquela. Em ambas, foram realizadas pesquisa de campo, com observação *in loco* e visita técnica. Ademais, também foram realizadas entrevistas semiestruturadas junto à outras grandes usinas produtoras de biodiesel, por meio eletrônico e contatos telefônicos. No entanto, somente outras três usinas retornaram o interesse na pesquisa. No total de grandes unidades estudadas, portanto, foram 4 grandes produtores de biodiesel e uma usina de refino.

Já em relação aos pequenos produtores, restaram apenas tentativas infrutíferas realizadas junto a alguns órgãos, que terão seus nomes omitidos neste trabalho por questões

²⁴ Dados, por exemplo, sobre quantidade produzida, valores de mercado e outros mais elaborados para análises, pertencem a bases de dados privados, portanto, consultas somente por aquisição de assinaturas.

éticas e sigilosas. Os argumentos para tal foram desconhecimento e incerteza sobre tais unidades, pois parece não haver controle algum sobre empresas desse porte que produzem biodiesel. Não poder determinar quem produz e utiliza o biodiesel para consumo próprio constitui um problema porque há, por exemplo, um apelo sustentável para que sejam utilizados biocombustíveis.

Portanto, duas pequenas unidades produtoras de biodiesel foram identificadas por fontes secundárias e terciárias. Inclusive, as práticas realizadas por uma delas foram replicadas para 20 outros pequenos produtores, junto à uma cooperativa. A Figura 16 ilustra as unidades de análise deste estudo.

Figura 16 - Ilustração das unidades de análise da pesquisa

Fonte: Elaborado pela autora.

3.3 Coleta de dados

Para a coleta de dados, no intuito de alicerçar os fundamentos teóricos e conceitos relativos à temática abordada, foi inicialmente realizada uma pesquisa bibliográfica, por meio de publicações acadêmicas. Ela foi sendo complementada ao longo do estudo, pois temas relevantes ou indispensáveis que poderiam contribuir para o seu desenvolvimento e, com isso, foram considerados.

Inicialmente, com base nos objetivos propostos, os argumentos que fundamentaram a pesquisa estão descritos no Quadro 12.

Quadro 12 - Argumentos utilizados ao longo da pesquisa

Elementos	Argumentos da Pesquisa
Origens/ Definição	Foi realizada uma abordagem qualitativa para investigar o fenômeno relacionado à inexistência de controle ou fiscalização sobre a produção e destinação do glicerol. Falhas de mercado. Interdisciplinaridade. Entraves relacionados ao glicerol.
Objetivos	As formas de destinação apresentadas fundamentaram-se nas ações realizadas pelas unidades de análise da pesquisa, opiniões de 4 engenheiros químicos e pesquisadores na área, um químico responsável, um coordenador comercial e um químico responsável.
Fontes/ Coleta	Foram utilizadas fontes primárias, secundárias e terciárias para a coleta de dados. Os procedimentos incluíram pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e de campo.
Análise	Foram esquematizadas as destinações realizadas por grande e pequenos produtores de biodiesel. Os resultados foram analisados para que temas relevantes pudessem ser discutidos, principalmente, na questão da análise sobre os aspectos sustentáveis, entraves e lacuna normativa. Análise que possa contribuir no âmbito das medidas migratórias e compensatórias.

Fonte: Elaborado pela autora.

Segundo Novi (2011, p. 68), “as decisões podem se embasar sobre a opinião tanto do particular como da sociedade. Principalmente, no que concerne às ao envolvimento de questões ambientais. Por consequência, custo de oportunidade conceitualmente pode ser utilizado” para analisar decisões onde não configuram aspectos intangíveis as opções existentes.

Os índices e indicadores devem contemplar a inter-relação das dimensões econômicas, sociais e ambientais de forma sistêmica, ou seja, identificando as ligações de cada uma das dimensões como um todo. Pode haver o aumento da qualidade da informação quando são utilizados em conjunto com outros indicadores. Por se tratar de pesquisa de caráter qualitativo, os indicadores são denominados categorias.

Quanto às atividades/processos responsáveis pelos impactos socioambientais (pressão); Quanto ao grau de conservação ambiental e justiça social (estado) em que se encontram biomas, ecossistemas, ou unidades territoriais; Quanto às medidas a serem adotadas para que efeitos negativos sejam minimizados (resposta).

Para apresentar um mapa das políticas ambientais de algumas empresas no Brasil, a Análise Editorial desenvolveu um Índice da Gestão Ambiental Corporativa (IGAC), que consiste em um “grupo de indicadores que medem o desempenho e a evolução das práticas ambientais das maiores empresas do país” (ANÁLISE EDITORIAL, 2014, p. 13). O IGAC foi publicado pela Revista Análise Gestão Ambiental, auditada pela PwC e sua edição de 2013/2014 traz a avaliação de nove dessas práticas ambientais. Inclusive, seus resultados já foram utilizados em diversas pesquisas acadêmicas (REZENDE; DALMÁCIO; RIBEIRO, 2012; OLIVEIRA, 2014; OLIVEIRA; PEREIRA, 2014; MACHADO; LEONEL, 2014; MACHADO JUNIOR et al., 2012). As práticas e os critérios adotados para sua avaliação encontram-se no Apêndice A.

Segundo estes pesquisadores, o uso de indicadores para avaliar o desenvolvimento sustentável tem aumentado e eles incorporam os mais variados tipos de dimensões: aspectos econômicos, fatores sociais, desenvolvimento ambiental, evolução do conhecimento, diversidade cultural, influência política, tecnologia etc.

Desse modo, para categorizar as alternativas, o estudo destaca um conjunto de conteúdos que descrevem os procedimentos que poderão contribuir no âmbito das medidas compensatórias e mitigadoras. A escolha deste instrumento deve-se aos conteúdos envolvidos, que puderam ser adaptados da pesquisa realizada pela Análise Editorial (2014), sobre gestão ambiental. O Quadro 13 sintetiza as categorias e seus respectivos conteúdos.

Quadro 13 - Categorização analisada para os pequenos produtores rurais

Categorização	Referente a:
Impactos ambientais	Formalização da adoção de práticas ambientais
<i>Stakeholders</i>	Relacionamento com seus públicos
Legais	Regulamentação ou políticas relacionadas à glicerol ou biodiesel
Eficiência energética	Políticas de uso e conservação de recursos energéticos
Tecnológicos	Acesso e oportunidade: facilidade no acesso à recursos tecnológicos
Ambientais	Políticas de gerenciamento e redução de resíduos e de impactos ambientais
Econômicos	Oportunidades de negócio e geração de renda, financeiro e externalidades
Reaproveitamento energético	Uso de fontes de renováveis

Fonte: Elaborado pela autora

Essas categorizações, e sua base de dados, já foram anteriormente utilizadas em outros estudos, conforme pode ser observado no Quadro 14.

Além disso, foram realizadas coletas de dados secundários disponibilizados pelas instituições que atuam como órgãos reguladores do mercado de biodiesel, tais como ANP, Aprobio, Biodieselbr.

Ao longo da pesquisa buscou-se manter o sigilo das fontes, por respeito e sem intenção de denegrir sua imagem. A coleta de dados primários foi feita a partir do desenvolvimento de roteiros de entrevistas semiestruturadas relacionadas à categorização dos conteúdos pertinentes aos dados encontrados na fase preliminar de pesquisa bibliográfica, de materiais governamentais e, principalmente, do IGAC (APÊNDICE B). Participaram das entrevistas da pesquisa: dois fabricantes de mini-usinas, onde por meio eletrônico, foram obtidos dois orçamentos apresentados no Apêndice C; 4 engenheiros químicos e pesquisadores na área; um gerente de qualidade; um químico responsável; um coordenador comercial.

Quadro 14 - Sistematização de estudos com base em periódicos Análise Editorial

Autor(es)	Título da pesquisa	Método de pesquisa	Principais resultados	Instituição do autor principal
Hrdlicka (2009)	As boas práticas de gestão ambiental e a influência no desempenho exportador: um estudo sobre grandes empresas exportadoras brasileiras	Quantitativo – estudo de casos múltiplos	Não se pode generalizar os resultados. Em relação à condução de seus negócios, as empresas apresentaram maturidade sustentável. Não há influência entre boas práticas e sucesso nas exportações	USP
Gavard (2009)	O discurso da sustentabilidade e as grandes empresas no Brasil: conteúdos e limitações	Teórico	A sociedade desconhece o conceito de sustentabilidade. Ambientalistas e capitalistas participam de um consenso baseado no tripé. O conceito é amplo e dá margem a questionamentos sobre o pilar social.	UFSC/Capes
Mendes (2009)	A relevância da disposição a operar um sistema de gestão ambiental nas empresas	Teórico	Uma das principais causas para a adoção de SGA é a persistência do empresário. A sociedade exerce um papel fundamental para a adoção de boas práticas pelas empresas.	UnB
Diniz, Diniz e Oliveira Junior (2010)	A introdução de inovações (ambientais) afeta o desempenho da indústria? Um estudo empírico para o polo industrial de Manaus (2000-2006)	Quantitativo – pesquisa descritiva	A incorporação da variável ambiental tem efeito sobre a eficiência das empresas. E isto é proporcionalmente maior, quanto maior o potencial poluidor da atividade, exigindo maiores investimentos e, por sua vez, uma maior mobilização dos recursos das empresas.	UFPA
Machado Junior et al. (2011)	A ação ambiental das organizações junto aos seus <i>stakeholders</i>	Quantitativo – pesquisa descritiva	Empresas certificadas demonstraram a presença de um conjunto maior de fatores ambientais voltados para os <i>stakeholders</i>	USCS
Albuquerque Junior et al. (2011)	Sistema de gestão ambiental ISO 14001 e o nível de tratamento de resíduos sob o enfoque da produção verde	Quantitativo – pesquisa descritiva	Em relação ao tratamento de resíduos, a coleta seletiva é o mais utilizado. Nas empresas que possuem ISO 14001 o número é maior.	UFPI
Machado Junior et al. (2013)	A gestão dos recursos naturais nas organizações certificadas pela norma NBR ISO 14001	Quantitativo – pesquisa descritiva	Empresas certificadas possuem um conjunto maior dos fatores ambientais em sua gestão por meio de controles, ações e programas estruturados. Há maior preocupação socioambiental.	USCS
Tristão et al. (2013)	Responsabilidade socioambiental nas organizações: Desenvolvimento de parcerias na educação ambiental	Qualitativo - estudo de casos múltiplos	Mapeamento das ações sociais financiadas por empresas privadas. Parcerias entre as empresas e ONGs possibilitam que o setor privado exerça sua responsabilidade social	USP

Pinto, Oliveira Junior e Borini (2013)	<i>Corporate social responsibility: A study of Brazilian subsidiaries</i>	Quantitativo – estudo de casos múltiplos	Quanto mais autônoma for a subsidiária, menos ela desenvolve a RSE. Mesmo que haja RSE na sede, uma integração entre ela e sua subsidiária não influencia a presença da RSE na subsidiária.	USP
Oliveira e Pereira (2014)	Índice de gestão ambiental no setor sucroenergético: um estudo comparativo com outros setores	Quantitativo – pesquisa descritiva	O setor sucroenergético se destaca em relação à política ambiental, estrutura da gestão ambiental e plantio de árvores quando comparado aos demais	USCS
Araujo, Cohen e Silva (2015)	Avaliação de taxonomias e tipologias de gestão ambiental estratégica em empresas brasileiras por meio da análise de clusters	Quantitativo – pesquisa descritiva	Divide as empresas em ecologicamente conscientes e inconscientes.	PUC-RJ
Cyrne, Haertinger e Rempel (2015)	Gestão ambiental em empresas nascidas no Rio Grande do Sul - um estudo comparativo com outras empresas brasileiras	Quantitativo	As empresas brasileiras se encontram em um estágio mais avançado do que as do Rio Grande do Sul em relação às práticas de gestão ambiental.	Capes
Diniz, Diniz e Rivas (2016)	Economia brasileira: transição para uma Economia Verde?	Teórico	As evidências empíricas permitem afirmar que a economia brasileira não caminha na direção de uma Economia Verde.	Cnpq
Tristão e Tristão (2016)	A contribuição das ONGs para a educação ambiental: uma avaliação da percepção dos <i>stakeholders</i>	Quantitativo - Delphi	Os <i>stakeholders</i> entendem que a educação ambiental praticada pelas ONGs deve ser ampliada, gratuita, profissionalizada e dirigida a todos os segmentos da sociedade.	USP - FE
Oliveira (2014)	Gestão ambiental no setor sucroenergético: Análise da Evolução do Índice de Gestão Ambiental Corporativa	Quantitativo – pesquisa descritiva	Há muito que se desenvolver pelas agroindústrias canavieiras em relação com as questões ambientais. Também há necessidade de melhorias em relação aos fornecedores.	USCS
Cyrne e Dalmoro (2016)	Arquétipos da gestão ambiental: proposição de um modelo a partir de empresas gaúchas	Quantitativo – pesquisa descritiva	A gestão ambiental das empresas sido pautada pelo envolvimento da alta gerência na gestão ambiental e estabelecimentos de metas e planos de desenvolvimento ambiental.	Capes
Teles, Dutra, Ribeiro e Guimarães (2016)	Uma proposta para avaliação da sustentabilidade socioambiental utilizando suporte analítico e gráfico	Quantitativo – estudo de casos múltiplos	Talvez pela preocupação com sua imagem, as empresas pesquisadas revelaram melhor desempenho socioambiental externo. Talvez pela maior concorrência e exigência do mercado externo, as empresas exportadoras possuem melhor desempenho socioambiental.	UFRGS

Fonte: Elaborado pela autora.

Paralelamente, foi realizada a pesquisa bibliográfica e a documental, onde foram coletados dados secundários e terciários. Foram consultadas as bases de dados disponibilizadas pela internet *Science Direct*, *Scopus*, *Google Acadêmico*, entre outros sites que pudessem contribuir com informações para este estudo. Por fim, os dados coletados dos pequenos produtores e, que são descritos e transcritos neste trabalho, foram obtidos por meio eletrônico, arquivos audiovisuais e artigos acadêmicos.

3.4 Tratamento e análise dos dados qualitativos

O método utilizado para a análise dos resultados qualitativos foi a análise de conteúdo. De acordo com Bardin (2011, p. 37), “a análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análise das comunicações”. Para a autora, é amplo o campo de aplicação da análise de conteúdo, podendo ser empregada em qualquer comunicação na qual exista um transporte de significações de um emissor para um receptor.

“Qualquer técnica de análise de dados, em última instância, significa uma metodologia de interpretação. Como tal, possui procedimentos peculiares, envolvendo a preparação dos dados para a análise” (MOZZATO; GRZYBOVSKI, 2011, p. 733). Segundo Richardson (2007, p. 223), “a análise de conteúdo é um conjunto de instrumentos metodológicos cada dia mais aperfeiçoados que se aplicam a discursos diversos”.

Dessa forma, para tratamento e análise dos dados coletados foi utilizado o *software* MAXQDA12® versão 12.3.1, disponibilizado pela VERBI Software. Consult. Sozialforschung. GmbH Berlin, Germany. A Figura 17 ilustra uma comparação entre a leitura normal de uma comunicação e uma leitura utilizando-se das técnicas da análise de conteúdo.

De acordo com Bardin (2011), a aplicação da análise de conteúdo está dividida em três fases: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

A pré-análise constitui a fase de organização, onde as ideias serão sistematizadas de forma a conduzir um esquema preciso no desenvolvimento das operações em uma fase de análise. A exploração do material fundamenta-se na aplicação dos procedimentos sistemáticos planejados na etapa anterior, fornecendo assim informações e materiais para que possa ser realizada próxima fase, que é a da interpretação. Por fim, deve ser transcrita cada entrevista em sua totalidade, com um resumo dos principais resultados.

Deve-se também fundamentar esses resultados nas variáveis encontradas. A Figura 18 ilustra as etapas desenvolvidas na aplicação da técnica.

Figura 18 – Etapas da análise de conteúdo da pesquisa

A análise categorial “funciona por operações de desmembramento do texto em unidades, em categorias segundo reagrupamento analógicos” (BARDIN, 2011, p. 153). Ela abrange o texto em análise na sua totalidade, no intuito de classificar e quantificar, conforme a frequência (quantificação) de presença ou ausência de itens (BARDIN, 2011²⁵ apud SALGADO JUNIOR, 2013).

A construção das categorias deve ser realizada conforme os temas contidos no texto. Logo, “a análise categorial poderá ser temática, desde que se identifique as afinidades existentes entre os elementos, para se considerar as categorias e permitir seu agrupamento. Este tipo de classificação é chamado de análise categorial” (Ibid. 2013, p. 154).

3.5 Entraves considerados neste estudo

Os entraves considerados e analisados neste estudo têm como fundamentos o referencial teórico construído com base na literatura sobre o tema, o resultado das análises de conteúdo das alternativas realizadas pelos produtores de biodiesel e as restrições para a aplicação do glicerol.

Dentre os objetivos propostos na tese, a forma de análise de contribuição para as medidas compensatórias e mitigatórias irá seguir os fundamentos propostos por Zenatti (2011), por representar estudo referente aos aspectos sustentáveis do biodiesel; por Pereira, Silva e Carbonari (2011) e Sebrae (2014) para a formulação de políticas públicas, *in verbis*:

- ✓ Ambientais: Fonte renovável de energia;
- ✓ Sociais: geração de trabalho e renda;
- ✓ Tecnológicos: aprimoramento de tecnologias;
- ✓ Econômicos: diversificação da matriz energética;
- ✓ Revigorar e qualificar o crescimento, ou seja, mudar a lógica do crescimento econômico, com viés exclusivamente produtivo, para o desenvolvimento sustentável fundamentado na busca pela sinergia ótima entre as três dimensões da sustentabilidade;
- ✓ Proporcionar acesso sistêmico às necessidades essenciais, por exemplo: emprego, alimentação, energia, água e saneamento básico;
- ✓ Manter o crescimento populacional em níveis sustentáveis de convivência dentre os recursos escassos;
- ✓ Preservar e fortalecer as fontes de recursos naturais;

²⁵ Ibid. 2011, p.70.

- ✓ Reorientar o desenvolvimento de tecnologias e gerenciamento de riscos, ou seja, promover tecnologias limpas com ênfase no gerenciamento de riscos socioambientais;
- ✓ Integrar aspectos sociais e ambientais à economia, no processo de tomada de decisão;
- ✓ Conversão de estatísticas em informação relevante para o problema;
- ✓ Análise das preferências dos atores;
- ✓ Ação baseada no conhecimento adquirido.

Para facilitar a elaboração de propostas, o responsável pela preparação da política pública deve ser reunir com os atores envolvidos no contexto no qual ela será implantada e pedir a eles que apontem a melhor forma de proceder. Também deve ser definido um caminho alternativo, caso a forma apontada antes seja inviável. Este procedimento proporciona à autoridade uma série de opiniões que pode servir como base para apontar o caminho desejado pelos segmentos sociais, auxiliando na escolha e contribuindo com a legitimidade da proposta (Sebrae, 2014 *online*).

3.6 Etapas da Pesquisa

O presente estudo foi realizado em quatro etapas, conforme apresentado na Figura 19.

Figura 19 – Etapas da pesquisa

Fonte: Elaborado pela autora.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, serão descritos e analisados os resultados obtidos ao longo da pesquisa. Parte-se do pressuposto teórico para a prática, buscando alinhar meios para se analisar e propor. Enfim, ser prescritivo, que para efeitos desta tese, é descrever alternativas nas quais uma proposta possa se pautar ante o conhecimento adquirido.

Conforme já referenciado anteriormente, o crescimento econômico faz parte de um processo mais amplo: o desenvolvimento. E, dentre as fontes desse crescimento econômico, tem-se os avanços tecnológicos que podem proporcionar um dinamismo na área dos negócios assim como conduzir à mudança de paradigmas. Nesse contexto, para atingir aos objetivos propostos na tese, discute-se informações relevantes sobre a problemática do excedente do volume de glicerol gerado na produção de biodiesel, a lacuna normativa e as alternativas realizadas pelos produtores para sua destinação. Com isso, bases serão construídas para propor uma contribuição no âmbito das medidas compensatórias e mitigadoras.

4.1 Glicerol: lacuna normativa e considerações no contexto nacional

Nesse item, serão discutidos e analisados aspectos considerados relevantes no que tange ao excedente de glicerol no mercado, lacuna normativa e entraves envolvidos na gestão ambiental de produtores de biodiesel. Com abordagem teórica, os resultados apresentados serviram para embasar os objetivos da tese.

4.1.1 Volume e Mercado de glicerol

Destaca-se, inicialmente, que o termo coproduto é utilizado para designar o resíduo glicerol nesta tese, conforme já referenciado. Entretanto, pela ANP (2016a) é denominado glicerina e designado como subproduto na produção de biodiesel.

A Tabela 5 sintetiza os dados da produção de glicerina (glicerol bruto, conforme ANP) ao longo dos anos 2006-2015. Segundo dados da ANP (2016a), foram gerados 346,8 mil m³ de glicerina na produção de biodiesel. As regiões com maior produção foram: Centro-Oeste (42,4% do total), Sul (39,2%), Sudeste (8,7%), Nordeste (7,4%) e Norte (2,4%).

Tabela 5 - Glicerina gerada na produção de biodiesel em grandes regiões e unidades da Federação – 2006-2015

REGIÕES	GLICERINA GERADA NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL (B100) - (M3)									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Norte	484	4.849	5.194	6.857	15.236	14.409	10.753	7.759	8.471	8.205
Nordeste	7.258	18.451	15.601	16.894	17.547	16.275	30.527	27.979	21.463	25.515
Sudeste	1.057	4.297	21.952	35.068	49.533	41.862	25.326	25.846	25.477	30.196
Sul	-	3.085	24.945	44.278	59.709	83.368	79.031	98.772	121.294	135.799
Centro-Oeste	661	6.057	56.724	68.732	114.859	117.440	129.045	129.904	135.121	147.124
TOTAL	9.460	36.740	124.415	171.829	256.884	273.353	274.683	290.260	311.827	346.839

Fonte: Adaptado de ANP (2016a).

Pode ser observar o aumento do volume de glicerina gerado ao longo dos anos em decorrência do aumento dos percentuais que devem ser adicionados ao diesel por imposição da PNPB. Segundo a ANP (2016a, p. 195) o termo glicerina “refere-se à produção de glicerina bruta”. Este pode ser considerado um fator

Dados divulgados por uma grande usina de biodiesel e que foram identificados nesse trabalho, apresentam valores de produção de 378 milhões de litros de biodiesel ao ano e, a quantidade de glicerina refinada ao ano, segundo a empresa, é de 54 mil toneladas.

Ora, esta informação é de extrema importância, pois se trata do volume de glicerol gerado apenas por uma usina, dentre as 55 autorizadas a produzir e comercializar o biodiesel, segundo dados da ANP (2016). Para Vasconcellos (2012), em 2012, o pesquisador verificou que “o volume gerado de glicerol é enorme e muito acima da demanda. No ano passado atingiu cerca de 260 mil toneladas apenas como subproduto do biodiesel, volume quase oito vezes superior à demanda, estimada em cerca de 40 mil toneladas”.

Dados do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços mostram que, em 2016, houve uma redução de 11% na exportação de glicerina em relação ao ano anterior (BIODIESELBR, 2017b).

Dados obtidos em pesquisa de Franco (2014) mostram uma estimativa de que o custo para uma usina de refino, com capacidade para processar 150 ton/dia de glicerina custará em torno de US\$12 milhões, com um custo de produção na faixa dos US\$ 50/ton. Para operar, vez que é necessário mão-de-obra, energia elétrica, vapor e insumos, seu custo aumenta para US\$ 1,98. Aqui, não foram discutidos custos de oportunidade, ou, aquilo que se deve desconsiderar para a obtenção de um benefício.

Na comunidade científica, pesquisadores afirmam e enfatizam que a ausência de planejamento em relação ao excedente de glicerol gerado pela produção de biodiesel constitui

uma problemática, entre eles, Dalias e Polycarpou (2014); Oliveira (2008); Beatriz, Araújo e Lima (2011); BiodieselBR (2016); Araújo et al. (2013); César (2009); Slinn et al. (2008); Cubas et al. (2010); Mendes e Serra (2012); Silva (2013); Quispe, Coronado e Carvalho Junior (2013); D'Aurea (2010); Barbosa (2009).

No entanto, em relação ao mercado do glicerol, conforme pode ser identificado, poucos são os estudos que analisam ou discutem sobre o tema, uma vez que as pesquisas sobre o glicerol parecem estar mais focadas aos processos e melhorias nos processos de produção e não em aplicações usuais em menor escala. Isto pode ser verificado com o acesso aos portais de pesquisas acadêmicas (*Science Direct*, por exemplo, constam mais de 97.000 publicações).

Já que o volume de glicerol acompanha o incremento da produção de biodiesel, uma vez que ambos estão diretamente relacionados, foram realizados alguns levantamentos de dados para mapear e analisar as publicações referentes ao tema “mercado de glicerol”.

Para tanto, realizou-se uma busca na base de dados *Web of Science*, onde foram encontrados aproximadamente 5.415 estudos relacionados ao biodiesel e seu coproduto glicerol.

Destes, apenas 11 discutiam e analisavam o mercado de glicerol. Foram empregados os termos Topic = “*glycerol*”, “*biodiesel*” e “*glycerol market*”. Já publicações acadêmicas referentes aos termos Topic = “*glycerol*” and “*biodiesel*” and “*sustainability*” and “*sustainable*” foram identificados 10 artigos, dentre eles, apenas duas publicações de pesquisadores brasileiros. O Quadro 15 apresenta os dados referentes à pesquisa realizada em 14 de junho de 2015.

Quadro 15 - Artigos referentes a publicações sobre o mercado do glicerol

Título do artigo	Autores
A process model to estimate biodiesel production costs	Haas et al. (2006)
The glycerin glut: Options for the value-added conversion of crude glycerol resulting from biodiesel production	(JOHNSON; TACONI, 2007)
Critical review on the current scenario and significance of crude glycerol resulting from biodiesel industry towards more sustainable renewable energy industry	Ayoub e Abdullah (2012)
Biotransformation of glycerol into 1,3-propanediol	(WILLKE; VORLOP, 2008)
A new route to synthesize tert-butyl ethers of bioglycerol	(AL-LAL et al., 2012)
Synthesis of Glycerol Carbonate from Glycerol, a By-Product of Biodiesel Production	(HERSECZKI; VARGA; MARTON, 2009)
Perspectives of the glycerol market	(KIJENSKI; KRAWCZYK, 2007)
Simultaneous production of glyceric acid and hydrogen from the photooxidation of crude glycerol using TiSi ₂	(KONDAMUDI et al., 2012)

Understanding the glycerol market	(CIRIMINNA et al., 2014)
Dealing with the surplus of glycerol production from biodiesel industry through catalytic upgrading to polyglycerols and other value-added products	(GHOLAMI; ABDULLAH; LEE, 2014)
Influence of Glycerol on the Liquid Fossil Fuel Characteristics	(VASILIEVICI et al., 2011)
Value-Added Chemicals from Glycerol	Ye e Ren (2014)
Bioproducts - ADM enters glycerol market	Walsh (1997)

Fonte: Elaborado pela autora, com base em pesquisa na *Web of Science*.

O maior número de publicações ocorreu entre 2006 a 2012. Os trabalhos intitulados *Perspektywy rynku gliceryny*²⁶; *Bioproducts - ADM enters glycerol market*²⁷ e *Value-Added Chemicals from Glycerol*²⁸ não foram analisados por não estarem disponíveis para consulta.

Foi realizada, nesta tese, também outra pesquisa bibliométrica que buscou na mesma base *Web of Science*, publicações acadêmicas referentes aos termos Topic = "glycerol" and "biodiesel" and "sustainability" and "sustainable". Esse filtro, no intuito de se verificar estudos relacionados ao glicerol e aspectos da sustentabilidade. Em 13 de junho de 2015 foram identificados 10 artigos com esses tópicos, dentre eles, duas publicações de pesquisadores brasileiros (QUADRO 16).

Quadro 16 - Artigos referentes a publicações sobre sustentabilidade e glicerol

Título do artigo	Autores
Can Rape Seed Biodiesel Meet the European Union Sustainability Criteria for Biofuels?	(THAMSIRIROJ; MURPHY, 2010)
The impact of the life cycle analysis methodology on whether biodiesel produced from residues can meet the EU sustainability criteria for biofuel facilities constructed after 2017	(THAMSIRIROJ; MURPHY, 2011)
Biodiesel-derived crude glycerol bioconversion to animal feed: A sustainable option for a biodieselrefinery	Nitayavardhana e Khanal (2011)
Future Testing Opportunities to Ensure Sustainability of the Biofuels Industry	Karlen e Kerr (2012)
Fluid properties needed in supercritical transesterification of triglyceride feedstocks to biodieselfuels for efficient and clean combustion - A review	(ANITESCU; BRUNO, 2012)
Glycerol as a by-product of biodiesel production in Brazil: Alternatives for the use of unrefinedglycerol	(LEONETI; ARAGÃO-LEONETI; OLIVEIRA, 2012)
Chemistry and Sustainability: NEW FRONTIERS IN BIOFUELS	Mota e Monteiro (2013)
Sustainable production of polyhydroxyalkanoates from renewable oil-palm biomass	(HASSANA et al., 2013)
Biodiesel via supercritical ethanolysis within a global analysis "feedstocks-conversion-engine" for a sustainable fuel alternative	Coniglio et al., (2014)
A Sustainable Slashing Industry Using Biodegradable Sizes from Modified Soy Protein To Replace Petro-Based Poly(Vinyl Alcohol)	(ZHAO et al., 2015)

Fonte: Elaborado pela autora.

²⁷ WALSH, K. A. Bioproducts - ADM enters glycerol Market. **Chemical week**, v. 159, ed. 19, p. 16-16, 1997

²⁸ YE, X. P.; REN, S. Value-Added Chemicals from Glycerol. Symposium on Biobased Chemicals and Materials: Growing the Supply Chain / 17th Annual ACS Green Chemistry and Engineering Conference Local: N Bethesda, MD, JUN 18-20, 2013. **Soy-Based Chemicals and Materials**. Série de livros: ACS Symposium Series, v. 1178, p. 43-80, 2014.

Limitações ao estudo ora descrito devem ser salientadas, uma vez que algumas publicações podem não ter sido recuperadas devido aos diferentes títulos e índices de palavras-chave, embora tenha havido um empenho, no período, para que nenhum artigo fosse excluído.

Um fato que parece evidenciar a importância dos aspectos econômicos perante os socioambientais é que, uma vez que se tendência o mercado a produzir uma maior quantidade de biodiesel, caminha de modo inverso à gestão ambiental, ao desconsiderar a problemática discutida neste item sobre o glicerol.

Nesse contexto, foram identificados documentos denominados ‘Fichas de emergência’, ‘Ficha de informações de segurança de produto químico’, apenas.

4.1.2 Lacuna normativa: falha de regulação e falha de mercado

Para efeitos desta tese, discute-se neste item, o pressuposto inicialmente considerado: Não há controle ou fiscalização sobre a produção e destinação do glicerol.

Considera-se que a legislação ambiental apresenta uma ineficácia normativa causada pela ausência da integração entre o conhecimento sobre o mercado de glicerol e também de gestão. Desse modo, o problema torna-se a difícil conscientização de empresas e empresários sobre essa temática, de modo a estimular o desenvolvimento sustentável.

A problemática existente em relação à degradação ambiental e a função do ordenamento jurídico em regulamentar as questões econômicas ao longo dos anos é demasiado relevante, pois há carência de fiscalização e ineficiência em fazer com que grandes empresas e agentes econômicos realizem práticas sustentáveis.

Analisar o fator regulamentação é de extrema importância e condizente com as atuais aspirações da sociedade, posto que é relevante a discussão a respeito da sustentabilidade das alternativas de gestão voltados ao uso racional dos recursos que o ambiente proporciona.

Desse modo, nesse item, discute-se sobre o embasamento do pressuposto e do fenômeno em estudo. Outrossim, no intuito de suprir o que argumentam Romero (2013), D’Aurea (2010), Barbosa (2009), além do engenheiros químicos e pesquisadores na área entrevistados sobre a ausência do coproduto glicerol no bojo do arcabouço jurídico legal vigente.

Para além do cenário típico, desdobra-se o discurso sustentável no ramo do Direito Ambiental. Como o próprio nome diz, ele se ocupa de regulamentar a proteção do meio ambiente garantindo que ele constitua uma dimensão de interesse coletivo.

Pode parecer prematuro assumir posição em relação às teorias econômicas que se pretende esboçar, mas deve-se considerar que a temática não seria esgotada em um único trabalho acadêmico. Lançando vista sobre isso, todavia, considera-se que, fundamentalmente, todas as formas do pensar econômico e seu diálogo com a jurisdição entrelaçam-se com a ideia de bem público ou coletivo e que, por mais que divirjam ou mesmo neguem postulados umas das outras, insistem em pensar de forma racional o uso do espaço (ambiente) e seus recursos.

Quanto à norma em si, entende-se que podem vir a ser ineficientes e até mesmo ineficazes dependendo da disposição em que se encontram nos casos concretos. Por isso mesmo, a epígrafe da tese traz um trecho do texto chamado “O homem esquecido” de autoria de William Graham Summer e citado por Hazlitt (2010, p. 190) para designar como as leis produzem efeitos opostos aos esperados.

Entretanto, as normas podem e devem servir como base para melhorias futuras, cumprindo, assim, o papel de precursoras de uma realidade a qual poderá ser parte quase unânime do discurso racional no que tange à gestão e à economia.

Avanços significativos se expressaram nos últimos tempos em relação ao direito ambiental, conforme foi descrito no referencial teórico, na relação entre as ciências jurídicas e a ciência econômica, considera-se que esta delimita o destino e aquele a rota. Dessa forma, uma dimensão normativa poderá proporcionar a interligação entre áreas do conhecimento humano, garantindo-lhes a interdisciplinaridade, nesta tese, estendendo-se à gestão ambiental. Assim, pertencente à esfera da área de negócios.

Uma análise que versa sobre as relações entre no âmbito de direito e economia, enquanto ciência, tem como fundamento trazer a forma como o discurso jurídico acata o discurso econômico com vias a analisar o contexto prático do direito ambiental. Nesta tese, o contexto prático insere-se, conforme já dito, sobre a área de negócios e de atuação dos agentes econômicos. A referência normativa constitucional, em seus termos, disserta sobre o ambiente ecologicamente equilibrado e sua acessibilidade a todos, concebendo-o como direito fundamental disponível, ou seja, algo presente no rol dos direitos garantidos (CF, 2000).

Todavia, resta questionar sobre a eficácia da norma em relação ao uso do ambiente e às possíveis sanções aplicadas àqueles que o lesionem a ponto de não permitir que os indivíduos acessem total ou parcialmente o direito supracitado. Nesse contexto, infere-se que se inexistente regulamentação em nosso ordenamento jurídico que discipline as condutas com relação à destinação do glicerol, por isso, como então se comportam os agentes frente à lacuna normativa?

De acordo com Pinheiro e Saddi (2006), ao se analisar economicamente a ciência jurídica, três premissas devem ser esclarecidas: racionalidade dos agentes econômicos, em prol da maximização dos lucros/utilidades; a eficiência em alocação de bens; e a influência do meio, e da norma consequentemente, sobre as decisões econômicas.

Sendo assim, a partir da ideia de que a escassez dos recursos é fato, torna-se necessária sua eficiente alocação. Porém, essa pode ser viciada por fatores de cunho mercadológico, como o poder do interesse econômico e a geração de externalidades. Estas, no caso da discussão proposta na tese, negativas. Afirma Mankiw (2016) que, para reduzir a problemática nesse caso, deve-se internalizar a externalidade.

A relação entre os fundamentos básicos de economia, que dizem respeito à eficácia do uso dos fatores produtivos e tudo aquilo que lhes esteja relacionado e, as diretrizes do direito ao longo da história, podem ser constatados ao se apresentar os fundamentais expoentes do movimento estadunidense sobre a temática aqui explicitada: Ronald Coase.

Coase, por entender que as externalidades negativas poderiam representar práticas negociáveis entre os envolvidos, defende, ainda, que poderia haver ganhos nas relações supostamente prejudiciais. E é isto que se considera nesta tese.

Assim, seria tida como regra a relação que trouxesse aos indivíduos o menor prejuízo, evitando, portanto, que houvesse intervenção estatal, elegendo a negociação como fonte de resolução de impasses. Coase assume necessária a intervenção estatal somente em casos em que o mercado fosse ineficiente para manter harmônicas as condições socioambientais geradas pelas externalidades e isto ocorre ao verificar-se o excesso de glicerol no mercado.

Nesse contexto, o mercado de glicerol parece ser ‘eficiente’ para manter os três pilares sustentáveis em condições ‘harmônicas’? Por que até o momento não houve intervenção estatal no que tange ao glicerol, sobretudo, sua destinação? Assim, destacam-se: a ação dos agentes econômicos na dimensão econômica usando, para tanto, a prerrogativa lógica do custo-benefício em qualquer situação; a manipulação das decisões dos agentes econômicos através de estímulos fiscais de modo a reprimir ou incentivar ações quaisquer; e, por último, a instituição de um ótimo que traga benefícios aos agentes e a terceiros ou permita a ausência de prejuízos.

Desse modo, após alavancadas tais premissas, uma conclusão poderia ser sobre a importância do poder imposto à economia, devido a possibilidade de repressão, de certos comportamentos dos agentes econômicos, por parte do Estado. Garantindo ao poder estatal a capacidade de manipular as decisões econômicas, de modo a diminuir as externalidades, se acarretar em prejuízo ao funcionamento do mercado. Essas indagações foram consideradas para

compor uma proposta as contribuições às medidas compensatórias e mitigatórias, segundo os objetivos da tese.

Diante dessas informações, retoma-se o pressuposto inicialmente descrito neste trabalho: A produção e destinação do glicerol representam um problema para a sociedade? Ora, segundo pode ser apurado junto aos pesquisadores e aos engenheiros químicos da área entrevistados, o maior problema do glicerol é o metanol presente em sua composição. Além disso, um deles afirmou que

Com relação ao glicerol não conheço legislação para o produto. Somente uma especificação de qualidade comercial. O destino desta glicerina normalmente é para refino ou exportação. Desconheço o que pequenos produtores fazem, mas acredito que queimem em alguma caldeira. Isto não é bem visto devido aos gases que podem conter dioxinas. Quanto a transporte o produto não é considerado perigoso assim sem maiores legislações para o transporte (grifo nosso²⁹).

Em suma, foi exposto até o momento, sem a pretensão de esgotar o tema, uma interdisciplinaridade necessária, no que tange à regulação de condutas a serem seguidas pelo mercado, por meio de disciplina. Porter e Van der Linde (1995a), afirmam que regulamentações adequadas podem auxiliar no processo de inovação no sentido de reduzir custos ambientais e permitir o uso mais eficiente dos recursos. Assim, destaca-se que há a necessidade de um fator disciplinar para que ações e comportamentos realizados sejam condizentes com o que preconiza o art. 225 da CF (CF, 2000).

4.1.3 Identificação de restrições relacionadas ao glicerol e sua destinação

Foram identificados estudos na literatura para elencar restrições relacionadas ao uso e aplicação do glicerol, sem a pretensão de esgotar o tema. Destaca-se que não foi objetivo desta tese realizar uma compilação sobre as pesquisas, independentemente da área de conhecimento tampouco descrever todas as formas de utilização ou aplicação do glicerol.

Pode-se observar no Quadro 17 as restrições identificadas para efeitos desta tese.

Quadro 17 - Restrições à destinação do glicerol identificados no estudo

Restrições	Referências/Estudos identificados
------------	-----------------------------------

²⁹ Trecho de entrevista realizada com engenheiro químico e pesquisador na área

Dificuldades relativas à comercialização do glicerol bruto – sem ter sido submetido ao processo de purificação	Dalias e Polycarpou (2014); Ávila Neto (2009); Ayoub e Abdullah (2012); Chi et al. (2007); César (2009); Ashby, Solaiman e Foglia (2004); Larsen (2009); Tan, Aziz e Aroua (2013); Ávila Filho, Machado e Santos (2006); Scheel (2016)
Alto custo envolvido no processo de refino ou purificação	Dalias e Polycarpou (2014); Ávila Neto (2009); Silva (2013); Mendes e Serra (2012); Kongjao, Damronglerd e Hunsom (2010); Contreras-Andrade et al. (2015); D'Aurea (2010); Larsen (2009); Avila Filho, Machado e Santos (2006)
Oferta e demanda - excesso no mercado	Murta (2008); Dalias e Polycarpou (2014); Oliveira (2008); Beatriz, Araújo e Lima (2011); BiodieselBR (2016); Araújo et al. (2013); César (2009); Slinn et al. (2008); Cubas et al. (2010); Mendes e Serra (2012); Silva (2013); Quispe, Coronado e Carvalho Junior (2013); D'Aurea (2010); Barbosa (2009)
Falhas no processo de refino ou purificação - baixo teor de pureza (< 95%)	Araújo et al. (2013); Ávila Neto (2009); Marchetti, Miguel e Errazu (2008); Pinto e De Araujo Mota (2014); Larsen (2009); Chi et al. (2007); Ashby, Solaiman e Foglia (2004); Tan, Aziz e Aroua (2013); Silva (2013)
Viabilidade econômica de instalação de uma fábrica de biodiesel deve levar em consideração a receita obtida com a venda da glicerina residual	Robra et al. (2006); Barbosa (2009)
Em razão da matéria-prima do biodiesel: glicerol pode causar problemas de saúde	Miguel, Mantovani e Nogueira (2009)
Restrições para inclusão na dieta animal – com restrições e/ou não recomendado para ruminantes; só pode ser utilizada quando o resíduo do metanol na glicerina não ultrapassa 150 mg/kg de glicerina; aves e suínos perda de peso ou aumento/redução do peito	Araújo et al (2013); Dalias e Polycarpou (2014); FDA (2006); D'Aurea (2010); Cerrate et al. (2006)
Há presença de metanol/etanol em sua composição	Murta (2008); Dasari (2007); Dalias e Polycarpou (2014); Ávila Neto (2009); D'Aurea (2010); Cubas et al. (2010); César (2009); Scheel (2016), além dos engenheiros químicos e pesquisadores na área entrevistados
Há presença de material orgânico em sua composição	Larsen (2009); Avila Filho, Machado e Santos (2006); Cubas et al. (2010)
Descarte indevido em solo ou fontes hídricas	Dalias e Polycarpou (2014); Oliveira (2008); Araújo et al. (2013); Fernando et al. (2007); Silva (2013); Viana (2011); César (2009); Quispe, Coronado e Carvalho Jr (2013); Oliveira et al. (2011); Antunes et al. (2011); D'Aurea (2010); Scheel (2016)
Combustão pode liberar poluentes tóxicos, acroleína	AirProducts®(2017), Mendes e Serra (2012); Batista (2007); Marçon (2010); De Boni (2008)
Processo de purificação - inviáveis ou indisponíveis (desenvolvidos em ambiente controlado)	Dalias e Polycarpou (2014); Ávila Neto (2009); Silva (2013); Kongjao, Damronglerd e Hunsom (2010); Contreras-Andrade et al. (2015); D'Aurea (2010)
Reaproveitamento energético	AirProducts®(2017), Mendes e Serra (2012); Batista (2007)
Lacunas normativas - inexistente legislação à respeito do glicerol	D'Aurea (2010); Barbosa (2009), além de engenheiros químicos e pesquisadores na área entrevistados

Ampliação do uso de biodiesel - normatização favorável ou não	Romero (2013)
---	---------------

Fonte: Elaborado pela autora.

Cabem destacar algumas considerações. Apesar de ter sido identificado o estudo de Dalias e Polycarpou (2014), onde o objetivo foi determinar a decomposição do glicerol em solo incubado sob condições ambientais controladas, os autores concluem que seus resultados não podem fornecer evidências sobre a eventual acumulação de sódio ao longo dos anos. Além disso, restringem a que a dose recomendada de glicerol bruto ao solo deverá ser de 4 m³ por hectare (Ibid., 2014, p. 23).

Portanto, para efeitos desta tese, decide-se por afirmar que não foi encontrado na literatura informação disponível sobre os eventuais riscos ou benefícios decorrentes da eliminação do glicerol bruto em solo ou água no longo prazo.

Em relação à uma externalidade negativa relacionada às matérias-primas utilizadas no processo de produção de biodiesel, cita-se o estudo de Miguel, Mantovani e Nogueira (2009), onde foi apresentado em um Seminário, com o tema “Biodiesel e Coprodutos”.

Nesse sentido, portanto, mesmo com os avanços tecnológicos que permitam estudos sobre a aplicação do glicerol, pode-se verificar que há pouca credibilidade, neste caso, sobre o processo de purificação pelo qual passou o subproduto.

Em entrevista realizada com um engenheiro químico, que é docente e renomado pesquisador na área, foi questionado sobre como as pesquisas de utilização do glicerol têm avançado em relação à dieta de animais (bovinos, ovinos, suínos e aves). A resposta foi que, de modo geral, alguns desses avanços têm sido em relação a se buscar tornar os animais mais resistentes ao metanol residual presente no glicerol.

Em relação aos impactos ambientais negativos, identificados por meio de fontes secundárias, destaque para casos de descarte indevido/inadequado. Foi identificado que excedentes de glicerol estavam sendo despejados no Rio Poti, na cidade de Crateús, no Ceará, uma região produtora de biodiesel (OLIVEIRA, 2008). Os resultados identificados nesta etapa, corroboram com as conclusões de (CAVALETT; ORTEGA, 2011, p. 28).

Em relação ao transporte do glicerol, realizado por meio de caminhões entre a usina produtora e a usina de refino, pode ser identificado que são utilizadas fichas de informações ou de segurança. Apesar de seguirem padrões similares, não se pode deixar de notar a presença implícita da lacuna normativa, conforme pode-se observar pelo Quadro 18 que sintetiza as informações. Apenas normas para o transporte são citadas, destinação e tratamento, não.

Quadro 18 - Exemplos identificados de Fichas de Informação: transporte de glicerol

Identificação de perigos	Evitar contato com a pele, olhos e roupa. Evitar a inalação de vapores gerados pelo aquecimento acima do ponto de ebulição. Não usar lentes de contato (perigo de danos aos olhos).	Perigos relevantes: Pode causar irritação nos olhos e pele. Pode causar irritação no sistema respiratório e gastrointestinal. Inalação: Névoas do produto podem irritar o trato respiratório.
Medidas de controle para derramamento /vazamento	Isolar a área, sinalizando o local. Providenciar ventilação adequada. Estancar o vazamento; observando os cuidados de: evitar o contato com a pele, olhos e roupas; evitar a inalação dos vapores originados pelo aquecimento; utilizar óculos de segurança e luvas. Impedir que o vazamento atinja os cursos naturais de água. Recolher o produto. Se necessário absorver o derramado com terra ou areia. Remover a areia ou terra para recipiente independente. A disposição final desse produto deverá ser realizado de acordo com a legislação ambiental vigente.	Evitar que o produto atinja o solo e cursos de água. Avisar as autoridades competentes se o produto alcançar sistemas de drenagem ou cursos de água ou se contaminar o solo ou a vegetação.
Considerações sobre tratamento e disposição	<u>A disposição de restos de produtos deverá ser realizada como determina a legislação ambiental vigente. Embalagens utilizadas pelo produto podem ser comercializadas como sucatas para empresas recuperadoras desde que estas cumpram a legislação ambiental local.</u>	<u>Reprocessamento, sempre que possível. Co-processamento ou incineração em instalações autorizadas, capazes de evitar a emissão de compostos de enxofre e cinzas para a atmosfera. A incineração deve ser feita de acordo com a legislação municipal, estadual e federal vigentes e de acordo com as normas dos órgãos ambientais locais.</u>
Informações sobre transporte	Produto não classificado como perigoso segundo portaria n.º 291 de 31/05/88 do Ministério dos Transportes.	Produto não classificado como perigoso de acordo com a resolução 420/2004 - Ministério dos Transportes.
Normas aplicáveis	-	Resolução 420 / 2004 – Ministério dos Transportes. IMDG Code - 2004 - IMO (International Maritime Organization). Dangerous Goods Regulations - 47th Edition - IATA (International Air Transport Association).

Fonte: Elaborado pela autora.

Pode-se observar sublinhado que o documento deixa implícita a questão da legislação vigente, quando esta, na realidade é inexistente.

No item a seguir serão apresentados os resultados dos estudos de caso identificados.

4.2 Pequenos produtores de biodiesel: destinação do glicerol e casos estudados

Neste item, serão descritos os casos de dois pequenos produtores de biodiesel que foram identificados por meio da pesquisa realizada e que idealizaram projetos sustentáveis em suas propriedades, cada qual com suas particularidades. Portanto, dentre as fontes consultadas estão artigos acadêmicos, reportagens, literatura, entrevistas e divulgação em meios de comunicação.

Destaca-se que os trechos considerados relevantes para a pesquisa foram transcritos na íntegra, com a devida citação das fontes.

4.2.1 Produção de biodiesel por mini-usinas

Existe no mercado pequenas usinas de biodiesel. Normalmente, o preço desses equipamentos varia de R\$ 100 mil a R\$ 300 mil reais, conforme foi pesquisado. Usinas que podem produzir até 3 mil litros de biodiesel por dia. E, portanto, cerca de 10% são glicerol.

Para aprofundar o entendimento do contexto no qual estão inseridos pequenos produtores de biodiesel, em relação à destinação do glicerol, foram coletados dados de um fabricante de mini-usinas. Como esses dados serviram para auxiliar no entendimento sobre o tema, os resultados são apresentados neste item do referencial teórico.

Ao ser questionado pela pesquisadora, o fabricante de mini-usinas informou que: “o aquecimento do sebo pode ser feito em um tambor”, como mostram as fotos na Figura 20. “É necessário que seja feita uma composição de 80% sebo e 20% óleo para obtenção de bons resultados finais”.

Figura 20 - Aquecimento de sebo animal para produção de biodiesel

Fonte: Fabricante de mini-usinas de biodiesel

Destaca-se que as informações coletadas serviram para embasar o quão facilmente parecem poder ser adquiridos esses equipamentos. Mas, parece não haver orientações, principalmente, no que diz respeito ao glicerol gerado no processo de fabricação do biodiesel, uma vez que, ao ser questionado sobre qual a destinação desse resíduo, a resposta foi

(...) A glicerina é separada no tanque de decantação ou em um tanque à parte, liberando o equipamento para novo lote de produção. Essa glicerina pode ser aproveitada em indústria de cosméticos. (grifo nosso).

Assim, pode-se considerar que há desconhecimento ou desinteresse sobre o mercado desse resíduo e também sobre suas aplicações, por parte dos fornecedores das mini-usinas. As informações coletadas junto aos fabricantes de mini usinas de biodiesel evidencia que o “pilare econômico” prevalece sobre os sociais e ambientais. E estes, são fundamentais no que diz respeito à PNPB, ou melhor, no estímulo à produção e consumo dos biocombustíveis.

Esses resultados foram obtidos em 2016, no entanto, há uma década atrás, Vedana (2006) afirmava que ao se analisar estes projetos, de pequenas usinas de biodiesel, tem-se pedaços sendo comercializados. Em outras palavras, os componentes são oferecidos de forma customizada.

Frisa-se em caso de demanda do comprador e não por orientação ou instrução do mercado. Algumas características construtivas, que incluem especificações e funções para compor as plantas de biodiesel estão no Quadro 19.

Quadro 19 - Características construtivas da miniusina de biodiesel

TIPO DE EQUIPAMENTO	FUNÇÃO	ESPECIFICAÇÃO
Tanques para o recebimento e armazenamento das matérias-primas	Para armazenagem dos óleos e gorduras de animais e de vegetais, além dos residuais de frituras e também para a armazenagem dos ésteres etílicos ou metílicos	Tanques cilíndricos verticais
Pré-aquecedor de óleo	Após a decantação e filtragem do óleo utilizado no processo, serão realizados o seu aquecimento e a sua desidratação à vácuo. Suas aplicações incluem a secagem do óleo ou do biodiesel tanto no início como ao final do processo	Sistema de aquecimento* e geração à vácuo em um tanque cilíndrico vertical
Secador	Após a decantação e filtragem do óleo utilizado no processo, serão realizados o seu aquecimento e a sua desidratação à vácuo. Suas aplicações incluem a secagem do óleo ou do biodiesel tanto no início como no final do processo	Sistema de aquecimento* e geração à vácuo em um tanque cilíndrico vertical
Tanque de reação - Reator de Transesterificação	Processo, ou melhor, reação por meio da qual será obtido o biodiesel.	Sistema de aquecimento* e de mistura por recirculação ou

		agitação mecânica em um tanque cilíndrico vertical
Tanque de decantação	Servem para separar o biodiesel, de coloração clara, do seu subproduto glicerol. Este, irá sedimentar-se no fundo, por ser mais denso e de coloração escura	Geometria similar ao tanque de reação
Tanque de lavagem	Utilizadas para remover resíduos de metanol, catalisador e outras impurezas, através da lavagem por contato com água.	Sem especificações
Reservatório de resíduos	Carrinhos com reservatórios abertos para o armazenamento dos resíduos	Tanque com reservatórios para glicerol e água

*por energia elétrica, vapor ou água quente.

Fonte: Elaborado com base nos dados coletados: Empresa X e Y

Além disso, foram obtidos dados, por meio de orçamentos solicitados via *email* pela pesquisadora e que são utilizados para orientar os gestores interessados em adquirir essas mini-usinas. Para manter o sigilo das fontes consultadas pela pesquisadora, houve a preocupação em restringir alguns trechos das informações prestadas nesses orçamentos. Eles estão descritos no Apêndice C.

Para apresentar valores estimados referentes a investimentos iniciais para aquisição de mini-usinas de biodiesel, destinadas aos pequenos produtores, foram realizados alguns cálculos, com base dos dados fornecidos por um dos fabricantes. Destarte, não constitui objetivo desta tese denegrir ou realizar análises críticas sobre os equipamentos.

Como já referenciado no trabalho, o processo utilizado para a fabricação do biodiesel é por bateladas, portanto, conforme especificações considerou-se que, cada batelada, ou seja, cada processo produtivo tem a duração de 1h20min.

Desse modo, estabeleceu-se: quantidade de horas trabalhadas - 8h por dia e os dias úteis - 22 ao mês. Com isso, tem-se o total de 6 bateladas diárias com duração de cerca de 80min cada, com intervalos de 12h para a decantação do glicerol.

Portanto, a capacidade de produção dessas miniusinas e a descrição das características identificadas estão sintetizadas na Tabela 6. O valor dos equipamentos foi obtido junto a um dos fabricantes desses equipamentos pela pesquisadora.

Tabela 6 - Características e custo das miniusinas da Empresa X

Mini-usina	Capacidade produtiva total			Custo do equipamento (R\$)
	Por batelada	Dia (litros)	Mês (litros)	
X.A	100	600	13.200	29.900,00
X.B	500	3.000	66.000	39.900,00
X.C	1000	6.000	132.000	79.900,00

Fonte: Elaborado pela autora, com base nos dados coletados.

De acordo com o *layout* e com as informações coletadas junto ao fabricante, a área ocupada pelos equipamentos e eventuais tanques varia entre 50m² ou 70m², conforme o modelo. Nas Figuras 21 a 23, a seguir, podem ser observados alguns desses equipamentos e o seu *layout*.

Considerou-se a dimensão da edificação com base no padrão construtivo necessário para a sua utilização: três paredes fechadas formando um galpão rústico, sem forro ou esquadrias, telhado de zinco ou de fibrocimento, caso sejam utilizados blocos nas paredes não há necessidade de pintura, com instalações elétricas e hidráulicas simples (com conduites expostos).

Figura 21 - Miniusina de biodiesel da empresa “X”

Fonte: Empresa “X” (2015).

Figura 22 - Layout da planta do processo de biodiesel

Fonte: Empresa “X” (2015).

Figura 23 - Fluxograma da planta de biodiesel da empresa “X”

Fonte: Empresa “X” (2015).

Após essas informações iniciais, uma arquiteta foi consultada para fornecer uma estimativa do valor do metro quadrado para este tipo de construção. Ela tomou por base o valor de R\$ 1.700,00/m² padrão médio-alto no ano de 2016. Com isso, baseado no custo unitário estimado de R\$ 700,00/m², que corresponde a 41% do valor de padrão superior, tem-se o valor da instalação.

Destaca-se que, se houver na propriedade rural, uma estrutura já construída para abrigar as máquinas e equipamentos, poderão ser utilizados. Para exemplificar, foi considerado um galpão de 70m², onde o investimento seria de R\$ 49.000,00. Portanto, os valores para o investimento inicial da aquisição e implantação de uma mini-usina de biodiesel estão sintetizados na Tabela 7.

Tabela 7 - Despesas de investimento: miniusinas de biodiesel

Mini-usina	Capacidade produtiva total			Custo do equipamento (R\$)	Instalações (R\$)	Investimento Inicial (R\$)
	Por batelada	Dia (litros)	Mês (litros)			
X.A	100	600	13.200	29.900,00	49.000,00	78.900,00
X.B	500	3.000	66.000	39.900,00	49.000,00	88.900,00
X.C	1000	6.000	132.000	79.900,00	49.000,00	128.900,00

Fonte: Elaborado pela autora, com base nos dados coletados.

Ainda nessa fase embrionária da pesquisa, foram coletadas outras informações junto aos fabricantes de mini usinas de biodiesel, onde se percebe que o “ pilar econômico ” ainda prevalece.

Isto porque, diante das entrevistas realizadas pela pesquisadora, não houve evidências que remetessem aos “ pilares sociais e ambientais ” do desenvolvimento sustentável, que se torna base para a utilização dos biocombustíveis.

Para manter o sigilo das fontes consultadas, seguem alguns trechos das entrevistas transcritos no Quadro 20.

Quadro 20 - Algumas questões discutidas com os fabricantes de mini-usinas de biodiesel

Empresa	Pesquisadora
Qual a finalidade desse biodiesel?	Para uso próprio em motores a diesel <i>in loco</i>
É para consumo próprio?	Sim, para uso em motores a diesel na propriedade
Qual o volume máximo diário de óleo disponível?	A quantidade diária de produção pode ser de 100, 400, 600 litros/dia. Pode ser usada gordura animal - Bovina ou Suína
Qual a origem do óleo coletado?	Óleo de soja e residuais (de cocção).
Esse óleo já vem filtrado?	Em relação aos óleos residuais não, pois a maior parte desse óleo será coletado junto à comunidade, por meio de projetos que serão realizados para a destinação adequada do resíduo.

Fonte: Elaborado pela autora, com base nos dados coletados.

Percebe-se, nestes primeiros contatos, a relação estritamente comercial nesse mercado, ou seja, não há maiores preocupações em saber quem irá adquirir o equipamento, qual a finalidade, por exemplo.

Desse modo, o apoio à tomada de decisões complexas do pequeno produtor relacionadas à sustentabilidade dos negócios parece inexistente.

Isto ressalta evidências de que existem lacunas a serem preenchidas, principalmente, na esfera jurídica, econômica e de gestão.

Diferentemente dos valores e equipamentos encontrados no mercado atualmente, os dados apresentados por Vedana (2006), há uma década atrás, podem talvez corroborar com a questão dos avanços tecnológicos. Os seus resultados de análise, à época, estão na Tabela 8.

Tabela 8 - Custo de extração de óleo de soja para 3.000 litros/dia completo, em funcionamento

Descrição	Valores
Capital de giro para produzir 3.000 litros/dia de óleo	R\$ 375.000,00 (500 sacos de soja/dia, um estoque para 30 dias de produção equivale a 15.000 sacos de soja comprados e pagos ao preço de R\$ 25,00, em 2006)
Custos com a tancagem de matéria-prima e produtos acabados, para pelo menos sete dias de produção e um laboratório básico	Mais de R\$ 20.000,00
Área coberta de cerca de 400m ² para a usina	Depende do tipo de instalação, localidade, etc.

Fonte: Adaptado de Vedana (2006).

Nesta tese, a realidade financeira e técnica de um projeto de biodiesel, mesmo em pequena escala, baseia-se nas considerações de Vedana (2006), Robra et al. (2006): deverá ser viável desde que eficiente, produza um biodiesel conforme especificações exigidas e, principalmente, rentabilidade. Assim, nos próximos item serão apresentados os estudos de caso identificados relacionar teoria e prática.

4.2.2 Pequeno Produtor “X” (PP “X”)

Localizada em município no interior do estado de São Paulo, possui como atividade principal a suinocultura. Empresa de pequeno porte, com aproximadamente 2.000 cabeças de suínos, onde 200 delas são matrizes. Possui cerca de 30 funcionários. O proprietário há cerca de 12 anos optou por repensar seus processos, visando aproveitar as oportunidades para manter a sustentabilidade de seus negócios. Filho de produtores rurais, abandonou a faculdade de Direito para se dedicar à propriedade familiar, onde, inicialmente, eram apenas abatidos e comercializados os suínos. Ao longo dos anos, diversificou sua produção e passou a comercializar picanha, torresmo, bacon, linguiça, entre outros derivados da carne de porco, além de café. A partir dos resíduos gerados, ele obtém biofertilizante, biogás e biodiesel que são empregados na propriedade.

Pode-se verificar ao longo da pesquisa que esta propriedade pode ser considerada *benchmarking* em relação as pequenas propriedades rurais sustentáveis no país (RIEVERS, 2006; SEBRAE, 2009b; 2015; RSI, 2007; OLIVEIRA et al., 2011; OLIVEIRA; LEONETI; CALDO, 2007). Inclusive, com o conhecimento adquirido ao longo de sua atividade, o

proprietário presta consultoria àqueles que tenham interesse. Seu nome foi omitido neste trabalho, assim, os trechos transcritos de suas entrevistas são referenciados como “José”.

As entrevistas, por meio do qual foram analisados os dados que serviram de base para identificar as alternativas nesta propriedade, foram realizadas por Fred Lessa para o Sebrae (2015) e, em reportagem temática sobre o case em “Faça diferente”, para o Sebrae (2009b). As questões encontram-se no Anexo A. Também foram utilizados como fontes secundárias Rievers (2006), Oliveira, Leoneti e Caldo (2007) e Oliveira et al. (2011)

Até 2005, em decorrência dos dejetos suínos, um mau odor predominava no local. Além de atrair animais, havia também a questão das reclamações das pessoas que habitavam próximo à propriedade. Os impactos ambientais causados pelo descarte indevido dos dejetos suínos e da gordura animal nas águas da propriedade perduraram por anos anteriores à adoção das alternativas. Os resíduos eram lançados nas águas da propriedade, sem controle algum, conforme ele enfatiza

Sem dúvida, eu tinha um problema. Eu lançava na natureza 15 mil litros de dejetos por dia (José).

Segundo Mendonça e Leitão (2008, p. 163) “o que se observa no país no que concerne à problemática dos recursos hídricos não é somente a escassez meramente física de água em algumas regiões, mas principalmente a ineficácia de sua gestão”. E isto, corrobora com a situação vivenciada por essa propriedade, onde não haviam preocupações com questões ambientais, principalmente, em relação aos recursos hídricos da propriedade, tão somente preocupações econômicas. Percebe-se fatores de risco e vulnerabilidade aos quais o pequeno produtor estava exposto: multas ambientais, reclamações das pessoas residentes no entorno da propriedade. Basicamente, a atividade do produtor restringia-se à criação, abate e venda dos suínos

Eu apenas abatia ele e vendia (José).

Por sentir-se incomodado com a situação em que se encontrava, ou talvez as discussões acerca das problemáticas ambientais, possam ter influenciado em suas decisões, uma vez que se tornaram mais intensas ao longo dos últimos anos. Outro apontamento poderia ser o enfoque cultural, educacional e normativo nesse âmbito temático. Dessa forma, o proprietário decidiu por resolver dois problemas identificados relacionados à destinação dos resíduos gerados na sua produção de suínos: sebo animal e dejetos.

Ele avaliou o ciclo de produção de seus produtos e resíduos, visando alcançar autossuficiência energética, por meio de novas possibilidades para geração de renda com

redução de custos. A gestão dos recursos naturais e antropogênicos dos quais dispunha na propriedade proporcionou, assim, seu uso de modo eficiente, o que resultou em produtos e serviços sustentáveis. Outrossim, por meio de atributos tecnológicos, legais e políticos, ele buscou sistematizar suas ações em prol do desenvolvimento sustentável.

Importante destacar que o produtor foi orientado nesse processo de decisão, em relação à mudança de paradigmas, sobre repensar seus processos para minimizar os impactos ambientais de sua atividade

Fui até uma Feira em Ribeirão Preto e cheguei lá e tinha uma demonstração de um mini-biodigestor. Foi aonde que eu encarei a realidade e assumi (José).

Desse modo, tomou conhecimento sobre como poderia destinar os resíduos, de forma sustentável. Utilizar biomassa em um biodigestor para produção de biogás e biofertilizante. No entanto, isso envolveria investimentos e também custos de oportunidade. Oliveira et al. (2011) concluíram que houve uma economia de 100% nos combustíveis, 50% na energia elétrica e 40% em fertilizantes.

A empresa está há doze anos no mercado [...] ela está adequando a necessidade dela e a realidade da minha empresa para mim poder sobreviver. Eu tinha dois problemas ambientais há doze anos atrás. Eu tive várias oportunidades de crescer dentro da empresa, mas eu preferi trabalhar com esses dois problemas ambientais que um era o... o dejetos do suíno que gerava em torno de quinze mil litros/dia na... nas águas nossa e o outro problema era o subproduto da agroenergia que é a gordura (José).

Assim, após identificar os problemas ambientais iniciais que deveriam ser resolvidos e, reavaliando a atividade-fim da empresa, o gestor elaborou um planejamento que resultou em algumas alternativas, principalmente, em relação aos resíduos.

Ao implementar as práticas nos processos internos da empresa, foram encontrados entraves e resistência às mudanças, mas a necessidade o levou a persistir. Imprescindível a mudança de paradigma quando se refere a desenvolvimento sustentável. Além disso, percebeu também que várias oportunidades de negócio e geração de renda não estavam sendo aproveitadas.

Houve, portanto, um planejamento para que as oportunidades de negócio fossem consideradas, principalmente, em relação à geração de renda, conforme ele afirma

Devido a necessidade do dia a dia, da situação financeira [...]. Então eu tive que sair desse paradigma para poder [...] não inventar, mas adequar dentro das necessidades para poder atrair clientes (José).

Hoje [...] eu abato esse suíno e [...] aí venho através do biogás. Esse biogás hoje eu transformo ele em torresminho pré-frito e, daquela lata da carne [...] que não tinha geladeira e, através desse biogás ainda vem uma nova fábrica, uma mini fábrica de batatinha chips. E o dejetos, além desses mini

biodigestores, além dele gerar esse biogás, ele gera o biofertilizante. Esse biofertilizante ele vai para a lavoura de milho, que é onde que produz alimentação do suíno, que é onde fecha o ciclo (José).

Os dejetos provenientes da criação de suínos e do frigorífico, que anteriormente eram descartados nos recursos hídricos da propriedade, são processados no biodigestor. O proprietário comenta sobre como é feito processo

[...] através dessa tubulação (o proprietário aponta o sistema de tubulação) ele (os dejetos) entra dentro desse biodigestor, aí ocorre uma fermentação anaeróbica, que a parte sólida transforma em biogás e, a parte líquida, transforma em biofertilizante (José).

Esse gás através desse compressor (o proprietário mostra o compressor) ele é sugado e distribuído na propriedade inteira, para a empresa inteira. Esse gás eu uso na fritura de torresmo, na mini fábrica que eu tenho. No abatedouro, para abater o suíno e na fábrica de biocombustível. E no aquecimento dos leitões também (José).

Com o uso do biogás há, em média, uma economia de 3 a 4 botijões de gás/dia, totalizando 100 a 100 botijões de gás/mês que são utilizados na produção da empresa. Além dessa economia, há também a gerada pelo biofertilizante resultante do processo, onde a redução de custos com a aquisição do adubo químico foi de 50%, segundo o proprietário. São gerados de 10 a 12 mil litros de biofertilizante por mês.

Por fatores naturais presentes na ambiência da propriedade, são cultivados café (75 hectares) e milho (90 hectares). Este, é utilizado para alimentar os suínos, aquele é comercializado.

Outro resíduo gerado na propriedade era o sebo animal ou gordura animal resultante do processo de abate dos suínos. Apesar da destinação dos dejetos suínos proporcionar o reaproveitamento energético por meio da geração de biogás, a gordura animal era gerada em excesso e foi necessária a ajuda de um profissional da área química para orientá-lo

Foi num encontro, com um químico aposentado, amigo meu na cidade, que eu comentei com ele que eu tinha um excedente de gordura, que eu não tinha o que fazer com essa gordura lançada na natureza com o dejetos. Ele comentou comigo: - Vamos fazer um biocombustível, o biodiesel? Eu falei vamos! E começou isso há três anos atrás. [...] hoje eu estou com uma produção de 3 a 4 mil litros/mês. Esse biodiesel é só para consumo próprio (José).

O biodiesel produzido com a gordura animal é feito dentro dos padrões e especificações, pois foi encaminhada uma amostra para um laboratório de análises. O laudo técnico emitido, foi favorável aos padrões da ANP. Com isso, pode ser utilizado nas máquinas e veículos da propriedade (RIEVERS, 2006)

O laudo não me dá autorização para vender, porém permite utilizar o combustível na fazenda (PP “X”).

O interesse e a decisão de se investir nesse biocombustível, portanto, foi colocada em prática na propriedade, uma vez que era também uma necessidade a ser atendida, conforme as palavras do proprietário

Em primeiro lugar veio da necessidade que a gente tem, principalmente do pequeno produtor familiar. [...] Eu uso em todos os maquinários da fazenda, que é carro a diesel. Então eu tenho uma economia de 100% de combustível dentro da minha propriedade. E hoje faz 3 anos que eu não vou a um posto de gasolina (José).

No processo de produção do biodiesel há a geração de glicerol. Na propriedade, o glicerol é utilizado na fabricação de sabão para lavar os tratores, as máquinas da fazenda, além de ser misturado ao milho para enriquecer a ração dos suínos. O glicerol é considerado o resíduo mais representativo do processo de produção do biodiesel e é reutilizado na propriedade.

Nesse sistema sustentável, o pequeno produtor parece ter aproveitado as oportunidades de negócios que foram identificadas e, com isso, gerar renda. Além disso, buscou evitar e reduzir riscos aos quais estava exposto, principalmente, em relação aos impactos negativos que sua postura e atividade comercial estavam acarretando ao meio ambiente. Outrossim, houve uma economia de cerca de 40% no custo com adubação química.

Sem dúvida, pra mim o que vale mais aqui é o que sobra. O que mais dá lucro pra mim é o que sobra, que é uma matéria-prima praticamente de graça, que tava prejudicando a natureza e transformou em receita. É zero de resíduo (José).

Neste ponto da análise das entrevistas e informações coletadas sobre esta propriedade, pode-se observar que não se abordou a questão da água utilizada para a lavagem do biodiesel.

Ao ser questionado sobre o seu modelo de propriedade e de produção de biodiesel enfatiza que

[...] isso é para pequenos produtores e produtores familiares. Eu deixo bem claro isso, que isso é para pequenos projetos, projeto pra pequenos. Talvez para grandes teria que ter um outro tipo de usina. Todo mundo pode produzir energia renovável e biocombustível, é só querer (José).

Todo o trabalho é baseado no tripé de ser sustentável ambientalmente, olhar os trinta funcionários de carteira assinada sob o foco na responsabilidade social e, é claro, ser economicamente viável. E pontuo essa questão de ser economicamente viável porque o tripé só funciona se houver lucro. Sem lucro nada disso vai para frente (José)

Em relação às questões sociais, a empresa desenvolve projetos para arrecadação de óleo de cocção e conscientização de que o seu descarte indevido é prejudicial ao meio ambiente. Com isso, obtém também matéria-prima a ser utilizada na produção de biocombustível. Para melhor visualização das atividades realizadas por PP “X”, com base nos dados, foi elaborada a Figura xxx. O glicerol é reaproveitado na alimentação dos suínos e na produção de sabões que

são utilizados na propriedade (redução de custos na aquisição deste tipo de material para a limpeza), ao invés de ser disposto no ambiente ou tenha outras aplicações. O acesso às informações obtidas pelo gestor sobre como utilizá-lo, proporcionaram vantagens, tais como oportunidade de negócios e geração de renda. Outrossim, redução de custos. “Planejar é fazer antecipadamente, escolhas intencionais. Sejam elas declaradas ou não” (ARAÚJO, 2005, p. 42). Portanto, a solução privada proposta pelo pequeno produtor, para que as externalidades negativas existentes fossem sanadas, buscou remediar os riscos e as vulnerabilidades aos quais estava sujeito. Seus custos de transação parecem baixos ou inexistentes, pois há reaproveitamento dos resíduos.

Figura 24 - Alternativas de destinação do glicerol realizada por PP “X”

Fonte: Elaborado pela autora.

Pode-se observar que as formas de reaproveitamento realizadas nessa propriedade evidenciam aspectos sustentáveis. As decisões são tomadas e influenciadas por aspectos econômicos, sociais e ambientais. Econômicos, tendo por base a otimização dos seus recursos disponíveis, ser eficiente na utilização desses recursos. Ambiental, ao identificar problemas e impactos ambientais que eram causados por sua atividade empresarial, buscando resultados

financeiros, sem, contudo, prejudicar a natureza (como ele próprio enfatiza). Social, têm-se o lucro para a empresa, mas benefícios para a sociedade que dela participa.

4.2.3 Pequeno Produtor “R” (PP “R”)

Em São Luís, no Maranhão, há polos de produção agrícola na zona rural, onde práticas sustentáveis e alternativas de cultivo têm gerado oportunidades e renda para o pequeno produtor. Trata-se de um projeto empregado na comunidade local. Inclui 20 propriedades que seguem um modelo de gestão sustentável para o reaproveitamento de resíduos. São produzidas frutas, hortaliças e criação de animais de pequeno porte (suínos, inclusive) em um sistema que teve sua eficiência comprovada em uma área de 30x100m, segundo a proprietária, que é pesquisadora na área.

Os espaços foram otimizados e os recursos foram utilizados de modo a não gerar excedentes, ou seja, buscou-se uma eficiência sustentável. Segundo Rozário et al. (2009, p. 3811) “consiste em um modelo que integra a produção de hortaliças, fruticultura e a criação de animais dentro de um manejo que viabiliza a sua exploração do ponto de vista econômico, social e ambiental”. O projeto foi idealizado por uma das filhas do produtor rural, que nesta tese será chamada de ‘Aline’, que fez parceria com uma cooperativa para doação de sebo animal para a produção de biodiesel. Essa propriedade familiar foi identificada por meio de pesquisa realizada também em relação aos pequenos produtores de biodiesel.

O projeto teve início em 2006, no assentamento Cinturão Verde. No terreno, que totaliza 3.000m², o investimento exigiu que fossem feitas adaptações tanto nos processos produtivos como nos hábitos da família. Foi construído um local para a criação de cabras, ao fundo do terreno há cultivo de hortaliças e frutas; foi construído um tanque para criação de peixes e irrigação.

O esforço é financeiramente recompensado, segundo o estudo à época, com um faturamento anual em torno de R\$ 14.089, 05 (ROZÁRIO et al., 2009). O Quadro 21 apresenta os principais resultados obtidos pelo estudo de caso dessa propriedade.

Quadro 21 - Principais resultados do estudo de caso da PP “R”

Questões	Resultados
Impactos alcançados	Geração de renda, fixação no campo, segurança alimentar, capacitação, preservação do meio ambiente, aplicação de técnicas agroecológicas, diversificação da produção.

Produtos comercializados	Parte sem processamento (<i>in natura</i>) e parte beneficiados. São comercializados em Feira de Agricultura Familiar, eventos, encomendas, Feira da cidade, Shopping Jaracati e Nossa Feira.
Abrangência do modelo	13 famílias na comunidade do Calembi, zona rural de São Luís; demonstração de melhoria na qualidade de vida do agricultor familiar de forma sustentável, ecologicamente correto; considera costumes e culturas locais, garante geração de renda e aproveitamento das potencialidades da região.
Problemas iniciais	Era apenas mais uma forma de minimizar os custos de sua casa, mas, com o tempo, o sistema tornou-se a principal fonte de renda da família acompanhada nestes anos, que hoje tira seu sustento do quintal com um faturamento anual em torno de R\$ 14.089,05.

Fonte: Adaptado de Rozário et al. (2009, p. 2-3).

As informações transcritas a seguir, são apresentadas de forma resumida e possuem como referência textual Boguea (2013) e Rozário et al. (2009).

Inicialmente, a família implantou um sistema de produção diversificado, para complementar a renda familiar. Em entrevista, a filha do proprietário do terreno afirma que

O esterco das aves é utilizado para preparar a compostagem que irá adubar as hortaliças e frutas. Com isso, há uma redução nos custos da produção e aumento na lucratividade. O objetivo do projeto é gerar lucratividade numa pequena área (Aline).

No entanto, há o acompanhamento de um estudante de agronomia que, nesta tese, será nominado de ‘João’, ou seja, há o apoio para orientação das decisões e planejamento, conforme ele afirma

A gente trabalha sistema de rotação de cultura, a gente faz o acompanhamento, a gente dá assistência na questão de agregação de valor, pra poder a família ter a comercialização desse produto (‘João’).

A plantação de milho é utilizada para alimentar os animais, onde há o aproveitamento de toda a safra: as espigas de milho são vendidas nas feiras e são utilizadas na alimentação de patos e cabras. Houve o apoio do Sindicato dos Trabalhadores em agricultura familiar de São Luís. Ao longo dos anos, tornou-se a principal fonte de renda da família.

Quando o sistema chegou à comunidade [...] aprendeu a produzir sem tocar fogo na terra, preservando a vida do solo, aproveitando as proteínas das folhas que caem no solo e os outros adubos naturais, e fazendo o aproveitamento sustentável da área de produção (BOGEA, 2013, p. 1).

A prática de ‘corte e queima’, que promove o enfraquecimento do solo, é realizada em todo o interior do estado do Maranhão. Assim, é necessário promover a adoção de práticas sustentáveis. A sinergia de atividades

Cria um equilíbrio no momento em que se passa a utilizar os resíduos provenientes da criação animal na adubação de hortas e outros vegetais. O objetivo é promover desenvolvimento sustentável e segurança alimentar para o agricultor familiar, por meio de técnicas de manejo integrado que visem um

aproveitamento do seu quintal ou pequena propriedade, aumentando a produtividade, minimizando os custos na produção gerando lucratividade. Nos objetivos específicos destacamos: garantir a segurança alimentar; gerar aumento e estabilidade de renda; fixar o homem no campo; utilizar práticas conservacionistas; propiciar a inclusão social e educação ambiental (ROZÁRIO et al., 2009, p. 3811).

Em relação aos produtos e serviços,

Na área de capacitação para as comunidades, ministrando cursos sobre autogestão de empreendimentos rurais, manejo sanitário de cabras, agroecologia e compostagem, entre outros temas. Já o Ateliê [...] abre, para realização nas comunidades, cursos de [...] produção de sabonetes artesanais [...] As agricultoras empreendedoras produzem e comercializam produtos como peixe tambaqui (média de 1.000 kg por safra), pato, galinha caipira e caipirão, cabras, suínos, grama esmeralda, entre outras frutas, hortaliças e sabonetes de plantas medicinais como vinagreira roxa; de mel; de própolis; de leite de cabra e de argila. (BOGEA, 2013, p. 1).

Ao observar a produção de sabonetes artesanais, surgiu uma questão: é necessária glicerina. Assim, onde é adquirida a matéria-prima, já que o projeto propõe uma propriedade sustentável?

A seguir, estão também transcritos trechos de reportagens realizadas e transmitidas por Mirante Rural (2010), onde a proprietária da PP “R”, aqui nominada ‘Maria’, afirma que

Aqui a gente gera renda, produz renda no quintal de casa e alimentação porque a gente cria galinha caipira, cabra, mel, o leite da cabra que a gente consome, ovos de galinha caipira, hortaliças. Tudo de primeira qualidade, né? Que é o que a gente precisa e o que a gente vende, que é o melhor que a gente pode oferecer para o cliente (Maria)

A proprietária já trabalhava com a agricultura, mas precisava de orientação profissional. Sua filha, estudante de agronomia, auxiliou nesse processo junto a outros profissionais para agregar valor na área da propriedade. Por exemplo, em uma área de 72 m² produz-se 1.200 hortaliças para comercialização. Já os animais abatidos para consumo e comercialização geram dejetos.

Dessa forma, a gordura animal gerada no processo de abate que seria descartada, é doada para uma cooperativa e, isto, perfaz um arranjo produtivo local. Foi feita uma parceria para fornecer o sebo animal de galinhas e suínos à cooperativa de agricultores, que o transformam em biocombustível - biodiesel. Como isso, recebe em troca a glicerina para a fabricação de sabonetes artesanais utilizando também matérias-primas da propriedade, tais como, leite de cabra, mel e plantas medicinais.

Na cooperativa, após a produção do biodiesel, o glicerol é separado do éster após a decantação. Há, nesse processo, um segredo de patente da cooperativa. Ao ser questionada pelo

entrevistador, a pesquisadora responsável recorre ao segredo industrial e alega sigilo do processo, portanto, seu nome também em respeito à profissional, foi omitido nesta tese e será nominada ‘Carina’

Esse segredo até hoje não foi revelado, nem será. Nossa intenção é colocar uma unidade piloto aqui dentro de São Luís (Carina).

As técnicas desenvolvidas ao longo do projeto foram compartilhadas junto à outras famílias rurais da comunidade. Em 2009, foram integradas 13 famílias ao projeto.

Outra questão envolveu que, por estar localizada na região Norte, em uma das reportagens identificadas, o repórter argumenta sobre a utilização de outros tipos de matérias-primas para a produção de biodiesel, no caso a mamona. As famílias cultivam também o pinhão manso que pode ser utilizado para fabricar biodiesel também.

Sobre outras matérias-primas, para produzir 1 mil litros de éster com mamona são necessários 4 hectares de produção e 8 meses de cultivo. Com a gordura animal, a mesma quantidade de éster pode ser obtida com 2.500 aves (MIRANTE RURAL, 2010). Assim, tanto a cooperativa como a PP “R” recebem retorno financeiro pelo investimento de ambos.

Devido à divulgação do projeto, recebeu investimentos, parcerias e, em 2012, o projeto chegou a 20 famílias e passou a chamar-se ‘Eco-quintal’, pois recebeu atributos sociais e ambientais (MIRANTE RURAL, 2012). Houve maior acesso ao crédito. Em relação à incorporação desses aspectos

A gente resolveu mudar pra...pra... uma questão mais ecológica, né? E..e.. para práticas mais sustentáveis. A lucratividade vem em decorrência das práticas, não se torna o único objetivo a lucratividade é uma consequência. E a lucratividade vem da gestão familiar, vem da gestão financeira e também das práticas que reduzam o.. o.. os custos no caso (Aline).

Outra integrante da família é responsável pelo treinamento dos agricultores familiares e enfatiza a questão da educação nesse processo de transmitir práticas sustentáveis

É uma forma de transformar a sociedade vendo as coisas que estão ao nosso redor e vendo possibilidades para um futuro melhor. A educação trabalha com isso. Conscientização, sensibilizar para um futuro melhor (Carol).

Por fim, a autora do projeto argumenta que

A gente quer que as pessoas participem porque acho que não tem sentido nenhum você ter práticas e não poder compartilhar com as outras pessoas, tudo o que a gente conhece e melhora. Técnicas de agricultura mais sustentáveis [...] nada melhor do que várias famílias estarem sendo envolvidas

Esse argumento da idealizadora do projeto, que foi implementado há anos, corrobora com os estudos de Grimmer (2009), onde ao incentivar práticas de produção sustentáveis, diversos aspectos socioambientais que poderiam estar impactando negativamente são reduzidos, tais como o tipo, o local e a forma de cultivo das matérias-primas.

Com base nos dados coletados, foi esquematizada a Figura 25 para ilustrar como são as atividades realizadas nessa pequena propriedade rural, destacando o reaproveitamento do glicerol.

Por meio de um arranjo produtivo local, ao invés de ser disposto na natureza, o glicerol é reaproveitado para fabricação de sabonetes que são artesanalmente preparados com as matérias-primas da propriedade e revendidos no mercado (geração de renda e oportunidade de negócios).

Figura 25 - Alternativas da destinação do glicerol realizada por PP “R”

Fonte: Elaborado pela autora, com base nos dados coletados.

A solução privada proposta nessa pequena propriedade, em relação às externalidades, buscou remediar os riscos e as vulnerabilidades aos quais estava sujeito o proprietário. Assim, houve uma negociação com custos baixos de transação ou inexistentes, resultando em um acordo onde os recursos foram alocados eficientemente.

Há sinergia entre as atividades, criando um equilíbrio entre recursos. Complementarmente, foi identificada uma oportunidade de negócios e geração de renda.

Pode-se observar, o caráter prescritivo da análise das alternativas de destinação do glicerol realizadas por estes produtores. Após, a identificação destes casos de pequenos produtores, no item a seguir, serão apresentados os resultados da pesquisa de campo com grandes produtores e da visita técnica.

Em abordagem preliminar, um fato que merece destaque é que o grande produtor escolhido, por julgamento e conveniência, para a visita técnica não utiliza biocombustíveis, segundo pesquisa realizada pela Análise Editorial (2014). A pesquisa de campo será descrita no próximo item.

4.3 Grandes produtores de biodiesel: pesquisa de campo e destinação de glicerol

Neste item, serão apresentados os dados obtidos em entrevistas realizadas em quatro usinas autorizadas pela ANP a produzir e comercializar biodiesel. No entanto, somente em uma delas foi realizada a pesquisa de campo, por localização e disponibilidade para visita técnica. Inclusive, ela será denominada usina “S”. Às outras será atribuído numeração de 1 a 3, por sigilo da fonte. Todas são do segmento alimentício e vendem o glicerol para terceiros. Estes, representam usinas de refino que revendem a glicerina (glicerol purificado) para o mercado asiático.

Diferentemente dessa alternativa de destinação do glicerol, ao longo da pesquisa, identificou-se um grande produtor de biodiesel que possui uma usina de refinaria em sua planta. Entretanto, após diversos contatos, via email e por telefone, não houve sua participação nesta pesquisa.

Assim sendo, dentre o roteiro de perguntas semiestruturado, o Quadro 22 apresenta de forma sintetizada, as respostas que foram obtidas, em destaque: quais são as alternativas de destinação do glicerol gerado pela usina? Se revendem, quem são os clientes? Saberá informar a quantidade?

Quadro 22 - Tipos de respostas obtidas em entrevistas as usinas

USINA	Perguntas: Quais são as alternativas de destinação do glicerol gerado pela usina? Se revendem, quem são os clientes? Saberá informar a quantidade?
“S”	“Não podemos, por sigilo, revelar informações sobre os clientes, mas vendemos o glicerol para uma usina e ela refina. Depois vende para a China”.

“1”	“Hoje vendemos toda nossa produção de glicerina, mas já estamos iniciando um projeto de uma planta industrial que refinará esse produto. Quase que 100% vai para exportação, sendo a China o principal destino”.
“2”	“O destino desta glicerina normalmente é para refino ou exportação. Não tenho controle sobre o volume gerado. Depende. Os clientes permanecem sob sigilo”.
“3”	“Nós vendemos todo o glicerol produzido. Não sei informar para quem”.

Fonte: Elaborado pela autora, com base nos dados coletados

Desse modo, frente à essas limitações iniciais, foi realizada a pesquisa de campo que será descrita a seguir.

4.2.3 Resultados de pesquisa de campo realizada na usina “S”, autorizada a comercializar e produzir biodiesel pela ANP

Para a pesquisa de campo foi escolhida, por julgamento e conveniência, uma usina localizada no interior do estado de São Paulo. Foram entrevistados 3 funcionários: gerente de qualidade (responsável pela área de negociação do biodiesel produzido), um engenheiro químico responsável pelo laboratório de qualidade, um químico responsável pelo biodiesel produzido na usina. Entretanto, o glicerol gerado é vendido para uma usina de refino. Sendo assim, foi realizada também uma visita técnica neste local, onde foi entrevistado um engenheiro químico.

O roteiro de entrevistas consta no Apêndice B. Diversas informações que pudessem contribuir com dados quantitativos para o estudo não foram fornecidas por questões de sigilo industrial. Inclusive, não foram autorizados registros áudio ou fotográficos, somente anotações. Os resultados, bem como a caracterização da usina, serão descritos a seguir.

Usina “S”

Situada em município a 56,3 km de distância da cidade de Ribeirão Preto, estado de São Paulo. Fundada em 1944, para comercialização de arroz, foi a partir da década de 80, que as decisões sobre a diversificação de seus produtos resultaram em comercializar soja, farelo e farinha de soja, mistura proteica, óleos vegetais, gordura vegetal hidrogenada, sementes de soja de alto padrão, proteína de soja e, por fim, biodiesel.

Em 2008, a empresa implantou um projeto como uma das iniciativas de sustentabilidade visando garantir a preservação ambiental, por meio de uma campanha para conscientização da

população da cidade sobre o descarte do óleo de cocção. É feita a divulgação nos meios de comunicação da cidade e também na rede escolar municipal para atingir ao público de forma geral. Com isso, questões sociais e educacionais estão envolvidas no projeto. Desde 2009, eles buscam parcerias em outros municípios, usinas, empresas e instituições que tenham interesse em participar.

Na visita técnica, foram observadas e coletadas algumas informações sobre seus processos para a produção de biodiesel e, principalmente, em relação à destinação do glicerol.

Como apontamentos importantes, o que se pode observar em relação ao uso de recursos foi que a usina utiliza a energia elétrica em seus silos de armazenagem dos grãos de soja. Ao ser questionado o responsável disse desconhecer qualquer outra fonte renovável de energia que seja empregada no processo de secagem do ambiente, para manter os insumos.

Além disso, o aquecimento das caldeiras da usina é feito com o emprego de fontes energéticas lenhosas e uso de biomassa (bagaço de cana-de-açúcar). Pode ser observado *in loco* que parte do óleo produzido pela usina é envasado e comercializado *a granel*. No caso da produção de biodiesel, há uma determinada quantidade destinada para cumprir as negociações realizadas no mercado nos leilões bimestrais.

O biodiesel produzido é armazenado em tanques dentro da planta da usina e, quando solicitado, é realizado o transbordo para os terminais das distribuidoras de combustível, neste caso, um deles está localizado no município de Ribeirão Preto. Em relação ao tratamento de efluentes, a água utilizada no processo de lavagem é tratada em uma estação de tratamento de esgoto (ETE) construída na planta da usina para atender exigências da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), para que se tenha garantia de conformidade legal no manuseio, transporte, tratamento e destinação da água residual do processo. A usina investe em tecnologia para reduzir a geração de efluentes.

Dessa maneira, há indicadores para monitorá-los e processos para reduzir sua geração. Além disso, há ações de conscientização dos funcionários em relação ao uso da água, promovendo metas de redução e reutilização. O farelo de soja é comercializado para fins alimentícios e, o glicerol, é vendido e transportado para a usina de refinamento “T”, localizada na cidade de Batatais. Ante essa informação, portanto, foi realizada outra visita técnica, autorizada pela usina “S” junto à usina de refinamento “T”, localizada a 33,2 Km de distância.

Pode ser observado *in loco*, que vários caminhões estavam descarregando glicerol para que o processo de refino pudesse ser realizado. Os caminhões que transportam este resíduo são terceirizados e não possuem qualquer tipo de sinalização sobre o conteúdo que está sendo

transportado. O material (o glicerol) é transportado em caminhões tanque em alta temperatura, para manter seu estado líquido e viscoso. Os caminhões que carregam o glicerol são de responsabilidade de terceiros que realizam seu transporte até a refinaria. Pode ser observado que a grande maioria desses caminhões estava em mau estado de conservação e sem qualquer tipo de identificação sobre o conteúdo transportado.

Usina “T”

Pode ser observado *in loco* que vários caminhões estavam descarregando glicerol nos tanques da usina. O engenheiro químico responsável informou que o glicerol adquirido por esta usina é proveniente de sebo bovino e de soja (de várias partes do Estado de São Paulo e de grandes produtores nacionais). Dentre os seus fornecedores, estão os maiores produtores de biodiesel do Estado de São Paulo e também de diversas localidades. Entretanto, também por questões sigilosas, não foi fornecido qualquer dado relacionado a quantidade estimada tampouco fornecedores potenciais.

Basicamente, o modal logístico do transporte desse resíduo é rodoviário e pode ser observado que a grande maioria dos caminhões estava em mau estado de conservação, sem qualquer tipo de identificação sobre o seu conteúdo que é transportado nas rodovias. Percebe-se os riscos e vulnerabilidades a que está exposta essa ação, pois se trata de um líquido inflamável, que está sendo transportado como produto não classificado como perigoso segundo portaria n.º 291 de 31 de maio de 1988 do Ministério dos Transportes. Os caminhões que carregam o glicerol são de responsabilidade de terceiros que o transportam até a refinaria. Não foi informado também quem são as empresas que realizam esse transporte.

Após o refino, a glicerina resultante do biodiesel de soja é exportada para o mercado asiático, via Porto de Santos. Já o glicerol de sebo bovino, por possuir maior teor de acidez, é purificado e revendido, em sua maior parte, como combustível em substituição ao óleo BPF. Este óleo, segundo informações coletadas na entrevista, substitui a lenha nas caldeiras de alguns de seus fornecedores.

No entanto, a maioria das caldeiras, inclusive desta mesma refinaria, utilizam a lenha como combustível, conforme pode ser observado *in loco*. Ao ser questionado, a resposta foi que essa opção é ‘economicamente mais viável’. Também não foi informado sobre quantidade produzida, mas foi dito que o que é produzido é vendido. No entanto, não foi enfático. Sobre legislação disse desconhecer e, com relação aos riscos e vulnerabilidades afirmou que desconhece haver problemas.

A Figura 26, ilustra os processos que foram observados e identificados na produção de biodiesel e destinação de glicerol nas usinas “S” e “T”.

Figura 26 - Alternativa da destinação do glicerol realizado pelas usinas “S” e “T”

Fonte: Elaborado pela autora.

Ao se observar como esta usina destina o glicerol, parece haver uma ‘transferência’ de responsabilidade sobre o que fazer com esse resíduo. Não há reaproveitamento de material refinado tampouco do glicerol para aquecimento de caldeiras, conforme afirmam que outras usinas o fazem.

Assim, após coletados esses dados, será analisada a contribuição que a forma alternativa de destinação do glicerol, no âmbito das medidas compensatórias e mitigadoras, poderá representar.

4.3 Proposta para contribuição no âmbito das medidas compensatórias e mitigatórias

Por não haver um controle efetivo sobre o volume de glicerol produzido, tampouco fiscalização, associados ao fato de existirem lacunas na legislação que poderiam nortear a sua destinação, resta ao mercado, aos agentes, buscar soluções alternativas caso optem por considerar a preservação ambiental e não o descarte indevido. Assim, considerando que a destinação do glicerol pode representar um problema para a sociedade, em termos ambientais, observou-se que ocorrem soluções privadas para as externalidades diante problemática do tema, conforme já referenciado.

4.3.1 Análise das alternativas de destinação do glicerol

Para melhor análise, os aspectos sustentáveis contemplados neste estudo foram categorizados como: tecnológico (T), econômico (E), social (S), legal (L) e ambiental (A).

Essa categorização pode ser sustentada pelos estudos já referenciados realizados por Quintella (2009 et al., 2009, p. 793), onde a cadeia produtiva do biodiesel deve estar alicerçada em políticas públicas que envolvam “aspectos econômicos, incentivos fiscais e vantagens econômicas, além de aspectos legais como normas e especificações, obrigatoriedade de inserção na matriz energética e apropriação do conhecimento”; por Zenatti (2011), que afirma ser viável a produção de biodiesel, desde que considerados os aspectos sociais, ambientais, econômicos e tecnológicos.

A codificação dos termos no programa MAXQDA12®, foi realizada conforme adaptações às práticas sustentáveis do IGCA (ANÁLISE EDITORIAL, 2014), conforme apresentado no Quadro 23.

Quadro 23 - Categorização analisada na pesquisa

Aspecto	Categorização	Referente a:
A	Impactos ambientais	Formalização da adoção de práticas ambientais
S	<i>Stakeholders</i>	Relacionamento com seus públicos
L	Legais	Regulamentação ou Políticas relacionadas à glicerol ou biodiesel
A	Eficiência energética	Políticas de uso e conservação de recursos energéticos
T	Tecnológicos	Acesso e oportunidade: facilidade no acesso à recursos tecnológicos
A	Ambientais	Políticas de gerenciamento e redução de resíduos e de impactos ambientais
E	Econômicos	Oportunidades de negócio e geração de renda, financeiro e externalidades
A	Reaproveitamento energético	Uso de fontes de renováveis

Fonte: Elaborado pela autora

As informações coletadas sobre o grande produtor de biodiesel, que teoricamente, corresponde aos outros 3 que fizeram também para deste estudo, geraram um sistema de códigos, onde pode há predominância das frequências sobre os impactos ambientais. Com isso, parecem ser desconsiderados as decisões dos pequenos produtores em relação aos aspectos ambientais. Foram 18 o total de códigos gerados e 33 o número de segmentos codificados. O segundo aspecto sustentável relevante é o ambiental, conforme pode ser observado nas Figuras 27 e 28.

Figura 27 - Categorização disposta no MAXQDA12®

Sistema de Códigos	Anotação	#
Sistema de Códigos		33
Tecnológicos		0
Eficiência energética		1
mal		3
Legais		0
Glicerol		0
Biodiesel		2
Econômicos		0
Financeiro		4
oportunidade de negócios e geração de renda		0
Externalidades		3
Sociais		0
Relacionamento com stakeholders		4
Ambientais		0
Reaproveitamento energético		0
mal		3
Impactos ambientais		8
Gerenciamento de resíduos		1
mal		4

Fonte: MAXQDA12®.

Figura 28 – Análise dos aspectos sustentáveis e matriz de códigos do grande produtor

Sistema de Códigos	usina S	SOMA
Tecnológicos		0
Eficiência energética		1
mal		3
Legais		0
Glicerol		0
Biodiesel		2
Econômicos		0
Financeiro		4
oportunidade de negócios e geração de		0
Externalidades		3
Sociais		0
Relacionamento com stakeholders		4
Ambientais		0
Reaproveitamento energético		0
mal		3
Impactos ambientais		8
Gerenciamento de resíduos		1
mal		4
Σ SOMA	33	33

Fonte: MAXQDA12®.

As informações coletadas sobre os pequenos produtores geraram um sistema de códigos, onde pode há predominância das frequências sobre aspectos sustentáveis econômicos.

Com isso, as decisões dos pequenos produtores pautam-se, principalmente, nessa questão, buscando alinhar um caráter a funcionalidade, conforme já descrita nesta tese, que possam contribuir para perpetuar sistema econômico conjuntamente à proteção ambiental.

O segundo aspecto sustentável relevante é o ambiental, conforme pode ser observado na Figura 29.

Após a codificação, a correlação gerada foi de 46,67% entre as práticas realizadas pelos pequenos produtores. Foram 15 o total dos códigos gerados e 122 o número de segmentos. Os resultados estão ilustrados na Figura 30.

Figura 29 – Categorização disposta no MAXQDA12®

Sistema de Códigos	Anotação	#
Sistema de Códigos		122
Tecnológicos		0
Eficiência energética		14
Legais		0
Glicerol		0
Biodiesel		3
Econômicos		0
Financeiro		19
oportunidade de negócios e geração de renda		25
Externalidades		8
Sociais		0
Relacionamento com stakeholders		13
Ambientais		0
Reaproveitamento energético		12
Impactos ambientais		10
Gerenciamento de resíduos		18

Fonte: MAXQDA12®.

Primeiramente, um fato que pode ser identificado no resultado da análise de conteúdo realizada foi a presença de externalidades e impactos ambientais em ambas as propriedades, tanto nas pequenas como na grande. Isso corrobora com abordagem utilizada na tese sobre as falhas de mercado e falhas de regulação. Na presença de externalidades, resta aos proprietários resolvê-las.

Nas pequenas propriedades presume-se que há baixos custos de transação, pois as externalidades parecem ser internalizadas pelo destaque da relação que pode haver entre aspectos ambientais e econômicos. Nos grandes produtores, ao contrário, presume-se maiores custos de transação e, diante das externalidades, observadas pela maioria de impactos ambientais, ele parece não internalizar as externalidades.

Figura 30 - Análise dos aspectos sustentáveis e matriz de códigos

Sistema de Códigos	ppr	ppx	SOMA
Tecnológicos			0
Eficiência energética			14
Legais			0
Glicerol			0
Biodiesel			3
Econômicos			0
Financeiro			19
oportunidade de negócios e geração de renda			25
Externalidades			8
Sociais			0
Relacionamento com stakeholders			13
Ambientais			0
Reaproveitamento energético			12
Impactos ambientais			10
Gerenciamento de resíduos			18
SOMA	65	57	122

Fonte: MAXQDA 12®.

Diante desse resultado, a destinação do glicerol realizada pelos pequenos produtores parece ser eficiente, em termos sustentáveis, conforme considerados nesta tese.

Assim, uma vez que o objetivo foi discutir sobre o coproduto glicerol, tem-se que ele é reaproveitado para aplicação em ração animal e fabricação de sabão. Outra aplicação é que, após purificação, a glicerina é utilizada para fabricação de sabonetes nessas pequenas propriedades. O aspecto econômico, portanto, se destaca, pois, essas atividades representam oportunidades de negócios e geração de renda.

Já em relação ao aspecto legal, pode-se verificar que inexistem apontamentos. Assim, restou a esses produtores buscar orientação, fato que aqui foi categorizado como relacionamento com *stakeholders*. Na propriedade PP “R”, essa atividade se destaca por ser realizada junto à comunidade, realizando trabalhos de capacitação profissional, e atuando de

forma sustentável na cadeia do biodiesel. Além disso, conta também com a orientação de profissionais da área.

Ao se analisar comparativamente PP “R” e PP “X”, pode se observar que em PP “X” houve, primordialmente, a preocupação com o aspecto ambiental. O proprietário salienta por diversas vezes que o motivo principal da reestruturação de seus negócios, de seu planejamento sustentável, foi o incômodo provocado pelos resíduos de animais em sua pequena propriedade que eram destinados, em suas palavras, ‘incorretamente na natureza’. Assim, além desse aspecto, outro que se destaca perante os demais e sempre deverá existir, conforme afirmou o produtor, é o econômico. Desse modo, por gerir e tomar decisões pautadas nesses aspectos, os sociais parecem ter sido estruturados, por exemplo, por meio da geração de empregos, onde há cerca de 30 funcionários.

Posteriormente, a produção de biodiesel foi resultado de orientações externas sobre como destinar a gordura animal provenientes do abate dos animais, assim como, a destinação do glicerol para a produção de sabões utilizados na propriedade. Processos, estes, que podem ter sido propiciados por aspectos tecnológicos. Portanto, o que se tem de alternativas de destinação realizada pelos pequenos produtores é:

Situação 1: Ele é gerado pela produção de biodiesel na propriedade e, *in loco*, é reaproveitado como matéria-prima para a produção de sabões ou misturado à ração animal.

Situação 2: O sebo animal resultante das atividades da pequena propriedade é transportado até a cooperativa para a produção de biodiesel. Na cooperativa, o glicerol passa por um processo de purificação e, então, retorna como glicerina para a pequena propriedade rural para a produção de sabonetes, onde a comunidade é envolvida. Isso pode gerar um desenvolvimento regional.

Ambas proporcionam geração de renda e oportunidades de negócios, fazendo com que o aspecto econômico se sobressaia perante os demais. No caso do glicerol, inexistente regulamentação e, portanto, buscou-se orientação junto à *stakeholders* como forma de incentivo.

Por fim, o aspecto social que, apesar de não gerar um número expressivo de empregos frente à quantidade de funcionários e pessoas envolvidas, mas sim, uma oportunidade de fonte de renda familiar, poderá torná-lo socialmente excludente em relação ao grande produtor de biodiesel.

Ao final da análise de concordância de intercodificação, o a relevância da citação de cada código gerou um modelo de Nuvem de Palavras (*Word Cloud*). A Figura 31 ilustra os resultados, que resumem os objetivos do trabalho.

Figura 31 - Nuvem de Palavras resultantes da análise de conteúdo da pesquisa

Fonte: Elaborado pela autora, com uso da ferramenta MAXQDA12®

Entende-se que a abordagem utilizada na tese permitiu observar que, quando presentes baixos custos de transação, os agentes podem negociar sobre a alocação de recursos por existirem lacunas normativas que não lhes impõem condutas ou incentivos em relação à destinação do glicerol.

“Se as pessoas puderem negociar sem custos, então sempre poderão chegar a um acordo em que os recursos sejam alocados eficientemente. Mas, em muitos casos, chegar a um acordo quando existem muitas partes envolvidas é difícil, assim, o Teorema de Coase não se aplica” (MANKIW, 2016, p. 359). A alocação eficiente dos recursos para o grande produtor talvez poderá demandar maiores custos de transação. Nesse contexto, no grande produtor estudado, que sequer faz uso do biodiesel, a responsabilidade sobre a destinação do glicerol é transferida para terceiros. Sua alternativa é vender o glicerol gerado para uma refinaria e ela, então, se revestirá da responsabilidade que lhe caberia.

Uma observação importante é que as formas de destinação realizadas pelos pequenos produtores estudados parecem evidenciar alternativas sustentáveis de gestão do glicerol, com alocação eficiente de recursos. Mesmo que de forma implícita, tais alternativas se pautam no que preconiza o artigo 3º, VII, da PNRS sobre a destinação de resíduos ambientalmente adequada.

Conforme descrito no Referencial Teórico, o desenvolvimento sustentável está embasado nos aspectos econômicos, sociais e ambientais. Além disso, o incremento da produção de biodiesel por meio de transesterificação de óleos vegetais e gorduras animais está

ocorrendo devido a políticas e incentivos governamentais, mas a produção sustentável de biodiesel requer otimização do seu processo produtivo e reaproveitamento do glicerol gerado (AYOUB; ABDULLAH, 2012).

Em suma, como principais resultados tem-se que existem restrições para a destinação do glicerol que podem ser econômicos, sociais, ambientais, tecnológicos e, principalmente, legais. No entanto, poderão ser compensados pelas formas de planejamento e alternativas sustentáveis realizadas. Assim, os entraves, que constituem barreiras aos aspectos sustentáveis são apresentados no Quadro 24.

Quadro 24 - Entraves considerados como barreiras aos aspectos sustentáveis neste estudo

Aspectos	Restrições – Entraves – Barreiras	Referências/Estudos identificados
Econômicos	Dificuldades relativas à comercialização do glicerol bruto – sem ter sido submetido ao processo de purificação	Dalias e Polycarpou (2014); Murta (2008); Ávila Neto (2009); Ayoub e Abdullah (2012); Chi et al. (2007); César (2009); Ashby, Solaiman e Foglia (2004); Larsen (2009); Tan, Aziz e Aroua (2013); Ávila Filho, Machado e Santos (2006)
	Alto custo envolvido no processo de refino ou purificação	Dalias e Polycarpou (2014); Ávila Neto (2009); Silva (2013); Mendes e Serra (2012); Kongjao, Damronglerd e Hunsom (2010); Contreras-Andrade et al. (2015); D'Aurea (2010); Larsen (2009); Avila Filho, Machado e Santos (2006)
	Oferta e demanda - excesso no mercado	Murta (2008); Dalias e Polycarpou (2014); Oliveira (2008); Beatriz, Araújo e Lima (2011); BiodieselBR (2016); Araújo et al. (2013); César (2009); Slinn et al. (2008); Cubas et al. (2010); Mendes e Serra (2012); Silva (2013); Quispe, Coronado e Carvalho Junior (2013); D'Aurea (2010)
	Falhas no processo de refino ou purificação - baixo teor de pureza (< 95%)	Araújo et al. (2013); Ávila Neto (2009); Marchetti, Miguel e Errazu (2008); Pinto e De Araujo Mota (2014); Larsen (2009); Chi et al. (2007); Ashby, Solaiman e Foglia (2004); Tan, Aziz e Aroua (2013); Silva (2013)
	Viabilidade econômica de instalação de uma fábrica de biodiesel deve levar em consideração a receita obtida com a venda da glicerina residual	Robra et al. (2006)
Sociais	Em razão da matéria-prima do biodiesel: glicerol pode causar problemas de saúde	Miguel, Mantovani e Nogueira (2009)
	Restrições para inclusão na dieta animal – com restrições e/ou não recomendado para ruminantes	Araújo et al (2013); Dalias e Polycarpou (2014)
	Restrições para inclusão na dieta animal - só pode ser utilizada quando o resíduo do metanol na glicerina não ultrapassa 150 mg/kg de glicerina.	Food and Drug Administration (FDA, 21 C.F.R. 582.1320); D'Aurea (2010)
Ambientais	Há presença de metanol/etanol em sua composição	Murta (2008); Dalias e Polycarpou (2014); Ávila Neto (2009); D'Aurea (2010); Cubas et al. (2010); César (2009); engenheiros

		químicos e pesquisadores na área entrevistados na tese
	Há presença de material orgânico em sua composição	Larsen (2009); Avila Filho, Machado e Santos (2006); Cubas et al. (2010)
	Descarte indevido em solo ou fontes hídricas	Dalias e Polycarpou (2014); Oliveira (2008); Araújo et al. (2013); Fernando et al. (2007); Silva (2013); Viana (2011); César (2009); Quispe, Coronado e Carvalho Jr (2013); Oliveira et al. (2011); Antunes et al. (2011); D'Aurea (2010)
	Combustão pode liberar poluentes tóxicos, acroleína	AirProducts®(2017), Mendes e Serra (2012); Batista (2007); Marçon (2010); De Boni (2008)
Tecnológicos	Processo de purificação - inviáveis ou indisponíveis (desenvolvidos em ambiente controlado)	Dalias e Polycarpou (2014); Ávila Neto (2009); Silva (2013); Kongjao, Damronglerd e Hunsom (2010); Contreras-Andrade et al. (2015); D'Aurea (2010); Maimon, 1994; Donaire, 1994; Porter; Van Der Linde, 1995a, 1995b; Roome, 1994; Shrivastava 1995; Queiroz; Garcia, 2007; Rohrich; Cunha, 2004
Legais	Reaproveitamento energético	AirProducts®(2017), Mendes e Serra (2012); Batista (2007)
	Lacunas normativas - inexistente legislação à respeito do glicerol	D'Aurea (2010), engenheiros químicos e pesquisadores na área entrevistados na tese
	Ampliação do uso de biodiesel - normatização favorável ou não	Romero (2013)

Fonte: Elaborado pela autora.

Sendo assim, em relação à análise das alternativas de destinação do glicerol realizadas por produtores de biodiesel que podem contribuir no âmbito das medidas compensatórias e mitigadoras destacam-se as seguintes considerações:

a) Econômico: o 'lucro' impulsionou a realização de projetos em ambas as unidades estudadas. Sobre a diversificação da produção nas pequenas unidades, por representar oportunidade de geração de renda, negócios e provável redução de custos com o reaproveitamento dos resíduos, pode-se inferir que esse aspecto foi basilar; entretanto, por meio das alternativas dos pequenos produtores não haverá a geração de um número expressivo de empregos frente à quantidade de funcionários e pessoas envolvidas, mas sim, uma oportunidade de fonte de renda familiar, o que poderá torná-lo socialmente excludente em relação ao grande produtor de biodiesel; Este, conforme apresentado, possui mais de 500 funcionários. (ZENATTI, 2011; PORTO, 2013; FONSECA, 2015; GRAYMORE; SIPE; RICKSON, 2010)

b) Social: os pequenos produtores aproveitaram as oportunidades de conhecimento gerado tanto no ambiente interno quanto externo, no relacionamento com *stakeholders*, junto à cooperativas, buscando suprir suas necessidades, inclusive, de recursos detentores de conhecimentos específicos. Em ambas, a geração de renda e oportunidades de negócios

proporcionou um desenvolvimento sustentável, sob a dimensão social, por desenvolver habilidades junto a comunidades, por meio de capacitação de pessoas e geração de emprego. Este, pode não ser representativo em relação à um grande produtor, o que o torna excludente, mas é uma forma de proporcionar também desenvolvimento regional (HANSSON; FERGUSON, 2011; BAILEY, 2008; MACHADO et al., 2011; TRISTÃO et al., 2013; WEHRMANN; VIANNA; DUARTE, 2006).

c) Legal: vinculados ao mercado, a preponderância dos grandes produtores de biodiesel torna a destinação do glicerol estrategicamente insustentável, uma vez que, no caso estudado, parece haver uma transferência de responsabilidade para terceiros diante de lacunas normativas existentes; diante das falhas de mercado e de regulação, entende-se que podem vir a ser ineficientes ou ineficazes dependendo da disposição em que se encontram nos casos concretos. Entretanto, podem e devem servir como base para melhorias futuras, cumprindo, assim, o papel de precursoras de uma realidade a qual poderá ser parte quase unânime do discurso racional no que tange à gestão (ARAÚJO et al., 2013; D'AUREA, 2010; PONCIANO; SOUZA; MATA, 2008; PEIXOTO, 2013; MATIAS; BELCHIOR, 2007; COELHO, 2007; SALAMA, 2008).

d) Ambiental: pressupõe-se que, caso não regulamentado, a situação atual sobre a destinação do glicerol poderá permanecer inalterada, pois os benefícios resultantes das alternativas talvez demandem investimentos que transcendam a atividade-fim dos grandes produtores; Sem incentivos e disciplina (no caso regulação), os pequenos poderão permanecer sem o apoio governamental (GRAYMORE; SIPE; RICKSON, 2010; (DALIAS; POLYCARPOU, 2014; BIERMANN; BROHM; DINGWERTH, 2002; MOTA; MONTEIRO, 2013; RECH; BUTZKE; GULLO, 2012)

e) Tecnológico: os custos dos equipamentos disponíveis, podem não representar prioridades para os grandes produtores investirem em usinas de refino. Muito embora existam várias pesquisas sobre o glicerol, estas são, em sua maioria, pertencentes à área da Química, desenvolvidas em ambientes controlados e, portanto, ou em fases experimentais ou incipientes. Constituem os aspectos mais incertos, pois são mutáveis em relação ao tempo e à indústria, com o caráter obsoleto (WISCHRAL, 2016; SANDERSON, 2013; DALIAS; POLYCARPOU, 2014; DINIZ; DINIZ; OLIVEIRA JUNIOR, 2010; SANCHES, 2000; QUISPE; CORONADO; CARVALHO JUNIOR, 2013)

Após as análises e discussões realizadas, bases foram construídas para para propor, enfim, um sistema sobre a contribuição no âmbito das medidas compensatórias e mitigadoras (Figura 25).

Figura 25 – Sistematização das alternativas de destinação do glicerol realizadas por produtores de biodiesel

Fonte: Elaborado pela autora.

Com isso, a contribuição apresentada nesta tese visa incentivar, disciplinar e facilitar ações que possam colaborar para perpetuar sistema econômico conjuntamente à proteção ambiental, atribuindo-se o caráter de funcionalidade, onde políticas públicas, que poderiam contemplar aqueles que demandam subsídios. Em especial, os pequenos produtores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Legalmente, houve a implementação do biodiesel na matriz energética brasileira pelo PNPB do Governo Federal. No entanto, sua produção gera o glicerol. Trata-se de um coproduto da produção de biodiesel que foi desconsiderado, inclusive, pela PNRS, acarretando uma lacuna na legislação. A maioria das aplicações do glicerol dependem do processo de refino, onde será purificado e comercializado como glicerina. Caso contrário, existem restrições que incluem processos incipientes ou inviáveis. Tais restrições foram consideradas como entraves aos aspectos sustentáveis das alternativas de destinação do glicerol.

Por meio dos dados coletados sobre informações relacionadas ao volume de glicerol, pode-se observar que há excesso no mercado e, por inexistir um controle efetivo tampouco fiscalização, resta aos agentes buscar soluções alternativas para a sua destinação. Com isso, informações relevantes para a problemática analisada foram levantadas, perfazendo um primeiro passo para contribuir na elaboração de políticas públicas. Desse modo, considerando que a destinação do glicerol pode representar um problema para a sociedade, discutiu-se a problemática do tema sob a ótica das falhas de regulação e falhas de mercado, onde se pode observar que soluções privadas sustentáveis ocorreram para as externalidades nos casos identificados de pequenos produtores de biodiesel.

A abordagem utilizada, que envolveu as ciências econômicas, jurídicas e de gestão permite observar que, se presentes baixos custos de transação os agentes poderão negociar sobre a alocação eficiente de recursos, uma vez que existe a falha de regulação que não lhes impõem condutas em relação à destinação do glicerol.

A análise realizada sobre as pequenas propriedades permite inferir que as externalidades parecem ser internalizadas pela relação entre os entraves e os aspectos sustentáveis. Nos grandes produtores, ao contrário, presume-se maiores custos de transação e, portanto, na presença de externalidades, ele parece não as internalizar de modo sustentável.

Diante desses resultados, as alternativas realizadas pelos pequenos produtores parecem ser eficientes, em termos sustentáveis. Dentre os aspectos sustentáveis, o tecnológico pode representar a incerteza ao longo do tempo e da indústria. O aspecto social engloba o envolvimento com os *stakeholders*, principalmente, por realizar trabalhos de capacitação e com orientação de profissionais da área, contudo, desenvolver habilidades junto a comunidades, por meio de capacitação de pessoas e geração de emprego pode não ser representativo em relação

à um grande produtor, o que poderia torná-lo ineficiente, mas é uma forma de promover desenvolvimento regional.

Já em relação ao aspecto legal, pode-se verificar que inexistem apontamentos, fato que justificaria a importância das políticas públicas. Dentre os aspectos sustentáveis, o econômico é basilar. Sendo assim, as alternativas que podem contribuir nesse âmbito são as realizadas pelos pequenos produtores, que envolvem reaproveitamento energético, minimizam os impactos ambientais, promovem um relacionamento com os *stakeholders*, buscam a eficiência energética e realizam um gerenciamento de resíduos.

Apesar da relevância e da importância dos resultados apresentados, eles não são generalizáveis. Outrossim, algumas limitações foram encontradas no decorrer do trabalho, entre elas, a dificuldades de acesso aos participantes da pesquisa, dificuldades em obter informações ou base de dados que pudessem remeter a uma amostra representativa ou de alguns dos participantes. Ademais, não foi localizada base de dados sobre pequenos produtores de biodiesel.

Destarte, questões que poderão incentivar trabalhos futuros são quanto à possibilidade de envolver grandes produtores de biodiesel em projetos para reaproveitamento do glicerol, são se há o interesse tanto pelo Poder Público como pelos grandes produtores de biodiesel? Como fazer para que a produção de biodiesel possa ser socialmente justa e ambientalmente correta? Pensar em termos de logística e integração que pudessem proporcionar arranjos produtivos locais.

Espera-se que os resultados possam fornecer subsídios para a implantação de políticas que visem remediar ineficiências relacionadas à sustentabilidade nos negócios. Com isso, o sistema apresentado nesta tese visa incentivar, disciplinar e facilitar ações que possam contribuir para perpetuar sistema econômico conjuntamente à proteção ambiental, atribuindo-se o caráter de funcionalidade às políticas públicas. Estas, poderiam contemplar aqueles que demandam subsídios, em especial, o pequeno produtor. Fato é que estes não recebem o apoio necessário para realizar essa atividade.

Além disso, possíveis contribuições desta pesquisa poderão fornecer subsídios para a tomada de decisão dos pequenos produtores de biodiesel, visando oportunidades de negócios e redução de impactos ambientais por meio do aproveitamento sustentável do glicerol. Contribuir para a edificação do conhecimento já existente, com relação à gestão de resíduos, no intuito de desencadear ações que possam ser implementadas em políticas públicas. Criar fonte de informações para publicações científicas nacionais e internacionais.

Ampliar as ações e oportunidades do PNPB, possibilitar maior desenvolvimento regional e valorização das pequenas propriedades, com o fortalecimento contínuo do desenvolvimento sustentável. E, contribuir, no âmbito normativo ambiental, para as medidas compensatórias e mitigadoras.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Y. V.; OLIVEIRA, H. R.; LEAL, J. E. C. **Biodiesel no Brasil em três hiatos: Selo combustível social, empresas e leilões 2005 a 2012**. Málaga: Eumed.net Universidade de Málaga, 2012.
- ABREU, F. R.; VIEIRA, J. N. de S.; RAMOS, S. Y. Programa Nacional para a Produção e Uso do Biodiesel Diretrizes, desafios e perspectivas. **Revista de Política Agrícola**, v. 15, n. 3, p. 5-18, 2006.
- ALBUQUERQUE JÚNIOR, E. P. D.; CUNHA, L. T. D.; BARROS NETO, J. D. P.; FERREIRA, J. H. M. Sistema de Gestão Ambiental ISO 14001 e o Nível de Tratamento de Resíduos sob o enfoque da Produção Verde. 2011. **Anais...** V Encontro de estudos em estratégia. Porto Alegre, RS.
- ADHIKARI, S.; FERNANDO, S. D.; HARYANTO, A. Hydrogen production from glycerin by steam reforming over nickel catalysts. **Renewable Energy**, v. 33, p. 1097-1100, 2008.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. **Dados Estatísticos Mensais**. 2015. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=69299&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&1440386710911>> Acesso em: 24 ago. 2015.
- _____. **Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis: 2016a**. Rio de Janeiro: ANP, 2016a.
- _____. **Biodiesel**. 2016b. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/biocombustiveis/biodiesel>> Acesso em: 14 jan. 2017
- AGUIAR, R. A. R. **Direito do Meio Ambiente e Participação Popular**. Brasília: Edições IBAMA, 1996, 158 p.
- AIRPRODUCTS. 2017. Disponível em: <www.airproducts.com.br/industries/Energy/Bioenergy/Biodiesel/product-list/combustion-of-glycerol-byproduct-biodiesel.aspx?itemld=1E05373EC7F541D5B797341BEF9BB861>. Acesso em: 11 jan. 2017.
- AL-LAL, A. M.; GARCÍA-GONZALEZ, J. E.; LLAMAS, A.; MONJAS, A.; CANOIRA, L. A new route to synthesize tert-butyl ethers of bioglycerol. **Fuel**, v. 93, p. 632-637, 2012.
- ALMEIDA, K. M. V. **Logística reversa para gestão de resíduos e coprodutos da cadeia de biodiesel – estudo de caso em usinas do nordeste brasileiro**. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco. Pernambuco, 2012.
- ALVARENGA JUNIOR, M.; YOUNG, C. E. F. Produção de biodiesel no Brasil, inclusão social e ganhos ambientais. In: IV encontro latinoamericano de economia da energia (ELAAE.), 4., Montevideo, 8-9 de Abril 2013. **Anais...** UFRJ, 2013.
- ALVES, G. A.; ARAÚJO, M. H. A.; SANTOS, M. R.; SILVA, S. O. Reutilização do glicerol do biodiesel na fabricação de sabonetes artesanais, a partir da essência do eugenol do cravo.

In: LI Congresso Brasileiro de Química: Meio Ambiente e Energia. São Luís, 9-13 de Outubro 2011. **Anais...UFRJ**, 2011.

AMON, T.; AMON, B.; KRYVORUCHKO, V.; BODIROZA, V.; PÖTSCH, E.; ZOLLITSCH. Optimising methane yield from anaerobic digestion of manure: effects of dairy systems and of glycerine supplementation. **International Congress Series**, v. 1293, p. 217-220, 2006.

ANÁLISE EDITORIAL. **Análise Gestão Ambiental – 2013/2014**. São Paulo: Plural Editora e Gráfica Ltda, dezembro, 2014.

ANITESCU, G.; BRUNO, T. J. Fluid properties needed in supercritical transesterification of triglyceride feedstocks to biodiesel fuels for efficient and clean combustion – A review. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 63, p. 133-149, 2012.

ANTUNES, F. A. F.; TABUCHI, S. C. T.; MILESSI, T. S. S.; PINHEIRO, D. J. L. L.; ESTEVES, T. D.; SILVA, M. B.; SILVA, S. S. Condições de pré-tratamento do glicerol proveniente da produção de biodiesel utilizando planejamento experimental *placket burman*. In: XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica (INIC), 2011. **Anais...** Lorena, SP.

ARANTES, H. **Oferta de glicerina e produção de biodiesel**. Centro de Referência da Cadeia de Produção de Biocombustíveis para Agricultura Familiar. 2015. Disponível em: <biomercado.com.br/not_detalhe.php?noticia=1248>. Acesso em: 14 abr. 2016

ARAÚJO, M. F. **Impacto de treinamento e desenvolvimento: uma análise integrada quantitativa e qualitativa**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2005.

ARAUJO, G. A.; COHEN, M.; SILVA, J. F. Avaliação de Taxonomias e Tipologias de Gestão Ambiental Estratégica em Empresas Brasileiras por Meio da Análise de Clusters. **Anais...** XVI Semead, out. 2013.

ARAÚJO, A. R.; RODRÍGUEZ, N. M.; COSTA, H. H. A.; SILVA, V. L. Glicerol na alimentação de ruminantes. **Ciência Animal**, v. 23, n. 1, p. 20-25, 2013.

ASHBY, R. D.; SOLAIMAN, D. K. Y.; FOGLIA, T. A. Bacterial Poly(hydroxyalkanoate) Polymer Production from the Biodiesel Co-product Stream. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 12, n. 3, p. 105-112, 2004.

ÁVILA NETO, P. M. **Prospecção de bioprodutos de interesse industrial a partir da fermentação do glicerol por leveduras**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista - Unesp, Rio Claro, 2009.

ÁVILA FILHO, S.; MACHADO, A. S.; SANTOS, E. P. Purificação da glicerina bruta vegetal. In: Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia do Biodiesel. **Anais...** 1, 2006, p. 1-4, Brasília.

AYOUB, M.; ABDULLAH, A. Z. Critical review on the current scenario and significance of crude glycerol resulting from biodiesel industry towards more sustainable renewable energy industry. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, p. 2671-2686, 2012.

AZAPAGIC, A. Systems approach to corporate sustainability: a general framework. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 81, n. 5, p. 303-316, 2003.

BADAJIDE, O. Sustaining Biodiesel Production via Value-Added Applications of Glycerol. **Journal of Energy**, p. 1-7, 2013.

BAILEY, R. Another Inconvenient Truth: How biofuel policies are deepening poverty and accelerating climate change. In: **Oxfam Policy and Practice: Climate Change and Resilience**, v. 4, n. 2, p. 1-58, 2008. Disponível em: <<http://www.ingentaconnect.com/content/oxpp/oppccr/2008/00000004/00000002/art00001>> Acesso em: 13 jan. 2017

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**: Planejamento, Organização e Logística Empresarial. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BANKOVIĆ-ILIĆ, I. B.; STOJKOVIĆ, I. J.; STAMENKOVIĆ, O. S.; VELJKOVIC, V. B. Waste animal fats as feedstocks for biodiesel production. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 32, p. 238-254, 2014.

BARBIERI, J. C.; VACONCELOS, I. F. G.; ANDREASSI, T.; VASCONCELOS, F. C. Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições. **Revista de Administração de Empresas**, v. 50, n. 2, 2010, p. 146-154.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011, 229 p.

BARROS, T. D.; MANZONI, L. P. Árvore do conhecimento agroenergia. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**. Disponível em: <www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000g8st49lo02wx5ok0u5nfpm68rpfu6.html#> Acesso em: 14 abr 2015

BART, J. C. J.; PALMERI, N.; CAVALLARO, S. Sustainability and use of biodiesel. **Biodiesel Science and Technology**, p. 625-712, 2010.

BARSKI, A. A. **Gestão de efluentes e resíduos**: estudo de caso em uma produção de metiléster e biocombustível a partir do óleo de soja. 2008. Dissertação (Mestre em Engenharia de Produção). Universidade metodista de piracicaba. Santa Bárbara do Oeste, 2008.

BATISTA, F. **Brasil não tem destino certo para glicerina gerada por biodiesel**. 2007. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/noticias/biodiesel/brasil-destino-certo-glicerina-gerada-biodiesel-05-06-07.htm>>. Acesso em: 14 mai. 2017.

BAUMGÄRTNER, S, QUAAS, M. What is sustainability economics? **Ecol Econ**, v. 69, 2010, p. 445–450.

BEATRIZ, A.; ARAÚJO, Y. J. K.; LIMA, D. P. Glicerol: um breve histórico e aplicação em sínteses estereosseletivas. **Química Nova**, v. 34, n. 2, p. 306-319, 2011.

BERENCHTEIN, B.; COSTA, L. B.; BRAZ, D. B.; ALMEIDA, V. V.; TSE, M. L. P.; MIYADA, V. S. Utilização de glicerol na dieta de suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 7, p. 1491-1496, 2010.

BIERMANN, F.; BROHM, R.; DINGWERTH, K. **Global environmental change and the Nation State**. 2002. Proceedings of the 2001 Berlin conference on the human dimensions of global environmental change. n. 80. Potsdam Institute Climate Impact Research (PIK), Germany.

BIODIESELBR. **Manter o selo Combustível Social é mesmo bom para o Brasil?**. 2015. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/agricultura/selo/manter-selo-combustivel-social-mesmo-bom-brasil-160915.htm>>. Acesso em: 04 nov. 2015

_____. **Mapa das usinas de biodiesel 2016**. 2016. Disponível em: <<http://loja.biodieselbr.com/bio/produtos/mapa-usinas-biodiesel-2016.html#>>. Acesso em: 24 set. 2016

_____. **MME rejeita proposta de ajuda às pequenas usinas**. 2017a. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/noticias/regulacao/politica/mme-rejeita-proposta-de-ajuda-as-pequenas-usinas-240417.htm>> Acesso em: 24 abr. 2017

_____. **Exportação de glicerina tem primeiro recuo desde lançamento do PNPB**. 2017b. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/noticias/usinas/glicerina/exportacao-glicerina-primeiro-recuo-desde-lancamento-pnpb-100117.htm>> Acesso em: 24 abr. 2017.

BITHAS, K. P.; CHRISTOFAKIS, M. Environmentally sustainable cities: critical review and operational conditions. **Sustain Dev**, v. 14, p. 177–189, 2006.

BOGEA, G. Ecoquintais transformam agricultores familiares de SL em empreendedores: modelo produtivo ecoquintal lucrativo- uma alternativa sustentável para agricultura familiar. **Jornal Pequeno**. 2013. Disponível em: <<https://jornalpequeno.com.br/2013/05/13/ecoquintais-transformam-agricultores-familiares-de-sl-em-empresarios/>> Acesso em: 25 jan. 2017

BORBA, A. C. O. **Avaliação do sistema de gestão ambiental nas indústrias beneficiadoras de cacau no sul da Bahia**. 2007. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Bahia, 2007.

BORDIN, R. G. **Estudos sobre a localização de usinas de biodiesel com utilização de Tecnologia SIG**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988**. Constituição da República Federativa do Brasil. Organização de Alexandre de Moraes. 16. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

_____. **Lei n. 11.097, de 13 de janeiro de 2005**. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm>. Acesso em: 1 jul. 2008.

_____. **Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 25/08/2010.

CALDO, G. M. M. **Resíduos de Serviço de Saúde (RSS):** um estudo multicaso comparativo do gerenciamento em organizações municipais públicas, privada e mista, diante da pluralidade normativa. 2009. Dissertação (Mestrado em Administração de Organizações) – FEA-RP, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2009.

CAMPOS, J. G. F.; MELLO, A. M.; KRUGLIANSKAS, I. Custos de Transação em Compras Ambientais: Análise à luz de Dois Casos. In: International Workshop Advances In Clear Production. Cleaner production towards a sustainable transition. **Anais...** V, 2015, p. 1-11, São Paulo.

CARDÍN-PEDROSA, M.; ALVAREZ-LÓPEZ, C. J. Model for decision-making in agricultural production planning. **Computers and Electronics in Agriculture**. v. 82, p. 87-95, 2012.

CARDOSO, L. R. **Diagnóstico de risco ambiental em áreas de vulnerabilidade da cidade de Marília (SP).** 2014. Dissertação (Mestrado em ?) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2014.

CARLUCCI, F. V. **Aplicação da Análise Envolvória de Dados (DEA) para avaliação do impacto das variáveis tamanho e localização e eficiência operacional de usinas de cana-de-açúcar na produção de açúcar e etanol no Brasil.** 2012. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto (FEA-RP), Ribeirão Preto, 2012.

CAROF, M.; COLOMB, B.; AVELINE, A. A guide for choosing the most appropriate method for multi-criteria assessment of agricultural systems according to decision-makers expectations. **Agricultural Systems**, v. 115, p. 51- 62, 2013.

CAVALETT; O.; ORTEGA, E. Impactos ambientais da produção de biodiesel de soja. **Laboratório de Engenharia Ecológica e Informática Aplicada da UNICAMP.** 2011. Disponível em: < <http://pt.slideshare.net/irusta/biodiesel-soja>> Acesso em: 05 nov. 2015.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia científica.** 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z.; COTO, C.; SACAKLI, P.; WALDROUP, P.W. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. **International Journal of Poultry Science**, v. 5, n.11, p. 1001-1007, 2006.

CÉSAR, A. S. **Análise dos direcionadores de competitividade para a cadeia produtiva de biodiesel: o caso da mamona.** 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

CHI, Z.; PYLE, D.; WEN, Z.; FREAR, C.; CHEN, S. A laboratory study of producing docosahexaenoic acid from biodiesel-waste glycerol by microalgal fermentation. **Process Biochemistry**, v. 42, n. 11, p. 1537-1545, 2007.

CIRIMINNA, R.; PINA, C. D.; ROSSI, M.; PAGLIARO, M. Understanding the glycerol market. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 116, n. 10, p. 1432-1439, 2014.

CYRNE, C. C. S.; DALMORO, M. **Arquétipos da gestão ambiental**: proposição de um modelo a partir de empresas gaúchas. 5 Forum Internacional Ecoinovar. Santa Maria, RS, 2016.

COELHO, C. O. A Análise Econômica do Direito enquanto Ciência: uma explicação de seu êxito sob a perspectiva da História do Pensamento Econômico. Latin American and Caribbean Law and Economics Association (ALACDE) Annual Papers. **Berkeley Program in Law and Economics**. Disponível em: <<https://escholarship.org/uc/item/47q8s2nd>> Acesso em: 23 abr 2017.

CONIGLIO, L.; COUTINHO, J.A.P.; CLAVIER, J.Y.; JOLIBERT, F.; JOSE, J.; MOKBEL, I.; PILLOT, D.; PONS, M. N.; SERGENT, M.; TSCHAMBER, V. Biodiesel via supercritical ethanolysis within a global analysis "feedstocks-conversion-engine" for a sustainable fuel alternative. **Progress in Energy and Combustion Science**, v. 43, p. 1-35, 2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Contexto, *on line*.

Disponível em: <

http://www.mma.gov.br/port/conama/reuniao/dir1641/AntecedentesSeminario_CONAMA.pdf> Acesso em: 15 mai. 2017

CONTRERAS-ANDRADE, I.; AVELLA-MORENO, E.; SIERRA-CANTOR, J. F.; GUERRERO-FAJARDO, C. A.; Sodré, J. R. Purification of glycerol from biodiesel production by sequential extraction monitored by ¹H NMR. **Fuel Processing Technology**, v. 132, p. 99-104, 2015.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de Pesquisa em Administração**, 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

CORDOBA, A. Y. M. **Estudo da combustão direta da glicerina bruta e loira como alternativa de aproveitamento energético sustentável**. 2011. 270 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

COSTA, S. S. T. Introdução à economia do meio ambiente. **Análise**, v. 16, n. 2, p. 301-323, 2005.

COSTA, E. J. M. **Arranjos produtivos locais, políticas públicas e desenvolvimento regional**. Brasília: Mais Gráfica Editora, 2010. Disponível em: <

http://mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=58908ef0-c6ff-45f3-ac3f-91b2baf3e755&groupId=10157> Acesso em: 12 mai 2017.

CUBAS, J. L.; ADÃO, D. C.; FERREIRA, F. A. F.; DELFINO, L. D.; ZAGONEL, G. F.; SILVA, P. R.; MAIA, M.; ADAD, L. B.; VECHIATTO, W. W. D.; SUCHEK, E. M.; COSTA B. J. Neutralização da glicerina bruta obtida pela transesterificação dos óleos de crambe, cárcamo e soja. In: Congresso Brasileiro de plantas oleaginosas, óleos, gorduras e biodiesel, 7., 2010, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFLA, 2010.

D'AUREA, A. P. **Glicerina, resíduo da produção de biodiesel, na terminação de novilhas da raça nelore.** 2010. 59 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2010.

DALIAS, P.; POLYCARPOU, P. Decomposition of the biodiesel by-product, crude glycerol, in soil. **Rev. Agr. Eng.**, v. 60, n. 1, p. 17-23, 2014.

DALENOGARE, P. R. **Medidas mitigadoras e compensatórias executadas na orizucultura do município de Itaqui/RS.** 2013. Monografia (Graduação em Tecnologia do Desenvolvimento Rural) – Faculdade de Ciências Econômicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Itaqui, 2013.

DASARI, M. Crude glycerol potencial described. **Feedstuffs**, p.16-19, 2007.

DASARI, M. A.; KIATSIMKUL, P. P.; SUTTERLIN, W. R.; SUPPES, G. J. Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis. A, General**, v. 28, n. 1-2, p. 225-231, 2005.

DELLA CASA, G.; BOCHICCHIO, D.; FAETI, V.; MARCHETTO, G.; POLETTI, E.; ROSSI, A.; GARAVALLI, A.; PANCIOLO, A.; BROGNA, N. Use of pure glycerol in fattening heavy pigs. **Meat Science**, v. 81, n. 1, p. 238-244, 2009.

DEMETERCO NETO, A.; SANTOS, F. D. A.; NAGEM, J. V. G. Estado e desenvolvimento sustentável: o problema da aplicabilidade das normas constitucionais. In: SILVA, Christian Luiz (Org.). **Desenvolvimento sustentável: um modelo analítico e integrado e adaptativo.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2006. p. 65-88.

DEMIRBAS, A. Progress and recent trends in biodiesel fuels. **Energy Conversion and Management**, n. 50, p. 14-34, 2009.

DEMO, P. **Pesquisa e construção do conhecimento: metodologia científica no caminho de Habermas.** Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2000.

DHAMARDI, Y.; MURARKA, A.; GONZALEZ, R. Anaerobic fermentation of glycerol by *Escherichia coli*: a new platform for metabolic engineering. **Biotechnol Bioeng.**, v. 5, n. 94, p. 821-9, 2005.

DIAS, R. **Gestão Ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

DIEHL, A. A.; TATIM, D. C. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas.** São Paulo: Prentice Hall, 2004.

DINIZ, M. J. T.; DINIZ, M. B.; OLIVEIRA JUNIOR, J. N. A introdução de inovações (ambientais) afeta o desempenho da indústria? Um estudo empírico para o polo industrial de Manaus (2000-2006). **Anais...V Encontro Nacional da ANPPAS**, Florianópolis, 2010.

DONAIRE, D. Considerações sobre a influência da variável ambiental na empresa. **Revista de Administração de Empresas**, v. 34, n. 2, p. 68-77, 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Soja em números (safra 2014/2015)**. 2015. Disponível em:

<<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>> Acesso em: 23 out. 2015.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Relatório final do balanço energético nacional 2015 (BEN 2014)**. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/default.aspx>>. Acesso em: 14 out. 2015.

FAIRBANKS, M. Glicerina. **Revista Química e Derivados**, n. 487, 2009. Disponível em: <<http://www.dequi.eel.usp.br/~barcza/GlicerinaQuim&Deriv.pdf>> Acesso em: 05 mai. 2017

FARIA, I. D. **Compensação Ambiental**: os fundamentos e as normas, a gestão e os conflitos. Consultoria Legislativa do Senado Federal. Textos para Discussão 43, Brasília, 2008.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DE SÃO PAULO -

FAESP. 2012. **Assunto**. Disponível em:

<<http://www.faespsenar.com.br/faesp/pagina/exibe/faesp/produtos/soja/596>>. Acesso em: 19 set. 2015.

FERNANDO, S.; ADHIKARI, S.; KOTA, K.; BANDI, R. Glycerol based automotive fuels from future biorefineries. **Fuel**, v. 86, n. 17-18, p. 2806-2809, 2007.

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

FERREIRA, R. A. R. **Certificação pela ISO série 14.000 e a eficácia na garantia de qualidade do meio ambiente**. 1998. São Carlos. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

FISCHER, J; MANNING, A. D.; STEFFEN, W. Mind the sustainability gap. **Trends Ecol Evol**, v. 22, n. 12, p. 621–624, 2007.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION - FDA. 2006. **Substances generally recognized as safe: general purpose food additives glycerin**. Code of Federal Regulations. 2006.

FONSECA, R. O. Compensação ambiental: da contradição à valoração do meio ambiente no Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 27, n. 2, p. 209-222, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1982-451320150202>

FONTANA, J. D. **Biodiesel: para leitores de 9 a 90 anos**. Curitiba: UFPR, 2011.

FRADE, M. A. **Falhas institucionais na relação entre fornecedores e provedores públicos de medicamentos em Belo Horizonte**. 2016. Dissertação (Mestrado em Administração) – Faculdade de Ciências Empresariais. Universidade FUMEC. Belo Horizonte, 2016.

FRANCO, C. **Custo-benefício de uma planta de refino de glicerina**. 2014. Disponível em: <http://biomercado.com.br/not_detalle.php?noticia=1154> Acesso em: 12 fev. 2017

FRANCO, A. L. C.; LÔBO, I. P.; CRUZ, R. S.; TEIXEIRA, C. M. L. L.; ALMEIDA NETO, J. A.; MENEZES, R. S. Biodiesel de microalgas: avanços e desafios. **Química Nova**, v. 36, n. 3, p. 437-448, 2013.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – SEADE. **Índice Paulista de Vulnerabilidade Social - IPVS**. 2010. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/web/ipvs/index-ipvs.htm>>. Acesso em: 01 ago. 2015.

GARCIA, J.; ROMEIRO, A. Governança da cadeia produtiva do biodiesel brasileiro. **Revista de Política Agrícola**, v. 18, n. 1, 2009.

GAVARD, F. M. P. O discurso da sustentabilidade e as grandes empresas no Brasil: conteúdos e limitações. In: **Anais...** I Seminário Nacional de Direito Ambiental e Agrário da UFSM, 2009.

GHOLAMI, Z.; ABDULLAH, A. Z.; LEE, K.-T. Dealing with the surplus of glycerol production from biodiesel industry through catalytic upgrading to polyglycerols and other value-added products. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 39, p. 327-341, 2014.

GIBSON, R. B. **Sustainability-based assessment criteria and associated frameworks for evaluations and decisions: theory, practice and implications for the Mackenzie Gas Project Review**; 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2009.

_____. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

GLADWIN, T. N.; KENNELLY, J. J.; KRAUSE, T. S. Shifting paradigms for sustainable development: implications for management theory and research. **Academy of Management**, v. 20, n. 4, p. 874-907, 1995.

GONÇALVES RIBEIRO, O. O.; RIBEIRO, M. M. Incentivos fiscais: uma perspectiva da Análise Econômica do Direito. **Economic analysis of law review**, v. 4, n. 1, p. 79-102, 2013.

GRAYMORE, M. L. M.; SIPE, N. G.; RICKSON, R. E. Sustaining human carrying capacity: a tool for regional sustainability assessment. **Ecol Econ**, v. 69, p. 459-468, 2010.

GRIMMER, N. **Sustainable liquid biofuels in New Zealand: Can sustainability standards help distinguish the good from the bad?** 2009. Wellington. Thesis (Doutorado em Ciências Ambientais) – School of Geography, Environment and Earth Sciences. Victoria University of Wellington. November, 2009.

HAAS, M. J.; MCALOON, A. J.; YEE W. C.; FOGLIA, T. A. A process model to estimate biodiesel production costs. **Bioresource Technology**, v. 97, n. 4, p. 671-678, 2006.

HAZLITT, H. **Economics in one lesson**: The Shortest and Surest Way to Understand Basic Economics, Crown Publishing Group, 2010, 224 p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books/about/Economics_in_One_Lesson.html?id=c2j494_m84IC&redir_esc=y> Acesso em 17 jan. 2017

HANSSON, H.; FERGUSON, R. Factors influencing the strategic decision to further develop dairy production: A study of farmers in central Sweden. **Livestock Science**, v. 135, n. 2-3, p. 110-123, 2011.

HASSANA, M. A.; YEE, L. N.; YEE, P. L.; ARIFFIN, H.; RAHA, A. R.; SHIRAI, Y.; SUDESH, K. Sustainable production of polyhydroxyalkanoates from renewable oil-palm biomass. **Biomass and Bioenergy**, v. 50, p. 1-9, 2013.

HERSECZKI, Z.; VARGA, T.; MARTON, G. Synthesis of Glycerol Carbonate from Glycerol, a By-Product of Biodiesel Production. **International Journal of Chemical Reactor Engineering**, v. 7, n. 1, 2009.

HIRAKURI, M. H.; CASTRO, C. de.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; PROCÓPIO, S. O.; BALBINOT JUNIOR, A. A. **Indicadores de sustentabilidade da cadeia produtiva da soja no Brasil**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Soja Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Documentos 351. Londrina: Embrapa Soja, 2014.

HOLANDA, A. **Biodiesel e inclusão social**. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2004. 200 p. (Caderno de Altos Estudos, 1).

HRDLICKA, H. A. **As boas práticas de gestão ambiental e a influência no desempenho exportador**: um estudo sobre as grandes empresas exportadoras brasileiras. 2009. Tese (Doutorado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
doi:10.11606/T.12.2009.tde-11092009-102253.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. Biodiesel no Brasil: desafios das políticas públicas para a dinamização da produção. **Comunicados do IPEA**, n. 137, 2012.

ISHOLA, M. M.; BRANDBERG, T.; SANI, S. A.; TAHERZADEH, M. J. Biofuels in Nigeria: a critical and strategic evaluation. **Renewable energy**, v. 55, p. 554-560, 2013.

JACKSON, T. **Prosperity without growth? The transition to a sustainable economy**. Sustainable Development Commission, 2009. Disponível em: <http://www.sd-commission.org.uk/publications/downloads/prosperity_without_growth_report.pdf>. Acesso em: 25 ago 2015.

JOHNSON, D. T.; TACONI, K. A. The glycerin glut: Options for the value-added conversion of crude glycerol resulting from biodiesel production. **Environmental Progress & Sustainable Energy**, v. 26, n. 4, p. 338-348, 2007.

KARLEN, D. L.; KERR, B. J. Future Testing Opportunities to Ensure Sustainability of the Biofuels Industry. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 43, n.1-2, p. 36-46, 2012.

KATES, R. W.; CLARK, W. C.; CORELL, R. Sustainability science. **Science**, v. 292, n. 5517, p. 641-642, 2001.

KOHLHEPP, G. Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, 2010.

KONDAMUDI, N.; MISRA, M.; BANERJEE, S.; MOHAPATRA, S.; MOHAPATRA, S. Simultaneous production of glyceric acid and hydrogen from the photooxidation of crude glycerol using TiSi 2. **Applied Catalysis B: Environmental**, v. 126, p. 180-185, 2012.

KONGJAO, S.; DAMRONGLERD, S.; HUNSOM, M. Purification of crude glycerol derived from waste used-oil methyl ester plant, **Korean Journal of Chemical Engineering**, v. 27, n. 3, p. 944-949, 2010.

KNOTHE, G.; GERPEN, J. V.; KRAHL, J.; RAMOS, L.P. **Manual do biodiesel**. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.

KUWAHARA, M. Y. Resíduos Sólidos, desenvolvimento sustentável e qualidade de vida. In: SAIANI, C. C. S.; DOURADO, J.; TONETO JUNIOR, R. **Resíduos Sólidos no Brasil: oportunidades e desafios da lei federal n. 12.305 (lei de resíduos sólidos)**. Barueri: Minha Editora, 2014.

LAL, R.. Soil structure and sustainability. **J. Sustain. Agric.**, v. 1, n. 4, p. 67-91, 1991.

LANNA, A. E. L. Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos. Brasília: IBAMA, 1995. Disponível em: <<http://www.uff.br/cienciaambiental/biblioteca/rhidricos/parte2.pdf>>. Acesso em: 17 mai. 2017.

LARSEN, A. C. **Co-digestão anaeróbia de glicerina bruta e efluente de fecularia**. 2009. 55 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Cascavel, 2009.

LEONETI, A. B.; ARAGÃO-LEONETI, V.; OLIVEIRA, S. V. W. B. Glycerol as a by-product of biodiesel production in Brazil: Alternatives for the use of unrefined glycerol. **Renewable Energy**, v. 45, p. 138-145, 2012.

MA, F.; HANNA, M. A. Biodiesel production: a review. **Bioresource technology**, v. 70, p. 1-15, 1999.

MACHADO, B. A. S.; FIGUEIREDO, T. V. B.; SANTOS, J. C. P.; REIS, J. H. O.; SANTANA, M. C. C. B.; DRUZIAN, J. I. Mapeamento tecnológico do glicerol/glicerina sob

o enfoque em documentos de patentes depositados no Brasil. **Cadernos de Prospecção**, v. 5, n. 1, p. 14-22, 2012.

MACHADO JÚNIOR, C.; SOUZA, M. T. S.; PARISOTTO, I. R. S.; BARBIERI, J. C. A incorporação da gestão ambiental na estrutura organizacional. **Análise**, v. 23, n. 2, p. 140-154, 2012.

MACHADO JUNIOR, C.; MAZZALI, L.; SOUZA, M. T. S.; FURLANETO, C. J.; PREARO, L. C. A gestão dos recursos naturais nas organizações certificadas pela norma NBR ISO 14001. **Production**, v. 23, n. 1, p. 41-51, 2011.

MACHADO JUNIOR, C.; SOUZA, M. T. S.; FURLANETO, C. J.; MAZZALI, L.; RIBEIRO NETO, J. P. A ação ambiental das organizações junto aos seus *Stakeholders*. *Revista Gestão Industrial*, v. 7, n. 1, 2011.

MACHADO, P. G. S.; LEONEL, J. N. Práticas de reciclagem de resíduos têxteis: uma contribuição para a gestão ambiental no Brasil. **Revista Competência**, v. 7, n. 1, p. 129-145, 2014.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental brasileiro**. 17. ed. São Paulo: Malheiros, 2009.

MAGRINI, A. Política e gestão ambiental: conceitos e instrumentos. **Revista Brasileira de Energia**, v. 8, n. 2, 2001.

MAIMON, D. Eco-estratégia nas empresas brasileiras: realidade ou discurso? RAE - **Revista de Administração de Empresas**, v. 34, n. 4, p. 119-30, 1994.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MANKIW, N. G. **Introdução à economia**. 6. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

MARCHETTI, J. M.; MIGUEL, V. U.; ERRAZU, A. F. Possible methods for biodiesel production. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 11, n. 6, p. 1300-1311, 2007.

_____. Techno-economic study of different alternatives for biodiesel production. **Fuel Processing Technology**, n. 89, p. 740-748, 2008.

MARÇON, R. **Pré-tratamento da glicerina bruta gerada na produção de biodiesel por transesterificação de óleos vegetais e gordura animal**. 2010. 122 f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia). Universidade Federal do Tocantins – UFT, Palmas, 2010.

MARTINS, R.; NACHILUK, K.; BUENO, C. R. F.; FREITAS, S. M. O biodiesel de sebo bovino no Brasil. **Informações Econômicas**, v. 41, n. 5, 2011.

MATIAS, J. L. N.; BELCHIOR, G. P. N. Direito, economia e meio ambiente: a função promocional da ordem jurídica e o incentivo a condutas ambientalmente desejadas. **Revista do Curso de Mestrado em Direito da UFC**, n. 2, p. 155-176, 2007.

MENDES; D. B.; SERRA, J. C. V. Glicerina: uma abordagem sobre produção e o tratamento.

Revista Liberato, v. 13, n. 20, p. 01-09, 2012.

MENDES, L. C. S. **A relevância da disposição a operar um sistema de gestão ambiental nas empresas**. 2009. Dissertação (Mestre em Gestão Econômica do Meio Ambiente) – FACE, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

MENDONÇA, F. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 10, p. 139-148, 2004.

MENDONÇA, F. A.; LEITÃO, S. A. M. Riscos e vulnerabilidade socioambiental urbana: uma perspectiva a partir dos recursos hídricos. **GeoTextos**, v. 4, n. 1 e 2, p. 145-163, 2008.

MENTEN, J. F. M.; MIYADA, V. S.; BERENCHTEIN, B. Pesquisas comprovam que glicerina bruta têm aplicação segura na formulação de rações para aves e suínos. Produção animal – Avicultura. 2009. Disponível em: <http://www.avisite.com.br/revista/pdfs/revista_edicao23.pdf> Acesso em: 17 mai. 2017

MIGUEL, A. M. R. O.; MANTOVANI, D. M. B.; NOGUEIRA, R. M. Com mais biodiesel, sobra glicerina e crescem riscos de diarreia. I Seminário sobre Biodiesel e Coprodutos, 2009, **Anais...** Campinas, SP: ITAL/CCQA, 2009. 108 p.

MIRANTE RURAL. **Rural**. Reportagem postada em 08 março de 2010. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ui9rAYUuOn0>> Acesso em: 26 jan. 2017

_____. **Rural**. Reportagem postada em 02 jun. 2012. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=qfe_CY7UHfM> Acesso em: 25 jan. 2017

MOCHÓN, F. **Princípios de Economia**. São Paulo: Prentice Hall, 2007.

MONTANHA, E. P. **Impactos do setor de biocombustíveis**: aspectos socioeconômicos e da expansão territorial urbana no município de Lins, SP. 2012. 150 f. Tese (Doutorado em Engenharia Urbana). Universidade Federal de São Carlos – Ufscar, São Carlos, 2012.

MONTEIRO, C. A. F. **A questão ambiental no Brasil**: 1960-1980. São Paulo: IGBOG/USP, 1981 (teses e monografias, 42).

MONTEIRO, R. A. A.; MORETTO, E. M.; SALINAS, D. P.; GOMES, C. S. Performance ambiental e o desenvolvimento humano dos municípios paulistas. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 3, p. 221-238, 2014.

MORAES, B. Direito Penal Ecológico. **Revista da Faculdade de Direito da Universidade Federal de Goiás**, v. 4, n. 2, p. 241-259, 1980.

MORI, K.; CHRISTODOULOU, A. Review of sustainability indices and indicators: Towards a new City Sustainability Index (CSI). **Environmental Impact Assessment Review**, v. 32, p. 94-106, 2011.

MOTA, C. J. A.; MONTEIRO, R. S. Chemistry and sustainability: new frontiers in biofuels. **Química Nova**, v. 36, n. 10, p. 1483-1490, 2013.

- MOTA, C. J. A.; PESTANA, C. F. M. Co-produtos da Produção de Biodiesel. **Revista Virtual de Química**, v. 3, n. 5, p. 416-425, 2011.
- MOTA, C. J. A.; SILVA, C. X. A.; GONÇALVES, L. C. Gliceriquímica: novos produtos e processos a partir da glicerina de produção de biodiesel, **Química Nova**, v. 32, n. 3, 639-648, 2009.
- MOZZATO, A. R.; GRZYBOVSKI, D. Análise de Conteúdo como Técnica de Análise de Dados Qualitativos no Campo da Administração: Potencial e Desafios. **RAC**, v. 15, n. 4, p. 731-747, 2011.
- MURTA, A. L. S.; CORDOBA, A. Y. M. **Análise da viabilidade de autoprodução de biodiesel por frotistas: o caso da Vale**. 2008. 204 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – COOPE/UFRJ. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- NAGEL, C.; MEYER, P. Caught between ecology and economy: end-of-life aspects of environmentally conscious manufacturing. **Computers & Industrial Engineering**, v. 36, p. 781-792, 1999.
- NEUMANN, P. S.; LOCH, C. Legislação ambiental, desenvolvimento rural e práticas agrícolas. **Ciência Rural**, v. 32 n. 2, p. 243-249, 2002.
- NITAYAVARDHANA, S.; KHANAL, S. K. Biodiesel-derived crude glycerol bioconversion to animal feed: A sustainable option for a biodiesel refinery. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 10, p. 5808-5814, 2011.
- NOVI, J. C. **Avaliação legal, ambiental e econômico-financeira da implantação de sistema próprio de tratamento de resíduos de serviços de saúde no HC-FMRP-USP para geração de energia**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo – USP, Ribeirão Preto, 2011.
- NOVI, J. C.; OLIVEIRA, S. V. W. B.; SALGADO JUNIOR, A. P. Sustentabilidade na gestão dos resíduos de serviços de saúde (RSS): abordagem normativa e a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Delos**, v. 6, n. 18, 2013.
- NOVI, J. C.; OLIVEIRA, S. V. W. B.; SALGADO JUNIOR, A. P.; BONACIM, C. A. G.; OLIVEIRA, M. M. B. Avaliação legal, ambiental e econômica da implantação de sistema próprio de tratamento de Resíduos de Serviços de Saúde para geração de energia em hospital-escola do Estado de São Paulo. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 27, p. 193-209, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v27i0.28407>
- NUSDEO, F. **Curso de Economia**: introdução ao direito econômico. São Paulo: RT, 2005.
- OECD. Initial Assessment Report For SIAM 14. **GLYCEROL CAS N°: 56-81-5**. Paris, France, 26-28 March 2002. UNEP PUBLICATIONS.
- OECD. **Using the pressure-state-response model to develop indicators of sustainability: OECD framework for environmental indicators**. 1993. Disponível em: <file:///C:/Users/SALGADO/Desktop/oecd_p-s-r_indicator_model.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2015.

OLIVEIRA, M. Petroquímica Verde: Glicerina que sobra da produção de biodiesel será usada para produzir polipropileno. **Pesquisa Fapesp**, n. 149, p. 84-87, julho 2008.

OLIVEIRA, E. C. Índice de Gestão Ambiental no setor sucroenergético: um estudo comparativo com outros setores. **Organizações & Sustentabilidade**, v. 2, n. 2, p. 150-174, 2014.

OLIVEIRA, E. C. PEREIRA, S. V. Gestão Ambiental no setor sucroenergético. Análise da evolução do Índice de Gestão Ambiental Corporativa. **Engema – Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente**, 2014.

OLIVEIRA, S. V. W. B.; LEONETI, A. B.; CALDO, G. M. M. Geração de bioenergia e biofertilizante em propriedade rural eco-eficiente e sustentável. In: IX ENGEMA – ENCONTRO NACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 2007, Curitiba. **Anais... IX ENGEMA**, Curitiba: Positivo, 2007.

OLIVEIRA, S. V. W. B.; LEONETI, A. B.; CALDO, G. M. M.; OLIVEIRA, M. M. B. Generation of bioenergy and biofertilizer on a sustainable rural property. **Biomass and Bioenergy**, v. 35, n. 7, p. 2608–2618, 2011.

OLIVEIRA, L. B.; ROSA, L. P. Brazilian waste potential: energy, environmental, social and economic benefits. **Energy Policy**, v. 31, n. 14, p. 1481-1491, 2003.

OLIVEIRA, E. C.; PEREIRA, R. S. Índice de gestão ambiental no setor sucroenergético: um estudo comparativo com outros setores. **Organizações e Sustentabilidade**, v. 2, n. 2, 2014.

OMER, A. M. Energy, environment and sustainable development. **Renew Sustain Energ Ver**, v. 12, p. 2265-2300, 2008.

OMETTO, A. R.; SOUZA, M. P.; GUELERE FILHO, A. A gestão ambiental nos sistemas produtivos. **Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção**, v. 5, n. 1, p. 22-36, 2007.

OPPE, E. E. G. **Desidratação por destilação azeotrópica da glicerina obtida como subproduto da produção do biodiesel**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Departamento de Engenharia Química, Universidade de São Paulo, 2008.

PARRIS, T.; KATES, R. Characterizing and measuring sustainable development. **Annu Ver. Environ Resour**, v. 28, p. 559–586, 2003.

PEREIRA, A. C.; SILVA, G. Z. da; CARBONARI, M. E. E. **Sustentabilidade, responsabilidade social e meio ambiente**. São Paulo: Saraiva, 2011.

PEIXOTO, G. C. C. C. Análise Econômica do Direito Ambiental: aplicação das teorias de Pigou e Coase. **Revista Direito e Liberdade**, v. 15, n. 3, p. 31-48, 2013.

PIMENTA, E. G. Direito, economia e relações patrimoniais privadas. **Brasília a.**, v. 43, n. 170, p. 159-172, 2006.

PIMENTEL, L. A. S. **O impacto na variação da matriz energética e da área das florestas na eficiência relativa entre os países membros do G20 na emissão de gases de efeito estufa: uma análise envoltória de dados (DEA) nos anos 1990, 2000 e 2010.** 2014. 286 f. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo – USP, Ribeirão Preto, 2014

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia.** 6. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2006.

PINHEIRO, R. S.; CÉSAR, A. da S.; BATALHA, M. O. Levantamento tecnológico sobre o estado da arte da glicerina: um co-produto do biodiesel. Maturidade e desafios da Engenharia de Produção: competitividade das empresas, condições de trabalho, meio ambiente. **Anais... XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP.** São Carlos, SP, 12 a 15 de outubro de 2010.

PINHEIRO, A. C.; SADDI, J. **Direito, Economia e Mercados.** 4. reimp. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

PINTO, B. P.; DE ARAUJO MOTA, C. J. Developments in glycerol byproduct-based biorefineries. **Advances in Biorefineries - Biomass and Waste Supply Chain Exploitation**, p. 364-385, 2014.

PINTO, G. A. S.; BRITO, E. de SOUSA. ANDRADE, A. M. R.; FRAGA, S. L. P.; TEIXEIRA; R. B. **Fermentação em estado sólido: Uma alternativa para o aproveitamento e valorização de resíduos agroindústrias tropicais.** Embrapa, 2005.

PINTO, K.; OLIVEIRA JUNIOR, M.; BORINI, F. Corporate social responsibility: A study of Brazilian subsidiaries. **African Journal of Business Management**, v. 7, n. 6, p. 405-423, 2013.

PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M.; MATA, H. T. Analise das externalidades negativas no meio ambiente e sustentabilidade na agropecuária. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 46., 2008, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: SOBER, 2008. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/9/865>>. Acesso em: 3 mai. 2016

POPE, J.; ANNANDALE, D.; MORRISON-SAUNDERS, A. Conceptualising sustainability assessment. **Environmental impact assessment review**, v. 24, n. 6, p. 595-616, 2004.

PORTER, M. E.; VAN DER LINDE, C. Green and competitive: ending the stalemate. **Harvard Business Review**, 1995a, v. 73, n. 5, p. 120-134. Disponível em: <<https://hbr.org/1995/09/green-and-competitive-ending-the-stalemate>> Acesso em: 23 ago. 2015.

_____. Toward a new conception of the environmental-competitiveness relationship. **The Journal of economic perspectives**, v. 9, n. 4, 1995b, p. 97-118.

PREMIUM AMBIENTAL ÓLEOS. 2015. **Nosso Produto destaque é o Óleo BPF.** Disponível em: <<http://www.premiumoleos.com.br/#home>>. Acesso em: 24 out. 2015.

RAMOS, L. P. Biodiesel. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, v. 31, 2003, p 1-29.

RECH, A. U.; BUTZKE, A.; GULLO, M. C. (Orgs.). **Direito, economia e meio ambiente: olhares de diversos pesquisadores**. Rio Grande do Sul: Educs, 2012. 193 p.

ROMERO, G. A. **Uso de biodiesel em motores marítimos para a navegação**. Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2013.

QUEIROZ, G. C.; GARCIA, E. E. C. Integração de Aspectos Ambientais no Desenvolvimento de Produto. In: COLTRO, L. (Org). **Avaliação do ciclo de vida como instrumento de gestão**. Campinas: CETEA/ITAL, 2007.

QUINTELLA, C. M.; TEIXEIRA, L. S. G.; KORN, M. G. A; COSTA NETO, P. R.; TORRES, E. A.; CASTRO, M. P.; JESUS, C. A. C. Cadeia do biodiesel da bancada à indústria: uma visão geral com prospecção de tarefas e oportunidades para P&D&I. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 793-808, 2009.

QUISPE, C. A. G.; CORONADO, C. J. R.; CARVALHO JR, J. A. Glycerol: Production, consumption, prices, characterization and new trends in combustion. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 27, p. 475-493, 2013.

REZENDE, A. de; DALMÁCIO, F. Z.; RIBEIRO, M. S. Práticas de governança ambiental corporativa: uma análise das relações estruturais. In: **Anais do Congresso Anpcont**, SC, Brasil, 2012.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: métodos e técnicas**. J. A. et al. (Colab.), 3. ed. 7. reimpr. São Paulo: Atlas, 2007.

RIEVERS, R. Produtor rural cria fazenda auto-sustentável. **Pecuária**, 2006. Disponível em: <<http://www.pecuaria.com.br/info.php?ver=1042>> Acesso em: 21 jan. 2017

ROBRA, S.; SANTOS, J. V. S.; OLIVEIRA, A. M.; CRUZ, R. S. Usos alternativos para a glicerina resultante da produção de biodiesel: Parte 2 – Geração de Biogás. In: Congresso Da Rede Brasileira de Tecnologia do Biodiesel. **Anais...** 1, 2006, p. 1-4, Brasília.

RODRIGUES, M. A. **Direito Ambiental Esquemático**. São Paulo: Saraiva, 2013.

RODRIGUES FILHO, S.; JULIANI, A. J. Sustentabilidade da produção de etanol de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, v. 27, n. 78, 2013.

RODRIGUES FILHO, S.; LINDOSO, D. P. ; BURSZTYN, M. ; BROUWER, F. ; DEBORTOLI, N. Regional sustainability contrasts in Brazil as indicated by the Compass of Sustainability - CompasSus. **Environmental Science & Policy**, v. 32, p. 58-67, 2013.

ROSSETTI, J. P. **Introdução à economia**. 21 ed. São Paulo: Atlas, 2016.

ROHRICH, S. S.; CUNHA, J. C. da. A proposição de uma taxonomia para análise da gestão ambiental no Brasil. **Rev. adm. contemp.**, v. 8, n. 4, p. 81-97, 2004.

ROOME, N. Business strategy, R&D management and environmental imperatives. **R&D Management**, v. 24, n. 1, p. 65-82, 1994.

ROZÁRIO, I. L. M.; ROZÁRIO, M. C. M.; MEDEIROS, J. S.; ARNAIZ, J. M. C. Modelo produtivo ecoquintal lucrativo- uma alternativa sustentável para agricultura familiar. **Cadernos de Agroecologia**, v. 4, n. 1, 2009.

SACHS, J. D. **Need versus Greed**. 2011. Disponível em: <<http://www.project-syndicate.org/commentary/need-versus-greed>>. Acesso em: 22 ago. 2015.

SALAMA, B. M. O que é pesquisa em Direito e Economia? Uma introdução à epistemologia da disciplina para o estudante, o profissional e o pesquisador em direito. **Cadernos Direito GV**, v. 5, n. 22, 2008.

SALGADO JUNIOR, A. P. **Proposta de metodologia para identificação de fatores que possam influenciar no desempenho de alunos de escolas municipais do ensino fundamental em testes padronizados de avaliação em larga escala**. Tese (Livre-Docência - Área de Concentração: Produção) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2013.

SALOMÃO, I. L. **Análise do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel no Brasil entre os anos 2005 e 2010: O Papel Dominante do Biodiesel de Soja**. 2013. 147 f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) - UFRJ/ COPPE/, Rio de Janeiro, 2013.

SANCHES, C. S. Gestão Ambiental Proativa. **RAE**, v. 40, n. 1, p. 76-87, 2000.

SANDERSON, K. **Avaliação da eficiência da glicerina bruta, proveniente da produção de biodiesel, na obtenção de biogás em codigestão com dejetos**. 2013. 47 p. Dissertação (Mestrado em Energia da Agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, PR, 2013.

SEBRAE. **Produtor de Biodiesel** - João Paulo Muniz, proprietário da Fazenda Pork Terra. Entrevista realizada por Fred Lessa em 30 abril 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=uUDyycEX0QA>> Acesso em: 14 jan. 2017.

_____. **Critérios e conceitos para classificação de empresas**. 2009a. Disponível em: <<http://www.sebrae-sc.com.br/leis/default.asp?vcdtexto=4154>> Acesso em: 14 jan. 2017

_____. **Faça diferente: Case Pork Terra**. 2009b. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=blelhAm54-c>>. Acesso em 17 jan. 2017.

_____. **Formulação de Políticas Públicas**. 2014. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/formulacao-de-politicas-publicas,e38b9e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD>> Acesso em: 16 mai. 2017

SEIFFERT, M. E. B. **Mercado de Carbono e Protocolo de Quioto: Oportunidades de negócio na busca da sustentabilidade**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2013.

SERRÃO, M. A. Os impactos socioambientais e as medidas mitigadoras/compensatórias no âmbito do licenciamento ambiental federal das atividades marítimas de exploração e produção

de petróleo no Brasil. In: **Impactos sociais, ambientais e urbanos das atividades petrolíferas: o caso de Macaé**, v. 1, n. 6, p. 97-112, 2013.

SEUNG-HOON, K.; JAE-SUN, J.; EUN-HYEOK, Y.; KWAN-YOUNG, L.; DONG JU, M. Hydrogen production by steam reforming of biomass-derived glycerol over Ni-based catalysts. **Catalysis Today**, v. 228, p. 145-151, 2014.

SHAY, E. G. Diesel fuel from vegetable oils: status and opportunities. **Biomass and Bioenergy**, v. 4, p. 227-242, 1993.

SHIELDS, M. C.; HEUGTEN, E. V.; ODLE, J.; STARK, C. S. Impact of crude glycerol on feed milling characteristics of swine diets. **Animal feed science and technology**, v. 175, n. 3-4, p. 193-197, 2012.

SHRIVASTAVA, P. Environmental technologies and competitive advantage. **Strategic Management Journal**, v. 16, p. 183-200, 1995.

SICHE, J. R.; AGOSTINHO, F.; ORTEGA, E.; ROMEIRO, A. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & Sociedade**, v. 10, n. 2, p. 137-148, 2007.

SILVA, A. B. **Investigação de leveduras de ocorrência ambiental com o potencial metabólico de consumo do glicerol bruto derivado da produção de biodiesel e caracterização dos produtos gerados**. 2013. 68 p. Dissertação (Mestrado em Biologia celular e molecular) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2013.

SILVA, J. M.; SORIA, M. A.; MADEIRA, L. M. Challenges and strategies for optimization of glycerol steam reforming process. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 42, p. 1187-1213, 2015.

SINGH, S.P.; SINGH, D. Biodiesel production through the use of different sources and characterization of oils and their esters as the substitute of diesel: a review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, p. 200–216, 2009.

SLINN, M.; KENDALL, K.; MALLON, C.; ANDREWS, J. Steam reforming of biodiesel by-product to make renewable hydrogen **Bioresour Technol**, v. 99, p. 5851-5858, 2008.

TACHIZAWA, T. **Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TAGUCHI, R. L. **Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos e domiciliares com o uso do Balanced Scorecard**. 2012. Dissertação (Mestrado em Administração de Organizações) – FEA-RP, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012.

TAN, H. W.; AZIZ, A. R.; AROUA, M. K. Glycerol production and its applications as a raw material: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 27, p. 118-127, 2013.

TANGUAY, G. A.; RAJAONSON, J.; LEFEBVRE, J. Measuring the sustainability of cities: an analysis of the use of local indicators. **Ecol Indic**, v. 10, p. 407–418, 2010.

TAPAH, B. F.; SANTOS, R. C. D.; LEEKE, G. A. Processing of glycerol under sub and supercritical water conditions. **Renewable Energy**, v. 62, p. 353-361, 2014.

TEBCHIRANI, F. R. **Princípios de Economia**: micro e macro. 3 ed. rev., atual. e ampl. Curitiba: Ibpx, 2012.

TELES, C. D.; DUTRA, C. C.; RIBEIRO, J. L. D.; GUIMARÃES, L. B. M. . Uma proposta para avaliação da sustentabilidade socioambiental utilizando suporte analítico e gráfico. *Prod.*, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 417-429, 2016 .

THAMSIRIROJ, T.; MURPHY, J. D. The impact of the life cycle analysis methodology on whether biodiesel produced from residues can meet the EU sustainability criteria for biofuel facilities constructed after 2017. **Renewable Energy**, v. 36, n. 1, p. 50-63, 2011.

_____. Can Rape Seed Biodiesel Meet the European Union Sustainability Criteria for Biofuels? **Energy & Fuels**, v. 24, n. 3, p. 1720-1730, 2010.

TRISTÃO, V. T. V.; TRISTÃO, J. A. M.; LARUCCIA, M. M.; RODRIGUES, A. P. Responsabilidade socioambiental nas organizações: Desenvolvimento de parcerias na educação ambiental. **Revista Uniabeu**, v. 6, n. 14, 2013.

THEODORO, S. H.; BATISTA, R. C.; ZANETI, I. **Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: Lúmen Júris, 2008. 347 p.

URIBE, R. A. M.; ALBERCONI, C. H.; TAVARES, B. A. Produção de biodiesel a partir do sebo bovino: viabilidade econômica e métodos de produção. 2014. Disponível em: <http://www.inovarse.org/sites/default/files/T14_0356_16.pdf> Acesso em 17 mai. 2017.

VASCONCELLOS, Y. Resíduos bem-vindos: subproduto do biodiesel pode ser usado para suprimir poeira de vagões de minério. **Revista Pesquisa Fapesp**, 196, p. 58-63, 2012.

VASCONCELLOS, M. A.; GARCIA, M. E. **Fundamentos de economia**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2014.

VASILIEVICI, G.; TONCU, D.-C.; BOMBOS, D.; BOMBOS, M.; ZAHARIA, E. Influence of Glycerol on the Liquid Fossil Fuel Characteristics. **Revista De Chimie**, v. 62, n. 3, p. 335-338, 2011.

VEDANA, U. Quanto custa uma pequena usina de biodiesel? 2006. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/noticias/colunistas/vedana/preco-custo-mini-usina-biodiesel.htm>> Acesso em 12 nov 2016

VEIGA, J. E. da. Indicadores de sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 39-52, 2010.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

VIANA, M. B. **Produção de biogás a partir de glicerol oriundo de biodiesel**. 2011. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Universidade de São Paulo - EESC, USP, São Carlos, 2011.

WALSH, K. A. ADM enters glycerol Market. **Chemical Week**, v. 159, n. 19, p. 16, 1997.

WEHRMANN, M. E. S. de F.; VIANNA, J. N. de S.; DUARTE, L. M. G. Biodiesel de soja: política energética, contribuição das oleaginosas e sustentabilidade. In: Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, 3., 2006, Brasília, DF. **Anais...** São Paulo: ANPPAS, 2006. 21 p. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro3/arquivos/TA457-28032006-162404.DOC> Acesso em: 13 fev. 2017

WISCHRAL, D. **Bioaproveitamento de glicerol por *Clostridium spp.* para produção de 1, 3-Propanodiol: otimização do processo fermentativo, engenharia metabólica e downstream**. 2016 215 f. Tese (Doutorado em Ciências) – UFRJ, Rio de Janeiro, 2016.

WILLKE, T.; VORLOP, K. Biotransformation of glycerol into 1,3-propanediol. **Eur. J. Lipid Sci. Technol**, v. 110, n. 9, p. 831–840, 2008.

YAZDANI, S. S.; GONZALEZ, R. Anaerobic fermentation of glycerol: a path to economic viability for the biofuels industry. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 18, p. 213-219, 2007.

YE, X. P.; REN, S. Value-Added Chemicals from Glycerol. **Soy-Based Chemicals and Materials**, p. 43–80, 2014.

ZANETTI, M. **Produção de biodiesel a partir de gordura abdominal de frangos**. 2012. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – UFSC, Florianópolis, 2012.

ZENATTI, D. C. **Tratamento e aproveitamento de resíduos da produção de biodiesel: água residuária e glicerol**. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Unioeste. Cascavel, Paraná, 2011.

ZHAO, Y.; ZHAO, Y.; XU, H.; YANG, Y. A Sustainable Slashing Industry Using Biodegradable Sizes from Modified Soy Protein To Replace Petro-Based Poly (Vinyl Alcohol), **Environ. Sci. Technol.**, v. 49, n. 4, p. 2391–2397, 2015.

ZYLBERSZTAJN, D.; SZTAJN, R. **Direito e Economia: análise econômica do direito e das organizações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

APÊNDICE A

Práticas e critérios adotados para a avaliação da Análise Editorial (2014).

Item	Práticas Ambientais	Crítérios de Avaliação
1	Práticas de Gestão Ambiental	Definição da gestão ambiental Área responsável pela Gestão Ambiental Processos cujo impacto ambiental é reconhecido pela administração Programas de gestão para a melhoria de objetivos ambientais
2	Gestão e Uso da Água	Práticas adotadas em relação ao consumo de água
3	Gerenciamento de Resíduos	Práticas adotadas em relação aos resíduos do processo produtivo, aos efluentes e aos ruídos e vibrações
4	Gestão de Emissões Atmosféricas	Práticas adotadas em relação às emissões atmosféricas Incorporação de uma política corporativa voltada para a mudança climática e a redução de emissões
5	Relacionamento com <i>Stakeholders</i>	A exigência de comprovação de gestão ambiental de seus fornecedores Processos de treinamento relativos à gestão ambiental Divulgação de ações ambientais Programas e Parcerias com entidades não governamentais Empresas que possuem uma instituição ambiental
6	Eficiência energética	Práticas adotadas em relação ao consumo de energia elétrica, combustíveis fósseis, lenha e carvão
7	Conservação de áreas verdes	Plantio de árvores e as áreas verdes nativas mantidas voluntariamente
8	Certificação ISO 14001	Se possui ou aplica as normas da série ISO 14000
9	Fontes renováveis de energia	Fontes renováveis utilizadas

Fonte: Adaptado de Análise Editorial (2014).

APÊNDICE B

Roteiro de entrevista semiestruturado utilizado nas entrevistas junto às usinas.

Ambiental, tecnológico, eficiência e reaproveitamento energético

- 1) Qual o tipo de combustível utilizado nos veículos da usina?
- 2) A usina utiliza algum tipo de fonte alternativa de energia?
- 3) Se possui silos, algum sistema de ventilação/secagem dos grãos de soja é elétrico?
- 4) Qual o tipo de energia utilizada para aquecimento de caldeiras?
- 5) Existem vestiários para funcionários? Em caso afirmativo, possuem aquecimento solar?
- 6) Em caso da existência de caldeiras, onde e como elas são utilizadas?

Social, Transporte de glicerol, impactos ambientais

- 7) Existem funcionários responsáveis por esse carregamento? Quantos?
- 8) Os motoristas que transportam o glicerol são terceirizados? São treinados ou informados sobre o produto que transportam?
- 9) Quais são os projetos implantados junto aos *stakeholders*?
- 10) Há treinamento ou orientação aos funcionários com relação a gestão de resíduos? (Segregação/acondicionamento/destinação final, etc).
- 11) Há programas nesse sentido junto à comunidade?
- 12) Como e onde são realizados os procedimentos para controle do carregamento/transporte de glicerol?
- 13) Os caminhões são terceirizados ou pertencem à usina de biodiesel?
- 14) Os caminhões possuem algum tipo de aviso sobre o material que está sendo transportado?
- 15) Quais os riscos envolvidos no processo de carregamento e descarregamento do glicerol?
- 16) Quais são os aspectos relevantes sobre a vulnerabilidade da destinação do glicerol?

Econômico – oportunidade de negócios, geração de renda, financeiro

- 17) Além do biodiesel, a usina produz algum outro tipo de produto ou serviço?
- 18) O glicerol é vendido em seu estado bruto?
- 19) Quais as cidades da região atendidas diretamente pela empresa?
- 20) Qual o volume de venda para cada cidade?
- 21) Qual a mão-de-obra envolvida no processo de transporte e entrega do glicerol?
- 22) Quais os custos envolvidos no processo de purificação do glicerol?
- 23) Existem perdas no processo de refino?
- 24) Quais os mercados consumidores do glicerol bruto e do purificado?
- 25) Qual o valor médio de venda do glicerol?
- 26) Principais consumidores do glicerol?

Legal, regulamentações sobre o glicerol

- 27) É exigido licença dos parceiros que recolhem/adquirem esse resíduo?
- 28) Quais são as normas que determinam sobre o glicerol?

Glicerol

- 29) Qual o volume de glicerol é comercializado?
- 30) De onde/de quem são adquiridos o glicerol?

- 31) Qual a maior fonte de matéria-prima utilizada para a produção do biodiesel que gera a maior parte do glicerol comercializado?

APÊNDICE C

Valores e descrição dos dados dos orçamentos fornecidos por dois fabricantes de mini-usinas de biodiesel via *email*.

CONTATO 1:

*Estimado(a) Sr (a),
Conforme solicitado, segue em anexo orçamento (...).
Modelo (...): 44 litros: R\$ 1*

REATOR: *O reator PRINCIPAL COM SISTEMA DE “ESTATO-ROTOR” são unidades de alta capacidade para produção em operação sendo estes processadores baseados no sistema onde o “estato-rotor” processa o biodiesel a baixas temperaturas, consumindo menos metanol que os processadores convencionais, poupando energia, metanol, tempo e espaço.*
DOSADORES DE METÓXIDO: *O metóxido pode ser preparado adicionando NaOH ou KOH ao metanol ou diluindo neste metilato de sódio ou potássio. A quantidade de catalizador adicionada depende da titulação do óleo e deve ser rigorosa para garantir boas taxas de transesterificação.*

Tanque de metóxido tipo in-line: Os misturadores de metóxido in-line foram concebidos especificamente para uso de metilato de sódio ou de potássio. Devido a um novo conceito de mistura, estes misturadores in-line garantem absoluta uniformidade do metóxido.

Construídos em POLIPROPILENO de alta qualidade, estas unidades de elevado rendimento possuem um avançado sistema de controle que permite regular a concentração do metóxido com uma extraordinária precisão.

Outra vantagem deste equipamento reside no fato de se poder regular a quantidade de metanol que vai reagir com a matéria prima, possibilitando alterações de concentração de metanol de acordo com o tipo de processo e tipo de matéria prima.

CONSTRUÇÃO: *Os equipamentos cumprem as normas de construção ABNT, ASME e ASTM e todos os componentes possuem certificação de origem.*

FILTRO DE ÓLEO VEGETAL: *Filtro para separação das impurezas na matéria-prima capacidade, (...), com elemento filtrante tipo BAG tecido em polietileno capacidade filtragem -50 micras, com bomba de transferência potência 1 CV, conexões válvulas.*

REATOR DE TRANSESTERIFICAÇÃO MODELOS (...): 1 x TANQUE DE TRANSESTERIFICAÇÃO - *tanque em polipropileno com aquecimento térmico e sistema de ESTATO-ROTOR, equipado de painel de controle controlador termostato, resistência de aquecimento. Bombas capacidade de 1 CV com motor anti-explosão. Tubulação, conexões e válvulas aço inox, visores de tanque de álcool e visor tanque de óleo, controle temperatura digital. Painel elétrico com pintura epóxi para comandos, acionamentos de motores bombas, resistências, sistema de controle e segurança conforme Classe IP-55.*

Tanque IBC 275 galões, não incluso (foto):

São necessários 4 tanques iguais a esse para produção do biodiesel (valor aproximado de um usado: R\$... / unidade)

CONDIÇÕES COMERCIAIS: (...): R\$...

Frete por conta do cliente. Assessoria técnica na instalação e produção de biodiesel por 2 dias úteis para 1 técnico: passagem ida e volta São Paulo para o destino + hotel + alimentação: R\$... Manual passo a passo de todo o processo a ser fornecido.

Condição de pagamento: 50% no pedido e 50% antes da emissão de nota fiscal eletrônica de entrega ou cartão BNDES em até 48 vezes

Prazo de entrega: 15 a 25 dias

Garantia: 1 ano. Assistência técnica permanente.

CONTATO 2:

Segue para sua avaliação o orçamento de mini usinas de biodiesel produzidas (...).

REATOR DE TRANSESTERIFICAÇÃO

Disponível nos modelos 100, 500 e 1.000 L/8 horas, ou até 30.000 L sob encomenda

Tanque de transesterificação em polipropileno, com aquecimento térmico e sistema de "estato-rotor". O sistema de "estato-rotor" processa o biodiesel a baixas temperaturas, consumindo menos metanol que os processadores convencionais, poupando energia, metanol, tempo e espaço.

Painel de controle

Bombas de 1 e 1/2 CV com motor antiexplosão

Tubulação, conexões e válvulas em aço inox, visores de tanque de álcool e visor tanque de óleo, controle temperatura digital

Painel elétrico com pintura epóxi para comandos, acionamentos de motores bombas, resistências, sistema de controle e segurança Classe IP-55

DOSADORES DE METÓXIDO

O metóxido pode ser preparado adicionando NaOH ou KOH ao metanol ou diluindo neste metilato de sódio ou potássio. A quantidade de catalisador adicionada depende da titulação do óleo e deve ser rigorosa para garantir boas taxas de transesterificação.

TANQUE DE METÓXIDO TIPO IN-LINE

Os misturadores de metóxido in-line foram concebidos especificamente para uso de metilato de sódio ou de potássio, garantindo absoluta uniformidade do metóxido.

Construídos em polipropileno de alta qualidade, possuem um avançado sistema de controle que permite regular a concentração do metóxido com precisão.

Outra vantagem deste equipamento reside no fato de se poder regular a quantidade de metanol que vai reagir com a matéria prima, possibilitando alterações de concentração de metanol de acordo com o tipo de processo e tipo de matéria prima.

FILTRO DE ÓLEO VEGETAL

Filtros para separação das impurezas na matéria-prima capacidade

Tanque em polipropileno 1.000 litros

Elemento filtrante tipo BAG de tecido em polietileno com capacidade filtragem 50 micras

Cesto em aço inox- AISI- 304

Bomba de transferência 1 CV

Conexões e válvulas em aço inox

PARA O CASO DE SE TRABALHAR COM SEBO, É NECESSÁRIO UM TANQUE COM AQUECIMENTO A PARTE.

INVESTIMENTO (não inclui tanque de aquecimento para sebo)

Modelo (...): R\$ 29.900,00

Modelo (...): R\$ 39.900,00

Modelo (...): R\$79.900,00

Assessoria técnica na instalação e feitura de biodiesel por 2 dias úteis para 1 técnico, passagem ida e volta, hospedagem e alimentação: R\$ 2.000,00

Transporte do equipamento completo fábrica São Paulo - destino: a combinar

Acompanha manual passo a passo de todo o processo de produção do biodiesel

FORMA DE PAGAMENTO: 50 % no pedido + 50 % antes da emissão da NFe e entrega

PRAZO DE ENTREGA: De 15 a 25 dias do pedido

GARANTIA: 1 ano

Assistência técnica permanente

A área ocupada pelos equipamentos relacionados na proposta e eventuais tanques IBC varia de 50 a 70 m2, conforme o modelo.

ANEXO A

Teorema de Coase

O trecho a seguir está transcrito na íntegra, conforme descrito por Ponciano, Souza e Mata (2008, p. 6)

Em 1960, Coase estudou o problema de externalidades entre um agricultor e um vizinho pecuarista, em que o gado deste costumava pastar as plantações do agricultor. O custo de degradação neste caso era a perda da safra imposta ao agricultor, correspondente aos custos de cercamento da plantação. O nível ótimo de controle é aquele em que o custo marginal de controle iguala ao custo marginal de degradação. O argumento defendido por Coase é que não há necessidade de qualquer tipo de intervenção para que as duas partes negociem até que se atinja o nível ótimo de controle. Só é necessário que se tenha definido o direito de propriedade e que os custos de negociação sejam desprezíveis. Se o agricultor tem o direito legal de não ter sua plantação invadida pelo gado, o pecuarista há de tomar a iniciativa de negociar, caso contrário, é o agricultor quem dá o primeiro passo. Na verdade, o direito de propriedade é que determina de quem parte a iniciativa. E qualquer que seja esta, o resultado final será o socialmente ótimo. Se o direito pertence ao agricultor, o pecuarista aceitará pagar uma indenização que corresponderá, no máximo, ao custo marginal do cercamento da plantação. O agricultor estará disposto a receber qualquer coisa maior que o valor da degradação marginal ou perda da safra. Nesse sentido, haverá negociação e o equilíbrio ocorrerá no ponto em que os custos marginais de cercamento e de degradação se igualam. Se o direito de propriedade fosse do pecuarista, o mesmo raciocínio poderia ser feito. O Teorema de Coase diz que o resultado final é eficiente, quando ambas as partes podem negociar sem custos e com benefícios mútuos, independente de como seus direitos de propriedades possam ser definidos. Nesse sentido, podemos concluir que o estabelecimento do direito de propriedade ou de regras a serem cumpridas é suficiente para assegurar que a presença de externalidades não afete a alocação de recursos para a sociedade. Portanto, a solução de um problema de externalidade é independente de que, a qual parte é concedida o direito de propriedade. Assim a correta especificação de que parte tem o direito de propriedade, a que causa externalidade ou a que recebe seu efeito, é importante apenas no que concerne à distribuição de rendas entre elas, mas não afeta o total de renda ou de lucro a ser gerado, porque o total de externalidade ou de produto gerado não é afetado. Dessa forma, o estabelecimento do direito de propriedade é necessário para induzir a negociação entre as partes, não constituem solução em si mesma, mas é um importante ponto de partida para que outras soluções sejam aplicadas, como por exemplo, a livre negociação

entre as partes. Pelo fato deste comportamento, é que propriedades comuns como rios, lagos entre outros apresenta grande dificuldade na obtenção de solução das externalidades quando ocorrem em situações onde o direito de propriedade ou obrigações não é bem estabelecido.

ANEXO B

Externalidade negativa e ineficiência

O trecho a seguir está transcrito na íntegra, conforme descrito por Ponciano, Souza e Mata (2008, p. 6)

O efeito perverso das externalidades no setor agropecuário é muito comum, porém difícil de ser mensurado. O uso abusivo de herbicidas, inseticidas, fungicidas, defensivos químicos em geral; a exploração intensiva; o manejo inadequado do solo; o beneficiamento e o processamento por parte das agroindústrias com seus lançamentos de dejetos no ambiente, com certeza causarão efeitos negativos nos recursos hídricos e no ecossistema como um todo. Em termos de manejo e conservação da água, sabemos que os recursos hídricos de propriedades são decorrência de suas características naturais, a manutenção de sua qualidade e disponibilidade é afetada pela atividade antrópica e por medidas adequadas à sua preservação. A existência de vegetação de proteção das nascentes e matas ciliares influencia a manutenção da oferta de água e para evitar assoreamento.

Na presença de externalidades os mercados não distribuem os recursos eficientemente, porque os custos de negociação ou de transação não estão presentes. Um agente econômico que não recebe penalização pelas externalidades negativas que causam, produzirão mais do que a sociedade deseja. A principal preocupação com o problema é o fato de que, se não devidamente tratada, mesmo em um mercado competitivo, elas impedirão que a máxima eficiência econômica seja alcançada, sob a ótica social, havendo sempre uma divergência entre valores sociais e privados.